

С.М.Доценко, И.В. Бибик

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ
ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА**

Монография

Благовещенск 2014

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

С.М.Доценко, И.В. Бибик

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА

Монография

Благовещенск
Издательство ДальГАУ
2014

УДК 633.853.52:664
ББК36-1+41.8(255)

Доценко С.М. Научные основы создания продуктов питания функциональной направленности с использованием биологически активных ресурсов дальневосточного региона: монография / С.М. Доценко, И.В. Бибик – Благовещенск: ДальГАУ, 2014. – 293 с.

В монографии приведена обобщённая совокупность данных, полученных в результате многолетних исследований по проблеме создания продуктов питания функциональной направленности с использованием биологически активного сырья, произрастающего в дальневосточном регионе.

Рецензенты:

Е.И. Решетник,

д-р техн. наук, профессор, зав кафедрой технологий продукции животноводства
Дальневосточного государственного аграрного университета;

М.Г. Курбанова,

д-р техн. наук, зав кафедрой технологий хранения
и переработки сельскохозяйственной продукции Кемеровского государственного
сельскохозяйственного института

Рекомендовано к печати научно-техническим советом Дальневосточного
государственного аграрного университета (Протокол №6 от 23 июня 2014 г.)

ISBN 978-5-9642-0251-6

© Доценко С.М., Бибик И.В., 2014
© Издательство ДальГАУ, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что сбалансированный природой человека обмен веществ в организме, определяется полноценностью питания, где важная роль отводится употреблению растительной пищи – носителю всех биологически активных веществ. По данным института РАМН для удовлетворения потребностей организма человека в энергии и средствах нормализации процесса метаболизма соотношение пищи растительного и животного происхождения в суточном рационе должно быть с преобладанием растительной на 63%.

В связи с этим особую актуальность приобретают исследования, посвящённые разработке биотехнологии и расширению ассортимента безопасных и качественных продуктов на основе растительного сырья. Значимость получения безопасного растительного пищевого сырья и продуктов его переработки, определили приоритетным направлением научных исследований ведущие учёные Российской Федерации

Л. А. Оганесянц, А.Д. Дурнев и др. подводя итоги деятельности в 2004 году Российской академии сельскохозяйственных наук, где акцентировалось внимание на обеспечение предупреждения контакта человека с пищевыми мутагенами и исключения факторов, вызывающих оксидативные нарушения.

В июне 2008 года состоялся форум «Законодательное обеспечение государственной политики в области здорового питания граждан Российской Федерации на период до 2020 года», организованный Советом Федерации Федерального Собрания Российской Федерации совместно с Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), Российской академией медицинских наук, Государственным научно-исследовательским институтом питания РАМН, национальным комитетом по просветительству в сфере здоровья нации, национальным центром санитарного просвещения населения «Санпросвет», на котором отмечено, что за последние годы благодаря изменению структуры потребления пищевых продуктов отмечено существенное улучшение состояния питания населения, в частности, благодаря новым видам пищевых продуктов, обогащённых микронутриентами. Выявлено снижение распространённости дефицита ряда витаминов. Однако проблема адекватной обеспеченности населения микронутриентами остаётся нерешённой, о чём свидетельствуют результаты массовых обследований различных групп населения. Однако несмотря на положительные тенденции в питании населения, смертность от хронических болезней, развитие которых в значительной степени связано с фактором питания, остаётся значительно выше, чем в большинстве европейских стран.

Это свидетельствует о необходимости разработки и реализации комплекса мер, направленных на рационализацию питания и оздоровление населения Российской Федерации. Особенного внимания требуют «группы риска», а также обеспечение продовольственной безопасности страны. Необходимо совершенствование законодательства в области качества и безопасности пищевых продуктов (применение технических регламентов), регулирование инвестиций в производство продовольственного сырья, пищевых продуктов и пищевых ин-

гредииентов, в частности, инновационных био- и нанотехнологий, продуктов органического производства и функциональных пищевых продуктов.

Эти аспекты нашли своё отражение в проекте концептуального документа «Основы государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года», разработанном Роспотребнадзором, согласованном в установленном порядке с заинтересованными министерствами и ведомствами, а также одобренным на парламентских слушаниях в Совете Федерации (апрель 2007г.) и на заседании круглого стола в Государственной думе (май 2008 г.).

Данный проект полностью соответствует задачам, поставленным ВОЗ в документах, касающихся улучшения здоровья и питания населения в мире, а одним из основных его положений является внедрение инновационных нано- и биотехнологий в производстве пищи, а также технологий производства продуктов функционального (лечебного и профилактического) назначения и продуктов органического производства.

Проблема обеспечения населения высококачественной витаминной растительной продукцией усугубляется и экономическими причинами, не позволяющими широко воспользоваться возможностью закупа качественных семян, выращивания рассады в условиях закрытого грунта, использования средств защиты растений от вредителей и болезней, а также отсутствием достаточного количества сельскохозяйственной техники.

В таких условиях, для обогащения продуктов питания витаминами, большое значение имеет местное растительное и дикорастущее ягодное климатически приспособленное к условиям жизнедеятельности человека сырьё, которое может служить источником белка и витаминной продукции, а также одновременно быть сырьём для получения новых пищевых продуктов, в том числе и длительного хранения.

В 2005 году в Российской Федерации был утверждён ГОСТ Р 52349 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения», который введён в действие с июля 2006 года. Согласно ГОСТ, функциональные продукты – это пищевые продукты, которые при ежедневном употреблении в традиционных количествах обладают помимо общей питательной ценности способностью специфически поддерживать и регулировать конкретные физиологические функции, биохимические и поведенческие реакции, сохранять и улучшать физическое и психическое здоровье человека и (или) снижать риск возникновения заболевания.

Потребительские свойства функциональных продуктов включают три составляющие: пищевую ценность, вкусовые качества, положительное физиологическое воздействие. В отличие от традиционных, продукты специального назначения содержат функциональные ингредиенты, непосредственно оказывающие биологически значимое позитивное воздействие на метаболические процессы организма человека. Функциональные ингредиенты должны доказать свое медицинское и питательное преимущество (Дурнев А.Д. и др.).

Функциональные продукты предназначены для широкого круга потребителей и имеют вид обычной пищи. Они могут и должны потребляться регулярно в составе обычного рациона питания. По сравнению с обычными продуктами

ми функциональные должны быть полезными для здоровья, безопасными с позиций сбалансированного питания и питательной ценности. Все эти требования относятся к продукту в целом, а не только к отдельным его ингредиентам. Продукты здорового питания не являются лекарствами, а потому не могут излечивать, но помогают предупредить болезни и старение организма в сложившейся экологической обстановке. Место функционального питания исследователи определили как среднее между обычным, когда человек ест с целью насытить организм, и лечебным питанием, предназначенных для больных людей (Кочеткова А.А. и др.)

В технологии продуктов функциональной направленности важную роль также играют биологически активные добавки (БАД) к пище, которые обеспечивают высокую биологическую активность продуктов и их профилактические свойства. Все они являются природными ингредиентами пищи, или нутрицевтиками, безопасны при применении и благоприятно воздействуют на организм человека (Тутельян В.А. и др.).

Одной из основных задач государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации до 2020 г. является расширение отечественного производства основных видов продовольственного сырья, отвечающего современным требованиям качества и безопасности. В этой связи важное значение имеет физиологически ценное местное сырьё дальневосточного региона, доступное для получения функциональных и специализированных продуктов питания.

Из основных видов сырья, получаемого в дальневосточном регионе, большое значение имеет высокобелковое соевое, а также дикорастущее ягодное сырьё, обладающее Р-витаминной активностью (Богданов В.М., Бойцова Т.М., Палагина М.В., Приходько Ю.В., Позняковский В.М. и др.).

Комплексное использование данных видов сырья в пищевой технологии может обеспечить возможность получения новых форм белковой пищи (Толстогузов В.Б. и др.).

Как показал анализ литературных и патентных источников, в настоящее время работ по научному обоснованию проектирования продуктов на основе комплементарного соевого белка и содержащих вещества, обладающих Р-витаминной активностью, недостаточно. По данным Шаброва А.В., Дадали В.А. и других учёных совокупность данных эссенциальных факторов питания относится к антиоксидантам прямого действия.

В этой связи исследования, направленные на разработку научных основ технологии продуктов питания функциональной направленности с использованием сырья, содержащего природные биологически активные вещества и физиологически ценные ингредиенты, являются актуальными и имеющими важное народнохозяйственное значение.

Глава 1

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

1.1 Растительное сырьё – важнейший поставщик физиологически ценных ингредиентов функциональной направленности

На сегодняшний день уже является доказанным тот факт, что основной причиной патологических процессов в человеческом организме, вызывающих преждевременное старение и развитие многих болезней, в том числе и самых опасных, служит избыточное накопление кислородных свободных радикалов в организме. Вследствие вредного воздействия свободных радикалов повреждаются стенки сосудов, мембраны, окисляются липиды. Это состояние называется окислительным стрессом.

Концентрация свободных радикалов в организме возрастает вследствие снижения эффективности естественной антиоксидантной системы человека, вызванной воздействием радиации, УФ-облучения, курения, алкоголя, различных лекарств, постоянных стрессов, некачественного питания (Шабров А.В. и др.).

Считается, что вредное воздействие свободных радикалов можно уменьшить путём систематического употребления пищевых продуктов и напитков, лекарственных растительных препаратов, биологически активных добавок, обладающих высокой антиоксидантной активностью. Ранее наиболее известными природными антиоксидантами считались такие витамины как Е и С. Однако они недостаточно эффективны для коррекции антиоксидантного статуса человека. Массовые эксперименты, проводимые с использованием только витаминов Е и С, не дали сколько-нибудь значимых результатов.

В настоящее время установлена особая значимость биофлавоноидов, обладающих такими ценными свойствами: антиканцерогенными, антисклеротическими, противовоспалительными и антиаллергическими. По антиоксидантной активности они в десятки раз превосходят витамины С, Е и каротиноиды. Особенно активно природное сочетание биофлавоноидов. Основные источники этих антиоксидантов – фрукты, овощи, ягоды, мёд, чай и др.

При систематическом употреблении пищевых продуктов и напитков, содержащих природные антиоксиданты, заболеваемость населения опасными болезнями, в частности, сердечно-сосудистыми и онкологическими, значительно снижается. Исследования распространения сердечно-сосудистых заболеваний в европейских странах убедительно подтверждают роль антиоксидантной гипотезы. В странах Средиземноморского региона число сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний значительно ниже, чем в северных европейских странах. Это связывают с особенностью местной диеты – повышенным потреблением фруктов, овощей, оливкового масла, рыбы, вина.

Общеизвестен так называемый «французский парадокс». В США более 30 лет назад ежегодно умирало от сердечно-сосудистых заболеваний более

восемьсот тысяч мужчин в возрасте от 40 до 65 лет. Для сокращения смертности была создана специальная программа оздоровления, включающая постоянную физическую нагрузку, употребление нежирной пищи, исключение курения (в настоящее время более 70% мужчин в США не курят) и прочее через 20-25 лет смертность от инфаркта в США уменьшилась в два раза. Во Франции мужчины умирают от инфаркта в два раза реже, чем в США, хотя никаких специальных программ оздоровления не было. Это связывают со значительным употреблением французского красного вина, в котором очень много антиоксидантов.

Во многих опубликованных работах показано, что регулярное употребление фруктов, овощей, оливкового масла, красного вина, чая значительно снижает риск сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний.

В настоящее время жизнь человека также очень тесно связана с воздействием различных неблагоприятных факторов внешней среды, что приводит организм в состояние стресса и накладывает определённые негативные отпечатки на его здоровье. Это свидетельствует о том, что существует необходимость поиска методов укрепления здоровья, повышения иммунных функций организма. Многочисленными исследованиями установлено, что во время адаптации к неблагоприятному воздействию в организме человека резко повышается образование свободных радикалов, 98% которых составляют перекисные соединения. В результате происходит преждевременное старение, развиваются многочисленные болезни, в том числе сердечно-сосудистые и онкологические, возрастает масса тела и др. По данным ВОЗ и ФАО, в последние годы в России по ряду причин резко увеличилась смертность, ежегодное снижение численности населения составляет в среднем около 1 млн. человек. Это свидетельствует о том, что здоровье нации в опасности.

Эффективная защита от разрушительного действия свободных радикалов обеспечивается антиоксидантами, которые способны их нейтрализовать. Человеческий организм не способен синтезировать необходимый комплекс антиоксидантов, поэтому для защиты от преждевременного старения и заболеваний их значительная часть должна поступать с пищей. Основные компоненты антиоксидантной системы питания – нутрицевтики антиоксидантного действия и прежде всего витамины Е, А, С, каротиноиды, биофлавоноиды, цинк, селен, сера и другие, в этой связи правильное питание населения приобретает важнейшее социальное значение (Шабров А.В., Дадали В.А., Макаров В.Г.).

Как антиоксиданты, флавоноиды обладают следующим рядом особенностей:

1. Флавоноиды подавляют перекисные процессы на самой первой – иницирующей стадии, выступая как «ловушки» супероксид-радикала и перекиси водорода, предотвращая образование последующих более токсичных продуктов. В этом плане флавоноиды действуют аналогично антиоксидантному ферменту – супероксиддисмутазе.

2. Флавоноиды функционируют как «ловушки» вторичных активных форм кислорода – высокотоксичных гидроксилрадикалов, синглетного кислорода, пероксинитрита, перекисей липидов, а также свободных радикалов, образующихся при действии на организм ряда токсикантов, например, хлорсодержащих. Это так называемая «цепьобрывающая» активность флавоноидов.

3. Флавоноиды функционируют как эффективные «хелаторы», связывающие ионы переходных металлов, в том числе стимулирующих перекисные процессы, в силу чего эти соединения являются эффективными ингибиторами металлкаatalизируемого перекисного окисления липидов, белков и других веществ. По этому же механизму флавоноиды защищают от окисления и аскорбиновую кислоту. Путём хелатирования флавоноиды связывают и ионы токсичных тяжёлых металлов, способствуя их элиминированию из организма.

4. Флавоноиды ингибируют ферментативные реакции, в которых продуцируются супероксид-радикал и перекись водорода (например, ксантиноксидазу, пероксидазная активность которой существенно возрастает при ишемии, и др.

5. Флавоноиды оказывают защитное действие на ферменты ферментативного звена антиоксидантной системы клетки, в частности, ферменты первой линии антиоксидантной защиты – супероксиддисмутазу, пероксидазы и др.

Таким образом, антиоксидантный эффект флавоноидов реализуется по комбинированному механизму и зависит от структуры этих веществ. Именно по этой причине наиболее эффективны комбинации или смеси флавоноидов (в первую очередь природные), что обусловлено синергизмом их действия. Более того, флавоноиды (а особенно их комбинации) могут действовать как синергисты других антиоксидантов, в первую очередь упомянутой выше аскорбиновой кислоты и, что особенно важно, мембранного антиоксиданта – витамина Е, способствуя (особенно в комбинации с аскорбиновой кислотой), регенерации активной формы последнего и предотвращая образование токоферилхинона. Так система витамин Е - флавоноиды – витамин С является эффективной антиоксидантной композицией (Шабров А.В., Дадали В.А и др.).

Важные биохимические аспекты фармакологического действия флавоноидов – их влияние на ключевые ферментные системы клетки и активность клеточных рецепторов.

Флавоноиды – это лиганды бензодиазепиновых, антагонисты аденозиновых рецепторов (в частности, почек и мочевых путей), рецепторов факторов роста, агонисты эстрагеновых рецепторов (к этой группе относятся главным образом изофлавоноиды, функционирующие как фитоэстрагены), Ah-рецепторов (посредством которых экспрессируется ген цитохрома Р-450) и, возможно β-адренорецепторов.

Влияние флавоноидов на рецепторный аппарат клетки сочетается с влиянием на функцию ферментов, контролирующих сигнальные и исполнительные механизмы клетки – фосфодиэстеразы, протеинкиназы, которые определяют механизмы и характер клеточного ответа на воздействие гормонов и других сигнальных молекул, а также лекарственных препаратов – агонистов и антагонистов клеточных рецепторов.

С ингибирующим влиянием флавоноидов на некоторые формы протеинкиназы С, возможно, связана регуляция активности ряда мембранных ферментов ионного транспорта (Ca^{2+} - и Na^{+} - K^{+} - АТФ), метаболических ферментных систем (например, цитохрома Р-450, фосфолипаз, липаз и др.), функционирования целых звеньев эндокринной, иммунной систем, клеток крови, например, вы-

свобожде́ние тромбоцитами серотонина, тромбоксанов, активация Т и β-лимфоцитов.

Влияние флавоноидов на активность соответствующих ферментов в комплексе с антиоксидантным действием определяет их капилляростабилизирующий (отождествляемый с их Р-витаминной активностью) и на резистентность и проницаемость сосудистой стенки. Флавоноиды ингибируют ферменты – гиалуронидазу и коллагеназу, которые разрыхляют соединительную ткань стенок кровеносных сосудов и других систем, но активируют пролингидроксилазу, способствующую «созреванию» коллагена (в этом процессе участвует и аскорбиновая кислота – субстрат пролингидроксилазы), что повышает прочность, эластичность и нормализует проницаемость сосудистой стенки.

Способность флавоноидов влиять на молекулярные механизмы, лежащие в основе регулирования сосудистой проницаемости и резистентности сосудистой стенки, а также на арахидоновый метаболизм позволяет использовать флавоноидные комплексы для профилактики и в комплексном лечении воспалительных заболеваний, аллергических и геморрагических синдромов, при лучевых поражениях.

Мембраностабилизирующий эффект флавоноидов и их окислительно-восстановительные свойства способствуют функционированию ферментов тканевого дыхания, утилизации кислорода и синтезу АТФ в митохондриях. Наряду со стабилизацией эритроцитарных мембран и улучшением кислородтранспортной функции эритроцитов указанные эффекты определяют антигипоксантную функцию флавоноидов, повышающих кислородное и энергетическое обеспечение клеток.

Флавоноиды оказывают влияние на функционирование одной из важнейших систем организма – цитохрома Р-450, которая обеспечивает выведение из организма, с одной стороны, чужеродных токсических веществ и биотрансформацию лекарств, с другой – синтез важнейших метаболитов организма.

Действие флавоноидов на биосинтетическую функцию цитохрома изучено ещё недостаточно, однако влияние этих соединений на детоксицирующую функцию, в частности, защиту от канцерогенов (афлатоксина В-1 и др.), уже находит практическое применение.

Комплексное влияние флавоноидов на детоксицирующую функцию печени, их антиоксидантные и другие упомянутые выше эффекты предопределяют гепатопротекторное действие этих соединений. В этом плане важное значение имеют противовоспалительное действие флавоноидов и их способность влиять на метаболизм холестерина, также стимулировать желчеобразующую функцию печени и отток желчи.

Один из важнейших фармакологических аспектов действия флавоноидов – их мягкое кардиотоническое действие, стимуляция инотропной функции сердца с увеличением сердечного выброса, но в отличие от катехоламинов без повышения артериального давления и возбудимости миокарда. Кардиотонический эффект флавоноидов наиболее ярко проявляется в условиях кардиодепрессии. При повышенной нагрузке на сердечно-сосудистую систему (стресс, физическая работа) флавоноиды увеличивают её устойчивость. При этом они усиливают кровоснабжение, то есть обеспечение сердечной мышцы субстратами окисления и кислородом за счёт расширения коронарных артерий сердца.

Одновременно они проявляют антиаритмический эффект. Что касается сосудистых эффектов флавоноидов, они носят характер мягкого депрессорного действия, что способствует снижению артериального давления.

Профилактическое действие флавоноидов при сердечно-сосудистой патологии показывает зависимость смертности от суточного потребления этих микронутриентов (по данным Hertog, 1998) для разных стран. При потреблении 60-70 мг флавоноидов смертность в 3 раза ниже, чем при дозе 8-10 мг.

Ещё один важный эффект флавоноидов – их влияние на лимфотическую систему. В условиях лимфотического стаза и веноокклюзии флавоноиды не только восстанавливают объёмный кровоток, но и способствуют регенерации лимфатических узлов. Одновременно у больных с лимфотической недостаточностью наблюдаются нормализация лимфотока, улучшение лимфодренажа, уменьшение проницаемости капилляров и снижение миграции клеточных элементов в межклеточное пространство. В реализации этих эффектов важное значение имеют антиоксидантная функция флавоноидов и их способность тормозить образование провоспалительных простагландинов.

Одновременно флавоноиды оказывают влияние на уровень катехоламинов (адреналина, норадреналина и дофамина) и их взаимодействие со своими рецепторами, однако это влияние носит модулирующий и нормализующий характер и не выходит за пределы физиологических норм.

В таблице 1.1 приведены данные многочисленных исследований по природным источникам микронутриентам – онкопротекторам.

Таблица 1.1

Микронутриенты-онкопротекторы и их природные источники (Запрометов М.Н., 1974; Десаносидзе Г.Е., Чирва В.Я., Сергеев Т.В., 1984; McDanell, McLean, 1988; Машанов В.И., Покровский А.А., 1991; Yasukawa, Takido, Matsumoto, 1991; Maurya, Sing, 1992; Дардымов И.В., Хасина Э.И., 1993; Rose, 1992; Zhangetal., 1994; Jang, Cai, Udcani, 1997; Jenab, Tompson, 1998; Макаров В.Г., Рыженко В.Е., 1999; DiCarlo, Izzo, 1999; Janowsky, Lester, Weinberg, 1999; Gunawardena, Murrae, Meike, 2000; Slaterry, Benson, Curtin, 2000)

Группы соединений	Представители	Некоторые источники
1	2	3
Флавоноиды	кверцетин, кемпферол, флаван, морин, тангеретин, лютеолин, нобилетин	грепфрут, шиповник, петрушка, рябина, соя, брусника, лук, черника, смородина, клюква, виноград и виноградные вина
Катехины и растительные полифенолы	катехин, эпикатехин, эпигаллокатехин, эпигаллокатехингаллат	чай, вина, виноград

1	2	3
Лигнаны	метоксиподофиллотоксин, арктиин, сесамин, трахелозин и их метаболиты, энтеродиол, энтеролактон	семена льна, лимонника, сои, кунжута, корни лопуха, зерна пшеницы, бобы
Растительные хин и гидрохиноны	юглон, ализарин, хризофанол, эмодин, хризацин, пластохиноны (убихиноны)	ревень, орехи грецкие, арахис, листовые овощи, соя, шпинат
Изотиоцианаты	фенэтолизотиоцианат, сульфарафан, фенилизотиоцианат, бензилизотиоцианат	капуста брюссельская, брокколи, репа, кресс-салат, брюква, редька, редис, горчица и другие крестоцветные
Каротиноиды	ликопин, α , β , γ -каротины, лютеин, ксантаксин, зеаксантин, астаксантин, виолксантин, криптоксантин	морковь, облепиха, петрушка, шиповник, черноплодная и красная рябина, томаты
Стеролы	В-ситостерин, стигмастерин, сквален, канестрол, скваламин	соя, кукуруза, овёс, амарант. Карликовая пальма, крапива, жир печени акулы
Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) ω -3 ряда, сопряжённые ПНЖК	сопряжённая линолевая, α -линоленовая, эйкозапентаеновая, докозагексаеновая	масло льна, сои, масло семян чёрной смородины, винограда, жир северных рыб, жир печени трески

Как показывает анализ данных, представленных в таблице 1.1, основные группы соединений присутствуют в таких природных источниках как соя и кукуруза, ягоды, горчица, морковь, томаты.

1.1.1 Роль и значение биологически активных веществ и физиологически ценных ингредиентов ягодного сырья в питании человека

С точки зрения нутрициологии и диетологии наука о питании – это наука о превращении пищи в организме человека в энергию и структуры человеческого тела, наука об основных законах жизнедеятельности организма. Она интегрирует все достижения базовых наук, таких как физиология, биохимия, гигиена, физика, химия и других, известно, что пища и отдельные её компоненты в связи с их биологическими особенностями влияют на различные функции организма: регуляция нервной деятельности, участие в процессах кроветворения, регуляция иммунной активности, поддержание кислотно-щелочного баланса, антиоксидантная защита и другие, поэтому особую актуальность в рационе

населения сегодня приобретают продукты питания функциональной направленности.

По мнению В.А. Гудковского – один из главных компонентов сбалансированного питания профилактического и лечебного назначения – свежие плоды и ягоды. Они представляют собой комплекс витаминов, минеральных веществ, каротиноидов, фенольных соединений, ферментов, необходимых для баланса полезных составляющих в питании.

По данным ВОЗ для надёжной защиты организма человека от преждевременного старения и развития многих заболеваний необходимое содержание в ежедневном рационе фруктов, ягод и овощей должно составлять не менее 1 кг. Употребление плодов, ягод и овощей, богатых антиоксидантами, способствует дезактивации свободных радикалов, канцерогенов. А также влияет на процессы, сдерживающие развитие опухоли клетки.

Постоянное комплексное употребление растительных продуктов, как источников антиоксидантов более эффективно, чем отдельных антиоксидантов, так как в этом случае достигается синергизм действия витаминов и фитохимических веществ, которые содержат растительные продукты.

Однако среднестатистический россиянин потребляет около 30 кг в год плодов и ягод (физиологическая норма 120 кг в год). Для полноценного удовлетворения человеческого организма биологически активными соединениями необходимо видовое разнообразие плодов и овощей, так как каждый вид содержит определённую группу биохимических соединений.

В России ежегодное производство плодов и ягод составляет не более 3,5 млн. т, в том числе 2,1 млн. т яблок, 96 тыс. т груш, 185 тыс. т слив и 110 тыс. т вишни и черешни. В связи с этим в ближайшей перспективе производство плодов и ягод необходимо довести до 10-12 млн. т (Макаров В.Н. и др.).

На Дальнем Востоке произрастает уникальное по своим свойствам растение – лимонник китайский (*Schizandra chinensis*). Лимонник относится к семейству магнолиевых (*Magnoliaceae*). Это двудомная лиана с вьющимися стеблями длиной 12 м и диаметром до 18 мм. В конце августа – начале сентября созревают плоды. В наиболее полных массивах лимонника урожайность составляет от 200 до 700 кг ягод с га. Плоды лимонника имеют красный цвет и округлую форму. Диаметр плодов составляет обычно 5-9 мм. В мякоти находится одно или два желтовато-бурых или светло-коричневых, округло-почковидных семечка. Запах у лимонника специфический, вкус приятный, сладкий и горьковато-кислый одновременно с терпким привкусом и характерным жжением во рту.

Ягоды лимонника оказывают стимулирующее и тонизирующее влияние на центральную нервную систему, усиливают положительные рефлексy, стимулируют рефлекторную возбудимость, повышают светочувствительность глаз, тонизируют деятельность сердечно-сосудистой системы, возбуждают дыхание, повышают физическую работоспособность, улучшают память, помогают концентрировать внимание, повышают собранность, ускоряют адаптацию к экстремальным факторам. Установлено также, что лимонник возбуждает моторную и секреторную функции пищеварительного тракта, иммунобиологические рефлексy. Положительное действие оказывает лимонник на обмен веществ и состав крови, препараты из семян лимонника увеличивают количество эритроцитов и гемоглобина (Шабров А.В. и др.).

Ягоды и семена лимонника употребляются в тибетской медицине и коренными народами Дальнего Востока при физическом и умственном переутомлении в качестве активного стимулирующего и укрепляющего средства. Ряд работ исследователей посвящён фармакологической оценке препаратов из лимонника на центральную нервную систему, имеются указания на применение лимонника в психиатрии, для лечения сердечно-сосудистых и некоторых других заболеваний.

Широкий спектр положительного воздействия на организм человека объясняется уникальным химическим составом лимонника. Семена и мякоть лимонника содержат большое количество важных биологически активных соединений. Плоды лимонника богаты органическими кислотами – лимонной, яблочной, винной и другими. Мякоть плодов содержит также сахара, танины и красящие вещества, согласно данным Кротовой и Ефремова (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Основные компоненты плодов лимонника (Кротова, Ефремов, 1999)

Компоненты	Содержание в %
Органические кислоты	до 20
Лимонная кислота	11
Яблочная кислота	8
Винная кислота	0,8
Сахара	9,5
Танины и красящие вещества	0,15
Витамин С, мг%	30-40

Тонизирующие вещества содержатся, в основном, в семенах и представлены комплексом индивидуальных веществ: метиловыми эфирами фенольных лигнановых соединений. Высокую биологическую ценность имеет полярная фракция лигнана, содержащая комплекс из пяти лигнановых соединений: схизандринов, схизандрола и гомизина А (γ -схизандрины $C_{23-24}H_{28-30}O_6$, схизандрол $C_{21}H_{28}O_7$). Лигнаны обладают широким спектром фармакологической активности: стимулируют центральную нервную систему, оказывают противовоспалительное, антиоксидантное, противомикробное и противоопухолевое действие. Сумма лигнанов лимонника обладает тонизирующими и адаптогенными свойствами. Установлено, что схизандрины активизируют деятельность головного мозга, при этом их тонизирующее действие не сопровождается истощением нервных клеток (Цапалова И.Э. и др.).

Кроме схизандрола, схизандринов и гомизина А в семенах лимонника обнаружено до 50,4% масел, в том числе 5,7% эфирных, содержатся в них также хлорофилл, стерины, витамин Е до 3 мг%, свободные органические кислоты, эфирные соединения и микроэлементы (медь, марганец, никель, цинк). Масло семян лимонника состоит в основном из глицеридов непредельных жирных кислот – линоленовой и олеиновой.

Все эти свойства лимонника китайского дают возможность использовать его в качестве биологически активного компонента при разработке технологии функциональных продуктов.

Несмотря на широкую распространённость лимонника на Дальнем Востоке, продукты из него выпускаются в незначительном ассортименте. Извест-

ны натуральные сиропы, желе, сиропы для коктейлей, водно-спиртовые композиции для напитков. Лимонник вводят в алкогольные и безалкогольные напитки в качестве тонизирующего и витаминного составляющего.

По данным Е.А. Расщепкина и др. в условиях урбанизации структура питания населения претерпевает существенные изменения в сторону усугубления дисбаланса нутриентов рациона, а также витаминов, макро- и микронутриентов и других биологически активных веществ.

В этой связи рациональным и эффективным путём коррекции питания является создание функциональных и лечебно-профилактических продуктов. Использование дикорастущих ягод в производстве продуктов питания позволит расширить ассортимент выпускаемой продукции и значительно повысить её пищевую ценность. Кроме того, использование местного растительного сырья будет способствовать росту занятости населения и развитию перерабатывающей промышленности (Позняковский В.М. и др.).

Анализ литературных данных показал, что компонентный состав дикорастущих ягод брусники также варьирует в широких пределах, так как зависит от многих факторов, в том числе, района и климатических условий произрастания, а также степени зрелости.

Исследование химического состава показало, что в плодах брусники содержится 15,7% сухих веществ, в том числе углеводов 10,6%, белков 1,24%, жиров 1,30%, органических кислот 2,0%, дубильных веществ 0,28%, золы 0,26%.

По данным этих же авторов углеводный комплекс ягод брусники представлен: водорастворимыми сахарами и полисахаридами. Водорастворимые сахара представлены моносахарами – глюкозой и фруктозой – 4,3 и 3,8% соответственно. Содержание сахарозы незначительно и не превышает 0,4%. Основная масса полисахаридного комплекса ягод брусники приходится на долю целлюлозы – 1,5%. Геммицеллюлозы в бруснике содержится немного от 0,10 до 0,15% на сырую массу ягод. В исследованных образцах ягод брусники содержание пектиновых веществ колеблется в пределах от 0,50 до 0,65% в пересчёте на сырую массу. Основные органические кислоты, найденные в ягодах брусники – лимонная 1,28% и яблочная 0,30%. Содержание бензойной кислоты в изученных образцах составляет 80 мг/100 г ягод. Такое количество бензойной кислоты обеспечивает высокую стойкость ягод в процессе хранения. Кислоты фенольной природы обладают бактерицидным действием.

Ягоды брусники не отличаются высоким содержанием витамина С (18 мг в 100 г ягод) витаминов группы В (от 18 до 20 мг). Наибольшую ценность ягоды брусники представляют как источник полифенольных соединений, редко встречающихся в других пищевых продуктах. Общее содержание полифенольных соединений в ягодах колеблется в пределах от 500 до 750 мг в 100 г, полифенолы брусники представлены в основном флавоноидами: катехинами, антоцианами и лейкоантоцианами. Наряду с натрием, калием, магнием, фосфором и железом ягоды брусники характеризуются высоким содержанием марганца (3,9 мг/г). 100 г ягод брусники легко удовлетворяют суточную потребность человека в этом жизненно важном минеральном элементе. Таким образом, данные исследований химического состава позволяют заключить, что дикорастущие ягоды брусники также являются ценным сырьём для разработки технологии продуктов функционального назначения.

На кафедре аналитической химии МГУПП ведутся исследования по разработке способа обработки ягод брусники, которая благодаря своему уникальному химическому составу получила статус природных биологических ресурсов, широко используемых для нужд пищевого производства и медицины. Проводимые исследования носят многосторонний характер и затрагивают не только практические аспекты применения ферментных препаратов для улучшения технологических показателей переработки ягод – увеличения выхода сока и снижения их вязкости, но и вопросы, касающиеся качества получаемого продукта.

Среди фенольных кислот в продуктах из брусники обнаружены бензойная, салициловая, хлорогеновая и в незначительных количествах галловая кислоты (см. табл. 1.3).

Таблица 1.3

Содержание органических кислот в продуктах из брусники (Таубенберг и др.)

Кислота	Содержание	
	в соке из ягод брусники	в ферментализате из ягод брусники
D-изолимонная кислота, мг/кг	32,00	29,00
Лимонная кислота, г/л	15,83	15,24
L-яблочная кислота, г/л	0,54	0,61
Бензойная кислота, мг/100г	72,90	44,20
Салициловая кислота, мг/100г	7,78	9,78
Хлорогеновая кислота, мг/100г	2,84	4,77
Галловая кислота, мг/100г	1,10	0,8

Причём, как показали данные хроматографического исследования, выводы о влиянии ферментативной обработки на количественное содержание этих кислот в ферментализаторах ягод брусники неоднозначны.

Так, установлено, что применение ферментных препаратов весьма позитивно с точки зрения увеличения содержания хлорогеновой и салициловой кислот. Содержание салициловой кислоты в ферментализаторах ягод брусники увеличивается на 35% по сравнению с её содержанием в контрольном образце сока и составляет 9,78 мг/100 мл. Более существенно повышается (почти на 70%) содержание хлорогеновой кислоты: в ферментализатах оно возрастает до 4,77 мг/100 мл против 2,84 мг/100 мл в контроле. В тоже время содержание бензойной и галловой кислот в ферментализаторах из ягод брусники уменьшается и составляет 44,2 мг/100 г и 0,8 мг/л соответственно.

Катехины – наиболее изученная группа флавоноидов. По данным А.Л. Курсанова и М.Н. Запрометова, катехины обладают наиболее высокой Р-витаминной активностью по сравнению со всеми другими группами флавоноидных соединений.

Как показали их исследования, катехины сока из ягод брусники и её ферментализатов представлены эпигаллокатехином, катехином и эпикатехином, а также обнаружены их эфиры с галловой кислотой (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Содержание катехинов в продуктах из брусники

Катехины	Содержание	
	в соке из ягод брусники, мг/л	в ферментализате из ягод брусники, мг/л
Сумма катехинов, из них:	548,3	679,6
эпигаллокатехин	242,1	306,9
катехин	212,4	255,9
эпикатехин	71,8	107,2
эпигаллокатехин галлат	12,9	2,8
галлокатехин галлат	2,8	3,1
эпикатехин галлат	0,3	3,7

Проведение ферментативной обработки ягод брусники позволяет увеличить общее содержание катехинов в ферментализатах в 1,3 раза, в том числе эпигаллокатехина – в 1,3 раза, катехина – в 1,2, эпикатехина – 1,5 раза. При этом содержание эфиров уменьшается.

Исследованиями также установлено, что ферментативная обработка также позитивна и с позиции увеличения антоцианов – красящих веществ растений. Они локализируются в клеточном соке и в растворённом виде и при переработке ягод легко переходят в сок, поэтому применение ферментных препаратов, целесообразно не только с точки зрения улучшения сокоотдачи ягод, но и для повышения их экстрактивной способности. Как показали проведённые исследования, содержание антоцианов в ферментализатах ягод брусники увеличивается более чем в 2 раза по сравнению с их содержанием в соке из брусники, полученном без применения ферментных препаратов, и составляет 506,7 мг/л. Суммарное содержание антоцианов определяли методом дифференциальной спектроскопии. Изучение качественного состава антоцианов показало, что ферментативная обработка ягод брусники не затрагивает нативности природных соединений.

По данным Траунберга и других, серия антоцианов, обнаруженных в соке из ягод брусники и её ферментализатах, построена на основе одного антоцианидина – цианидина. Из сахаров, входящих в молекулу антоцианов, выявлены глюкоза, галактоза, арабиноза (табл. 1.5). Большая доля в количественном отношении приходится на цианидин-3-галактозид, в меньших количествах присутствуют цианидин-3-арабинозид и цианидин-3-глюкозид (табл. 1.5)

Таблица 1.5

Содержание антоцианов в продуктах из брусники

Антоцианы	Относительное содержание	
	в соке из ягод брусники, %	ферментализате из ягод брусники, %
Цианидин-3-галактозид	82,5	80,8
Цианидин-3-глюкозид	5,0	4,3
Цианидин-3-арабинозид	12,5	14,9

На фоне существенного увеличения общего содержания антоцианов при ферментативной обработке наблюдаются незначительные изменения в относи-

тельном содержании отдельных антоцианов. На примере окисления липопротеина человека уже доказано, что флавоноидные соединения, в том числе и антоцианы, обладают высокой антиокислительной активностью. Поэтому присутствие их в рационе питания человека позволит существенно снизить риск возникновения сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний.

Витамин С (аскорбиновая кислота) – общепризнанный антиоксидант, значение которого для организма человека сложно переоценить. Аскорбиновая кислота принимает участие в непрерывно происходящих в живой клетке окислительно-восстановительных процессах, и её рассматривают как мощный стимулирующий фактор для укрепления иммунной системы, повышающей устойчивость организма к агрессивному воздействию окружающей среды.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что проведение ферментативной обработки ягод брусники целесообразно и с точки зрения увеличения содержания этого важнейшего в физиологическом отношении витамина, в получаемых ферментализатах.

Данные хроматографического анализа также свидетельствуют, что концентрация витамина С в ферментализатах из ягод брусники увеличивается в 1,25 раза и составляет 197,5 мг/100 мл против 159 мг/100 мл в контрольном образце сока из ягод брусники. Увеличение выхода аскорбиновой кислоты связано с расщеплением структурных составляющих клеточной стенки, в результате чего высвобождаются и переходят в экстракт связанные формы витамина С. Благоприятное сочетание аскорбиновой кислоты с флавоноидными соединениями ферментализатов способствует стабилизации витамина и повышению эффективности его действия.

Проведёнными исследованиями установлено, что все исследуемые ингредиенты ферментализатов ягод брусники очень важны и в биологическом отношении являются мощными антиоксидантами, играющими важную роль в здоровом питании. Антиоксиданты склонны к синергизму, который проявляется во взаимном усилении антиокислительной способности при смешивании нескольких антиоксидантов. Усиления антиокислительного действия также добиваются используя вещества, которые сами по себе или не обладают антиокислительными свойствами, или проявляют слабую антиоксидантную активность. К таким веществам относят некоторые многоосновные органические кислоты, в том числе лимонную (кислоты служат донорами водорода, необходимого для регенерации антиокислителей). И в этой связи ягоды брусники удачно сочетающие комплекс природных антиоксидантов и синергистов, рассматривают как перспективный источник мощной антиоксидантной системы.

Применяя ДРРН-тест, исследователями определена суммарная антиоксидантная активность ферментизатов ягод брусники в пересчёте на тролокс (аналог витамина Е): 1 т.э.=1 мг тролокса. Тролоксый эквивалент составил 105 т.э./100 мл ферментализата.

Таким образом, ягоды брусники содержат богатый и разнообразный комплекс природных компонентов, ценных в биологическом отношении, и проявляют высокую антиоксидантную активность. Проведение ферментативной обработки способствует более полной экстракции полезных веществ, что повышает их пищевую ценность и усиливает лечебно-профилактические свойства (Траубенберг С.Е., Осташенкова Н.В., Алексеенко Е.В. и др.).

На протяжении многих лет флавоноиды находятся в поле пристального внимания многих исследователей, благодаря проявлению ими капилляроукрепляющих, противовоспалительных антиокислительных и иных свойств, в целях профилактики и для лечения многих заболеваний.

Характерным признаком стрессовых воздействий, которым систематически подвергается человеческий организм, является снижение антиоксидантной защиты, сопровождаемое возрастанием продуктов перекисного окисления липидов (диеновых конъюгатов и малонового диальдегида), которое следует рассматривать как реакцию истощения адаптивных резервов организма. Наиболее перспективным решением данной проблемы является введение в ежедневный рацион пищевых продуктов с биологически активными добавками растительного происхождения, обладающих антиоксидантными свойствами и способными корректировать нарушения метаболических реакций организма. В настоящее время среди природных антиоксидантов наиболее успешно применяются растительные полифенольные соединения. Они широко распространены во фруктах, овощах, орехах, виноградных косточках, обладают широким спектром биологической, фармакологической и терапевтической активности, а также способны нейтрализовать свободные радикалы и проявления оксидантного стресса. В отделе биохимических технологий Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН на основе экстракта калины (*Viburnum sargentii* Koehne) была разработана биологически активная добавка к пище (БАД) «Калифен» (патент RU № 2199249), представляющая собой композицию различных классов веществ: лейкоантоцианов, катехинов и их полимерных форм, флавонолов, органических кислот, свободных аминокислот и других органических соединений. Основные представители полифенольных соединений составляют 60% от сухой массы экстракта. Предварительно проведённые исследования на различных экспериментальных моделях показали крайне низкую токсичность "Калифена" ($LD_{50}=36$ мл/кг). Что послужило основанием для изучения воздействия природного комплекса из калины на организм человека в условиях совместного воздействия стрессовых факторов.

Применение «Калифена» в течение 4-6 недель нормализовало показатели антиоксидантной и антирадикальной защиты в крови испытуемых групп людей, что свидетельствует о восстановлении адаптационного потенциала и снятию состояния стресса.

В этой связи использование экстрактов растительного происхождения полифенольной природы или функциональных пищевых продуктов, содержащих полифенольные антиоксиданты при воздействии стрессовых факторов различной природы определено как перспективное направление.

Известно, что пищевая и биологическая ценность используемого сырья и готового продукта определяется его химическим составом, и прежде всего наличием в нём важнейших в биологическом отношении веществ (белков, липидов, органических кислот, витаминов, флавоноидов и др.), именно химический состав обуславливает весь спектр необходимых организму физиологически полезных веществ, как пищевых, так и лечебно-профилактических, которые, по существу и определяют ценность получаемого продукта.

Помимо белков, липидов, содержащихся в растительных продуктах, в последнее время значительный интерес представляют также флавоноидные соединения. Под термином «флавоноиды» объединены различные соединения,

генетически связанные друг с другом и обладающие различным фармакологическим действием. Своё название они получили от латинского слова «flavus» - жёлтый, поскольку первые выделенные из растения флавоноиды имели жёлтую окраску.

Наиболее богаты флавоноидами растения семейства бобовых, астровых (сложноцветных), сельдерейных (зонтичных), яснотковых (губоцветных), розоцветных, гречишных, берёзовых, рутовых, чайного дерева и др.

В связи с тем, что здоровое питание с каждым годом становится всё более популярным – растут как объёмы производства полезных для здоровья продуктов питания, так и число видов такой продукции. В ответ на эту тенденцию пищевые производства всего мира изменяют основные направления своей работы. Увеличение питательных свойств продукта и ограниченное использование вредных для здоровья компонентов позволяет производителям удовлетворить стремительный рост спроса на здоровую пищу. В такой конкурентной среде основная задача состоит в разработке новых продуктов, которые не уступают или лучше по вкусовым свойствам, чем традиционные продукты, и вместе с тем полезны для здоровья.

Многие производители разных отраслей пищевой промышленности в поисках новых решений обращаются и к ягодам. Потребители воспринимают ягоды очень позитивно, особенно после негативного освещения в прессе ненатуральных ингредиентов и добавок. Как правило, ягоды придают вкус, цвет и улучшают питательные свойства пищевых продуктов. Широкое разнообразие ягодных и фруктовых ингредиентов позволяет разрабатывать и запускать в производство новые продукты, расширяя предполагаемый ассортимент здоровой пищи.

В последнее время на рынках Китая, Европы, Америки, Индии и ряда других стран появились продукты, содержащие клюкву.

В Китае высушенную клюкву стали добавлять в лунные пряники. В Европе пюре из клюквы добавляют в напитки «смузи», которые имеют не только привлекательный цвет, но также вкус и текстуру. В Индии широкой популярностью пользуются печенье с клюквой в американском стиле. И в Европе и в Америке в широком ассортименте получили распространение снеки с клюквой. В странах этих же регионов мира появились в последнее время варианты использования клюквы в салатах и салатных заправках.

В таблице 1.6 приведён углеводный состав ягод по данным, выбранным в качестве объектов исследований (Позняковский В.М. и др.).

Таблица 1.6

Углеводный состав ягод, %

Вид ягод	Сахара		Пектиновые вещества	Полиолы	Клетчатка
	всего	сахароза			
1	2	3	4	5	6
Брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)	5,2-8,2	0-0,5	0,5-0,7	0,18	1,4-1,6
Лимонник (<i>Schisandra chinensis</i>)	3,8-9,5	-	0,7-4,0	-	-
Калина (<i>Viburnum opulus</i>)	7,0-7,6	0,1	0,5-0,7	0,11	1,9
Клюква (<i>Vaccinium oxycoccus</i>)	5,2-5,6	0-0,3	0,6-0,8	0,15	2,0

Продолжение табл. 1.6

1	2	3	4	5	6
Клюква (<i>Vaccinium oxycoccus</i>)	5,2-5,6	0-0,3	0,6-0,8	0,15	2,0
Голубика (<i>Vaccinium uliginosum</i>)	6,0-10,1	0-0,5	0,3-0,5	-	1,2
Черника (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	4,8-9,4	0-0,4	0,4-0,6	-	1,6-2,4
Ежевика (<i>Rubus caesius</i>)	2,8-6,7	-	0,4-0,6	-	4,0
Жимолость (<i>Lonikera edulus</i>)	4-13,2	-	1,64	-	-
Виноград амурский (<i>Vitis amurensis</i>)	3,9-13,3	-	1,0	-	-

В данных ягодах содержится 0,5-4,0% пектиновых веществ с хорошими желеобразующими свойствами, проявляющимися при определённом соотношении пектиновых веществ, сахара, кислот. Пектин благоприятен при лечении различных желудочно-кишечных заболеваний. Он не создаёт энергетического запаса в организме, нормализует микрофлору кишечника, выводит из организма холестерин, а главное, пектин способен образовывать нерастворимые комплексы с токсичными и радиоактивными металлами и выводить их из организма.

Свойства пектиновых веществ широко используются при производстве диетических и профилактических продуктов питания пониженной калорийности, а также продуктов, предназначенных для работающих в условиях свинцовой, ртутной и других видов интоксикации.

В таблице 1.7 приведено содержание Р-витаминных соединений в ягодах.

В таблице 1.8 приведены данные по общей кислотности и качественному составу органических кислот ягод (Позняковский В.М. и др.).

Таблица 1.7

Содержание Р-витаминных соединений, мг/100 г

Вид ягоды	Антоцианы	Катехины	Лейкоантоцианы	Флавонолы
Брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)	430-1280	230-510	144-253	-
Клюква (<i>Vaccinium oxycoccus</i>)	600-890	83-198	-	-
Голубика (<i>Vaccinium uliginosum</i>)	1300-1600	144-274	1065-1257	-
Черника (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	62-90	-	91-175	-
Лимонник (<i>Schisandra chinensis</i>)	20	50	24	-
Калина (<i>Viburnum opulus</i>)	740-1270	42-130	-	400-500
Жимолость (<i>Lonikera edulus</i>)	400-1500	250-800	100-480	47
Ежевика (<i>Vitis amurensis</i>)	-	230	-	-
Виноград амурский (<i>Vitis amurensis</i>)	1000	200	300	-

Таблица 1.8

Титруемая кислотность и качественный состав органических кислот ягод

Вид ягод	Титруемая кислотность, %	Качественный состав кислот
Брусника (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)	1,9-2,5	лимонная, яблочная, следы щавелевой, бензойная, галловая и другие фенолокси-кислоты
Калина (<i>Viburnum opulus</i>)	1,7-3,3	яблочная, валериановая, капроновая, уксусная, муравьиная, фенолокси-кислоты
Клюква (<i>Vaccinium oxycoccus</i>)	2,2-3,2	лимонная, яблочная, гликолевая, щавелевая, бензойная, эфиры салициловой и других кислот
Лимонник (<i>Schisandra chinensis</i>)	5,7-7,0	лимонная, яблочная, винная, янтарная, фенолокси-кислоты, следы щавелевой
Голубика (<i>Vaccinium uliginosum</i>)	1,3-2,1	лимонная, яблочная, хлорогеновые и их производные
Черника (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	0,8-2,0	лимонная, яблочная, щавелевая, смесь хлорогеновых кислот
Ежевика (<i>Vitis amurensis</i>)	1,8-4,2	лимонная, яблочная, винная, хлорогеновая и их производные, салициловая
Жимолость (<i>Lonikera edulus</i>)	1,0-5,0	лимонная, яблочная, щавелевая
Виноград амурский (<i>Vitis amurensis</i>)	1,7-3,0	винная, оксикоричные (кофейная, хинная, хлорогеновая). Эфиры галловой кислоты

Аскорбиновая кислота активный участник многих окислительно-восстановительных процессов, протекающих как в ягодах, так и в организме человека. Она повышает устойчивость к инфекционным заболеваниям, особенно простудным, неблагоприятным внешним воздействиям (перегреву, охлаждению, кислородной недостаточности), увеличивает работоспособность. Аскорбиновая кислота оказывает влияние на кроветворение, обмен углеводов и холестерина. Наиболее полно биологическая роль витамина С проявляется в присутствии Р-активных соединений, что характерно для ягод.

Для человека суточная норма аскорбиновой кислоты составляет 70-100 мг, Р-активных веществ – 30-50 мг.

По содержанию витаминов ягоды сильно различаются. Ягоды семейства брусничных содержат витамина С 10-20 мг/100 г, среднее его количество (от 30 до 75 мг/100 г) характерно для калины.

Накопление витамина С тесно связано с погодными условиями и стадией зрелости плодов и ягод. У недозревших ягод С-витаминность максимальная, при хранении, перезревании, переработке она уменьшается. Экономному и более эффективному расходованию витамина С способствует наличие Р-витаминных веществ.

В группу Р-витаминных соединений входят антоцианы, лейкоантоцианы, катехины, хлорогеновые кислоты, флавонолы, отличающиеся по химическому составу, но имеющие сходное действие на организм человека. Р-активные соединения обладают гипотензивным (противогипертоническим), а также капилляроукрепляющим (противо-склеротическим) действием. Суммарное содержание Р-активных веществ составляет 2,0-0,6% у ягод, имеющих светлую окраску.

В таблице 1.9 приведены данные по содержанию витамина С и Р-активных соединений ягод четырёх видов (Позняковский В.М. и др.).

Таблица 1.9

Содержание аскорбиновой кислоты и Р-активных соединений в свежих ягодах, мг/100 г

Вид ягод	Аскорбиновая кислота	Р-активные соединения			
		антоцианы	катехины	лейкоантоцианы	флавонолы
Брусника	11-22	430-1280	230-510	144-253	-
Лимонник	20-50	20	50	24	-
Калина	48-56	740-1270	42-130	-	400-500
Клюква	24-32	600-890	83-198	-	-

Кроме этих веществ в состав лимонника входят схизандрины – тонизирующие, восстанавливающие работоспособность вещества, характерные только для лимонника. В мякоти лимонника количество схизандрина составляет 3-10 мг/100 г, а в семенах – 250 мг/100 г.

В таблице 1.10 приведены данные по антиоксидантной активности выбранного ягодного сырья и соевого масла.

Таблица 1.10

Антиоксидантная активность (АОА) ягод (стандарт – кверцетин) и соевого масла (Яшин А.Я. и др.)

Наименование продукта	Значение показателя АОА, мг/г
Брусника	1,01
Клюква	2,07
Калина	3,22
Лимонник	2,85
Масло соевое	245,00

Клюква болотная (*Oxycoccus palustris* Pers) семейство вересковых, плоды и продукты переработки которой богаты сахарами, органическими кислотами, пектиновыми веществами и витаминами. В ней содержатся углеводы (3,56%) и родственные им соединения, в частности глюкоза (1,4-9,7%), фруктоза (1,0-10,0%), сахароза (0,25-2,85%), полисахариды. В клюкве содержится большое количество органических кислот, среди которых лимонная, бензойная, хинная, яблочная. Содержание свободных кислот составляет 3,04%, в том числе свободных летучих кислот – 0,034%, связанных кислот – 0,25%. Витаминная часть клюквы представлена витаминами группы В (В₁, В₂, В₃, В₆), РР, К₁ (филлохинон) и большим содержанием витамина С.

Клюква содержит следующие микроэлементы, (%): Ag(0,0012), Al(0,29), Ba (0,031), Cr (0,03), Cu (0,003), Fe (1,2), Ca (0,00029), Mn (1,0), Mo (0,003), Ni (0,001), Ti (0,01), Zn (0,11).

В семенах клюквы определено наличие масла, в состав которого входят пальмитиновая (5%), стеариновая (1,6%), олеиновая (21%), линолевая (35%) и линоленовая (37%) кислоты.

Голубика болотная (*Vaccinium uliginosum*), относится также к семейству вересковых. Ягоды голубики являются ценным источником целого ряда биоло-

гически активных веществ, среди которых особую значимость имеют фенольные соединения.

Ягоды голубики содержат сахара - до 8%, органические кислоты – до 2,7% (бензойную, никотиновую, лимонную, яблочную, щавелевую и др.), пектиновые вещества – до 0,6%, углеводов (глюкозу, фруктозу, сахарозу) – до 7,7%, белка – до 1% и клетчатку – до 1,6%.

В ягоде содержатся витамины С - до 63 мг%, В₁ - до 0,02 мг%, РР - до 0,28 мг%, Р - до 550 мг%, каротина - до 0,25 мг%.

Из макроэлементов (мг%) в голубике содержатся: натрий до 6, калий до 51, кальций до 16, магний до 7, фосфор до 8, а микроэлементов (мг%): железо до 17, кобальт, йод, медь, ванадий, присутствует марганец, азотистые, дубильные и красящие вещества от 0,14 до 0,19%, минеральные соли, гликозиды. В семенах ягод до 32% масла. Кроме того в ягодах голубики обнаружено содержание довольно значительного количества филлохинона (витамина К₁), который принимает участие в свёртывающей системе крови.

Черника обыкновенная (*V. Myrtillus* L.) это сочные шаровидные ягоды, чёрно-синие с сизым налётом.

Ягоды содержат дубильные вещества (до 17%), органические кислоты (до 7%), сахар (до 25%), каротин (до 1,6 мг), витамин С (6 мг), флавоноиды, антоцианы, пектин, красящие вещества, марганец (по его содержанию черника превосходит все фрукты, ягоды и овощи), фитонциды.

Виноград амурский (*Vitis amurensis* Rupr.) – типичный представитель дальневосточной флоры, относящийся к восточноазиатской группе.

В ягодах винограда амурского 10-16% сахаров и до 2% органических кислот. Содержание воды в ягодах винограда до 80%, белков 0,4%, клетчатки 0,6%, органических кислот 0,6-2%, золы 0,6%, натрия 26 мг%, калия 255 мг%, кальция 54 мг%, магния 17 мг%, фосфора 22 мг% и железа 0,6 мг%. Содержание витаминов не очень большое и довольно значительно колеблется. Так, аскорбиновой кислоты от 3 до 10 мг%, Р-активных веществ от 71 до 450 мг%, витамина В₁ – 0,05 мг%, В₂ 0,02 мг%, фолиевой кислоты от 0,2 до 2 мг%, каротина до 0,1 мг%, содержание витамина К от 0,5 до 2 мг%. Суммарное содержание полифенолов в плодах 1700-4215 мг%. Главная часть полифенолов – антоцианы, обуславливающие чрезвычайно интенсивную окраску кожицы и сока. Содержание катехинов в зависимости от условий года составляет 29-130 мг%, лейкоантоцианов от следов до 90 мг%, а количество флавонолов почти не изменяется (40-416 мг%).

Жимолость (*Lonicera* L.) – растение, ягода которой имеет давнюю репутацию полезного и лекарственного сырья. Ценность ягод жимолости определяется содержанием сухих веществ от 4,0 до 10,3%. Вкус плодов жимолости обеспечивают сахара: глюкоза до 54%, фруктоза до 26%, галактоза до 5,3%, сахароза 2,3%, суммарное количество которых варьирует от 0,5 до 4,0%. Жимолость богата нелетучими органическими кислотами (лимонной, яблочной, щавелевой, янтарной). Плоды жимолости содержат витамин С от 20 до 170 мг/100 г, β-каротин, витамины В₁, В₂, В₉.

Пикантный горький вкус придают такие вещества как Р-активные полифенолы до 2800 мг/100г, дубильные и пектиновые вещества. Зольность состав-

ляет 0,45-0,8%, содержание пектинов 0,69-1,84% и флавонолов в пределах 0,15-0,24%.

1.1.2 Роль и значение биологически активных веществ и физиологически ценных ингредиентов овощного и корнеплодного сырья в питании человека

Известно, что питание населения страны относится к числу важнейших факторов, определяющих здоровье нации, её потенциал и перспективы развития. Вместе с этим, недостаток или биологическая неполноценность продуктов питания приводит к тяжёлым экономическим и социальным последствиям. В связи с этим, рациональное питание является залогом продления жизни человека, повышения устойчивости организма к неблагоприятным факторам воздействия окружающей среды, обеспечивает нормальное развитие детей и, в конечном итоге, является ключевым условием прогресса и качества жизни (Тутельян В.А., Уильямс К. и др.).

В многочисленных исследованиях отмечается, что за последние десятилетия продолжительность жизни значительно снизилась, увеличилось число сердечно-сосудистых, онкологических заболеваний, что в определённой степени обусловлено нарушением полноценного питания.

Данные нарушения связаны с недостаточным потреблением пищевых веществ, в первую очередь, витаминов, макро- и микроэлементов, полноценных белков, пектиновых веществ, пищевых волокон, а также нерациональным их сочетанием, употреблением продуктов, загрязнённых различными веществами как природного, так и антропогенного характера (Шатнюк Л.Н., Хасина М.А. и др.).

По данным института питания РАМН, у большинства заболевших людей, попадающих на лечение в стационар, существенно нарушен пищевой статус, причём у 90% больных отмечаются признаки гипо- и авитаминоза, более чем у 50% обнаруживаются нарушения метаболизма, вызванных алиментарным фактором (Тутельян В.А., Токарев Э.С. и др.).

Исследования показывают, что рацион питания у населения страны в целом и в отдельных её регионах характеризуется недостаточным содержанием микронутриентов. Недостаток витамина С выявляется в 80-90% случаев изучения фактического питания всех групп населения РФ, причём он носит круглогодичный характер. Дефицит β -каротина составляет, в среднем, 40-60%. Поскольку витамин С и β -каротин обладают действием, способствующим повышению устойчивости организма к мутагенным воздействиям, то ясна необходимость принятия мер по обогащению ими продуктов питания.

Тенденция несбалансированного питания отмечается во всех регионах России, но особенно остро этот вопрос стоит в регионах с тяжёлыми климатическими условиями, к которым относится и Дальний Восток.

По данным многих учёных, за последние годы, несмотря на позитивную направленность структуры продуктового набора в количественном отношении, - в качественном он не отвечает нормам сбалансированного питания. Из обследованного населения с разным уровнем доходов дефицит всех нутриентов отмечается от 30 до 95% по сравнению с нормой, что вызвало увеличение частоты заболеваемости желудочно-кишечного тракта от 27% до 44% у взрослого населения, до 17% - у детей.

По другим данным (Самсонов М.А.), из-за дефицита микронутриентов, особенно у женщин (30%), при условии достаточной энергетической ценности пищи, отмечались признаки анемии, избыточной массы тела (от 22% у мужчин и 42% женщин). Обследования выявили причину данных отклонений – недостаточная обеспеченность населения витаминами, особенно С и β -каротином в зимний период, микроэлементами (низкий уровень гемоглобина крови), клетчаткой.

Наряду с дефицитом витаминов более 2 миллиардов человек на земном шаре страдают от нехватки минеральных веществ. В Западной Европе и США потребности в минеральных веществах удовлетворяются менее чем на 70%. В РФ, где продолжительность жизни за последние годы сократилась на 30%, население испытывает всё больший дефицит минеральных веществ всеми группами населения. Об этом свидетельствуют результаты массовых обследований, проводимых Институтом питания РАМН (Тутельян В.А. и др.).

Неполноценное питание современного человека, вызывающее нарушение метаболических процессов в организме, обусловлено тем, что в питании населения экономически развитых стран в последнее время широко используются продукты промышленного производства, прошедшие жесткую технологическую обработку. В результате, в них полностью или частично отсутствуют природные биологически активные вещества – витамины, минеральные элементы, фосфолипиды, фитостерины и другие биорегуляторы обмена веществ, гормональной деятельности. Иммунитета, функций отдельных органов и систем организма.

Дефицит этих биологически активных веществ сопровождается снижением защитных сил организма, препятствующих неблагоприятному воздействию вредных факторов окружающей среды, обострением хронических заболеваний (Тутельян В.А. и др.).

Современный человек испытывает обеднённость рациона не только полезными нутриентами, но и балластными веществами, то есть не обладающими пищевой ценностью, но обеспечивающими эффективное очищение содержимого пищеварительного тракта и выведение вредных веществ из организма. Недостаток балластных вызывает высокую распространённость гастроэнтерологических расстройств, наблюдающихся по этой причине у 3% населения молодого, 8-10% среднего и 40% пожилого возраста (Ванштейн С.Г., Дудкин М.С. и др.).

Важнейшим направлением научных исследований в области питания на современном этапе является создание продуктов, основанное на законе соответствия ферментных констелляций организма химическим структурам пищи. Слияние наук биохимии и питания позволили усовершенствовать знания закономерностей ассимиляции пищи на уровне организма, определить эссенциальные факторы питания и внедрить современные методы обогащения продуктов, позволяющих осуществить коррекцию пищевого статуса населения (Гудков С.А., Дудкин М.С., Ипатова Л.Г. и др.).

В последние годы с этой целью более чётко проявляются тенденции поиска новых видов биообъектов, вторичных продуктов переработки традиционного растительного сырья для производства пищевых продуктов, расширения их ассортимента и обогащения биологически активными веществами (Княжев В.А., Капельянц Л.В., Ипатова Л.Г. и др.).

За последние десятилетия в области технологии и ассортимента пищевых продуктов произошли существенные изменения. Они сказались и на ставших классическими, традиционных, апробированных временем способах получения продуктов и на самих продуктах. Эти изменения привели к появлению новых групп – функциональных, лечебно-профилактических, к выделению продуктов детского ассортимента, продуктов с изменёнными свойствами и составом.

Изменения также привели к упрощению технологий и сокращению производственных циклов, выразились в принципиально модифицированных технологических и гибких аппаратурных решениях. Данные инновации связаны с углублением понимания роли питания в жизни и возникновении болезней цивилизации; проявлением новых условий и качества жизни, а также экологических проблем: применением пищевых, биологически активных добавок и улучшителей (Горячева М.Г., Гореликова Г.А.)

По мнению ряда авторов, поддержание здоровья, работоспособности и активности человека может быть достигнуто при условии полного и адекватного удовлетворения физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах в организме человека, учёными и специалистами предлагается в качестве перспективных и экономически выгодных направлений использовать практику производства пищи новой генерации, то есть функциональных продуктов и добавок (Дурнев А.Д., Оганесян Л.А., Лисицын А.Б.).

Создание продуктов питания нового поколения происходит в основном по двум направлениям: разработка аналогов продукции, критерием качества которых являются свойства известных населению продуктов, и производство продуктов с новыми свойствами и составом.

Пищевые композиции, как правило, имеют целевую направленность в коррекции питания и включают в себя подобранные соотношения натуральных, незначительно изменённых в процессе обработки пищевых продуктов; изолированные объекты селективного действия, например, аминокислотные обогатители; наборы минеральных и балластных веществ, витаминов, полиненасыщенных жирных кислот и др. (Зобкова З.С.,

Ересько Г.А., Доценко С.М., Скрипко О.В. и др.).

Рассматривая проблему здорового питания, в научно-исследовательской лаборатории МГУПБ проведены работы по созданию трёхосновной композиции, которая представляет собой равновесную систему. При этом каждый компонент вносит свой собственный вклад, дополняя и усиливая эффект остальных.

По разработанной технологии были получены экспериментальные образцы белково-углеводно-жировых (БУЖ) композиций, в состав которых вошли соевый гранулят, растительные масла, углеродосодержащие компоненты в различных сочетаниях. По результатам исследований из большого количества вариантов были выделены две группы БУЖ композиций. Первая группа может являться самостоятельными пищевыми продуктами, вторая – использована в технологиях комбинированных мясных продуктов с целью корректировки состава готового продукта по веществам, характеризующим его пищевую ценность.

Созданные БУЖ композиции обладают высокой биологической ценностью, содержат полный профиль незаменимых аминокислот, ненасыщенных жирных кислот и легко усвояемых углеводов, что в полной мере отвечает ме-

дико-биологическим требованиям. Кроме того, такой подход позволяет создать пищевые композиции целенаправленного профилактического и лечебного действия (Алёшина В.В., Титов Е.Н. и др.).

Оценка состояния здоровья детей, проживающих в неблагополучных регионах, показала дефицитность рациона по белку животного происхождения, витаминам А, Е, С, группы В, а также кальцию, фосфору, железу и ряду других макро- и микроэлементов. Выявилась острая необходимость в разработке новых продуктов, обогащённых белком, витаминами и минеральными веществами, уменьшающих вредное биологическое воздействие малых доз радиации, поддерживающих ферментативные процессы в организме и предупреждающих такие заболевания, как цинга, рахит, злокачественная анемия и т.д. (Токарев А.С. и др.).

МГУПБ совместно с институтом питания РАМН были разработаны медико-биологические требования к обогащающей добавке, особенностью которой должна быть комплексность, то есть наличие белка, минеральных веществ и витаминов в одной дозе добавки.

Согласно медико-биологическим требованиям разработана технология обогащённой добавки, которая предусматривает получение молочно-белковой основы, включающей казеин и сывороточные белки, внесение жирорастворимых витаминов и минеральных веществ и высушивание белково-витаминного концентрата.

Полученный продукт имеет следующие показатели:

а) по составу и физико-химическим показателям:

массовая доля влаги – не более 6%, массовая доля жира – не более 3%, массовая доля белка – не менее 80%, массовая доля железа – не менее 5,0 мг, индекс растворимости – не более 0,2 мл сырого осадка, массовая доля витаминов в 1 г сухого продукта – не менее: А – 250 мкг, Е – 3,5 мкг, В₁ – 0,45 мг, В₂ – 0,5 мг, С – 45,0 мг;

б) по показателям безопасности:

токсичные элементы, мг/кг восстановленного продукта не более: свинец – 0,05, кадмий – 0,02, мышьяк – 0,05, ртуть – 0,005, медь – 5,0, цинк – 5,0.

По микробиологическим показателям и показателям, приведённым выше, добавка соответствует установленным медико-биологическим требованиям.

В МГУПБ также проводятся исследования по разработке нового вида комбинированного мясопродукта с использованием растительных композиций (сочетание моркови и изолированного соевого белка). В ходе предварительных экспериментов изучалось влияние вышеуказанных растительных компонентов на качественные характеристики модельных образцов, вследствие чего было выбрано их оптимальное соотношение. При включении в рецептуру моркови происходит повышение пищевой ценности продукта веществами, непосредственно участвующими в процессе обмена веществ в организме человека, а именно, витаминами, полисахаридами, пищевыми волокнами (Желовская М.А., Пуничева Т.Н., Митасева Л.Ф., Апраксина С.К.).

А.А. Кочеткова и другие выделяют три основные категории функциональных продуктов. К ним относятся традиционные продукты, содержащие в нативном виде значительные количества физиологически функционального ингредиента или их группы; традиционные продукты, в которых технологически

понижено содержание вредных для здоровья компонентов; традиционные продукты, дополнительно обогащённые функциональными ингредиентами.

При этом пища XXI века обязательно должна быть функциональной, причём немаловажным фактором является необходимость создания фондов, которые могли бы просвещать население, готовить его к новым видам продукции (Тутельян В.А.).

В настоящее время созданием продуктов функционального назначения занимаются специалисты всех отраслей, охвачены все товарные группы пищевых продуктов.

В научных публикациях приведены примеры многочисленных разработок функциональных продуктов. Так, К.Л. Коновалов при разработке мясных продуктов функционального назначения применил микро-кристаллическую целлюлозу, снижающую всасывание вредных веществ. В других работах приведены данные по разработке кондитерских, молочных продуктов с использованием прополиса, состав которого представлен более 800 природными растительными соединениями. Имеются результаты по созданию функциональных продуктов из гидробионтов, богатых разнообразием минерального состава. На основе изучения всех достижений этого нового направления нутрицитологии выработан единый системный подход к созданию функциональных продуктов питания (Дурнев А.Д., Оганесян Л.А., Лисицын А.Б.).

В соответствии с современными научными концепциями функциональными являются пищевые продукты, предназначенные для систематического употребления всеми группами населения, сохраняющие и улучшающие здоровье и снижающие риск развития связанных с питанием (алиментарных) заболеваний за счёт наличия в их составе физиологически функциональных ингредиентов. Пищевой продукт может быть отнесён к разряду функциональных, если содержание в нём функционального ингредиента составляет не менее 15% от его суточной потребности (Кочеткова А.А. и др.).

В Японии к функциональным ингредиентам относят ингредиенты согласно таблице 1.11

Особо важное значение в проектировании продуктов функционального назначения играет использование растительного сырья (Дудкин М.С., Щелкунов Л.Ф. и др.).

Как показали результаты исследований, растительное сырьё менее всего подвержено загрязнению контаминантами, является богатейшим источником витаминов, минеральных и балластных веществ, полифенолов.

Таблица 1.11

Функциональные пищевые продукты в Японии

FOSHU*-продукты	Функциональный ингредиент
1.Улучшающие работу кишечника и предупреждающие заболевание ЖКТ	клетчатка, олигосахариды, молочные бактерии
2.Снижающие содержание холестерина	соевые белки, хитозан
3.Снижающие содержание нейтральных жиров	диацилглицин
4.Гипогликемитические	
5.Улучшающие усвоение минеральных веществ	декстрины, пшеничные альбумины фосфопептиды, олигосахариды

*FOSHU (Food for Specified Health Uses) – аббревиатура, принятая в Японии для обозначения функциональных продуктов

Фитонцидов природного происхождения, которые содержатся в них в легкоусвояемой форме и оптимальных для организма человека соотношениях. Растительное сырьё имеет очень низкую (около 400 кал) энергетическую ценность.

Исключительную ценность и незаменимость употребления растительной пищи ярко отражают исследования по состоянию здоровья человека (Медкова И.Л., Мосякина Л.И., Бирюкова Л.С.).

Растительное сырьё изначально явилось отправной точкой получения всей пищи в целом, так как мясо получали от убоя животных, которые были выращены на растительном сырье. Однако мясо животных, хотя и считается относительно полноценным продуктом, но имеет недостаток нутриентов в результате расходования их животным на собственное биопостроение. Поэтому человек должен дополнять мясную пищу растительными компонентами.

Научные исследования в области изучения свойств растительного сырья достигли больших результатов, но учёные продолжают активную работу по расширению научных познаний химического состава и использования его свойств в создании функциональных продуктов.

Химический состав растений весьма различен, однако существует ряд общих биологически активных веществ, которыми обладают практически все культуры.

Каждое растение состоит из волокон клетчатки, придающих прочность и сохраняющих его форму. Все виды волокон объединяют в две группы: растворимые и не растворимые в воде, которые выполняют в организме разные функции (Погожаев А.В.).

Так, растворимая клетчатка (пектин) обладает способностью всасывать воду в 4-6 раз больше собственной массы. В результате образуется мягкая желеобразная субстанция, которая свободно проходит по кишечнику, обволакивая холестерин, желчные кислоты, не допускает их повторного всасывания. Она снижает количество аэробных бактерий, расщепляющих желчные соли, - канцерогены, а также обеспечивает медленное переваривание крахмала, что приводит к равномерному регулированию поступления глюкозы в кровь и стабилизирует уровень сахара в крови.

В то же время, нерастворимая клетчатка (целлюлоза) проходит через пищеварительный тракт почти без изменений, вычищая кишечник и обновляя кровь. Разбухшая от воды она заполняет просвет кишечника, стимулируя перистальтику, что способствует ускоренному выведению продуктов распада.

Нерастворимая клетчатка понижает энергетическую ценность пищи, увеличивая ей объём за счёт набухания в желудке и появления чувства сытости в течение продолжительного времени, в результате чего человек получает меньше калорий.

Важная роль пищевых волокон была сформулирована российским физиологом А.М. Уголевым в 80-х годах XX века в связи с появлением теории адекватного питания, которая сфокусировала внимание на значении балластных веществ в процессе пищеварения.

Согласно Trowell и Burcitt: «Пищевое волокно – это остатки растительных клеток, способных противостоять гидролизу, осуществляемому пищеварительными ферментами человека».

В то же время, согласно определению технического комитета Американской ассоциации химиков-зерновиков: «Пищевое волокно – это съедобные части растений или аналогичные углеводы, устойчивые к перевариванию и адсорбции в тонком кишечнике человека, полностью или частично ферментируемые в толстом кишечнике. Пищевые волокна включают полисахариды, олигосахариды, лигнин и ассоциированные растительные вещества. Пищевые волокна проявляют положительные физиологические эффекты: слабительный эффект, и/или уменьшение содержания холестерина и/или глюкозы в крови». Департаментом по питанию и пище при Академии наук США (The Nutrition Board of National Academy) установлена физиологическая суточная потребность организма взрослого человека в пищевых волокнах, которая составляет от 25 до 38 г.

Благодаря своей высокой значимости пищевые волокна в последние 10 лет служат объектом пристального внимания и серьёзного изучения со стороны физиологов и технологов. Свидетельством тому является факт появления новых разнообразных пищевых продуктов на продовольственном рынке – от хлеба с отрубями до обогащенного растительными волокнами молока, а также широкая группа пищевых добавок, изменяющих структуру и физико-химические свойства пищевых продуктов (Горлов И.В., Сапожникова Л.Г., Дудкин М.С., Щелкунов Л.Ф.).

Известно, что витамины – это обязательная и незаменимая часть рациона. Они обеспечивают нормальную жизнедеятельность организма, участвуют в процессе усвоения других пищевых веществ, повышают сопротивляемость организма вредным воздействиям окружающей среды, трудоспособность человека. Основным источником витаминов является растительная пища. Поскольку организм человека не способен «запасать» впрок и синтезировать витамины, он должен получать их ежедневно с пищей, употребляя фрукты и овощи. Однако наличие свежих овощей и фруктов ограничено сезонностью и для большей части населения недоступно из-за высокой цены в межсезонье (Ильина О.А., Цыганова Т.Б., Ипатова И.Г.).

В этой связи проводятся широкие научные исследования по разработке и внедрению витаминизированных добавок растительного происхождения в пищевые продукты на стадии промышленного производства, а также в продукты общественного питания. Вместе с тем, внедряются современные технологии переработки растительного сырья, максимально обеспечивающие сохранность витаминов.

В настоящее время разработана и запатентована технология повышения биологической активности напитков с помощью введения в продукт янтарной кислоты, обладающей антиокислительным действием и способствующей сохранности витаминов С, Р, В, А (Пат.2073465РФ, 1997).

Для обогащения витаминами кондитерских, молочных, хлебобулочных изделий используют измельченные клубни топинамбура, имеющего уникальный химический состав, представленный инулином, водорастворимыми витаминами и др.

На основе экстрактов из натурального растительного сырья – композиций трав – разработаны витаминные сиропы, джемы лечебно-профилактического назначения с использованием местного плодово-ягодного и овощного сырья, а также внедрена группа молочно-ягодных десертов профилактической эффек-

тивности, обогащенных аскорбиновой кислотой (Коденцова В.М., Ковалев Н.И. и др.).

В других работах для витаминизации рыбных продуктов применяли продукты переработки ягод, обогащающих пресервы витаминным маринадом, например, из ягод барбариса.

Вполне очевидно, что роль природных витаминов очень важна, а потому наука не останавливается и всё больше расширяет возможности производства продуктов с использованием растительного сырья.

Растения – единственный поставщик ещё одной группы биологически активных веществ – полифенолов, антоцианов, фитонцидов, свойства которых широко используются в создании функциональных продуктов. Эти соединения осуществляют биорегуляцию и стимуляцию физиологических функций организма, поддерживая межклеточные связи и гомеостаз, проявляют антиоксидантные свойства (Горячева М.Г. и др.).

Свойства растительных антоцианов широко используется в создании обогащённых продуктов. Это обусловлено их природной безвредностью, высокой биологической активностью, специфической окраской, что не только улучшает внешний вид, но и повышает биологическую ценность изделия.

Е.И. Цыбулько и другие в ТГЭУ использовали данные свойства при разработке окрашенных сиропов из дикорастущего и лекарственно-технического сырья дальневосточного региона. В результате проведения исследований было установлено, что все соединения полифенольной природы и антоцианы, содержащиеся в растительном сырье, перешли в изготавливаемые напитки и повысили их биологическую ценность. При этом антирадикальная активность сиропов соответствовала уровню природного антиоксиданта кверцетина.

М.С. Мурадов и другие получали из зерна и барбариса антоциановые красители красного цвета. Определили способы и оптимальные режимы их извлечения из сырья для наилучшего сохранения природных свойств при технологической обработке.

Для окрашивания продуктов с целью обогащения природными компонентами авторы применили каротиноидные красители, получаемые из тыквы, моркови, облепихи, основные технологические показатели которых стали альтернативными импортируемому в Россию красителю E160b. Извлечённым природным красящим экстрактом каротиноидов из ягод облепихи, моркови и тыквы были обогащены хлебобулочные изделия, напитки, молочные продукты. При этом добивались высокой органолептической оценки традиционных продуктов, без изменения привычного вкуса, а также улучшения сохраняемости пигментов в процессе хранения.

За счёт окраски каротиноидов семян люпина улучшали цвет макаронных изделий. Одновременно происходило обогащение макарон витаминами группы В, содержащимися в люпиновой муке, которую добавляли в обычную в определённом соотношении.

Антиоксидантные действия найденных в красных апельсинах антоцианов – цианина, дельфинидина, цианидина – использованы в создании продуктов переработки биоактивного действия (цукатов, желе, пюре).

Особое значение в создании функциональных продуктов занимают фитонциды растительного сырья. Научных сведений о химическом составе, видах фитонцидов недостаточно. В основном об их наличии судят по «микробиоло-

гической чистоте», то есть антимикробному действию. Однако интерес к природному консерванту продолжает расти. Исследованиями влияния добавок растительного происхождения на развитие патогенных микроорганизмов родов *Escherichia*, *Proteus*, *Salmonella*, *Clostridium* в мясопродуктах занимался ряд исследователей, которые определили, что экстракты травяных фитокомпозиций задерживают рост микроорганизмов и увеличивают сроки годности скоропортящихся мясных продуктов. Антимикробную активность сухой фитомассы шалфея сухостепного при нагрузке 2000 клеток/см³ показали исследования, в результате которых обнаружена бактерицидная активность водного экстракта в отношении ряда микроорганизмов *S. Aureus*, *B. Cereus*, *Pseudomonasaeruginosa*, *Escherichiacoli*, тем самым выявлены его новые свойства.

По данным института питания РАН для удовлетворения потребностей организма в растительной пище, суточный рацион должен включать 300-400 г овощей. Академик И.П. Павлов отмечал: «Человек может продлить свою жизнь, по меньшей мере, на одну треть, если он ежедневно будет питаться овощами».

В условиях сложившегося дефицита бесперебойного обеспечения овощами и ограничения их разнообразия в рационе все большее значение приобретает использование малораспространённых культур, особенно самовоспроизводимых в течение ряда лет и устойчивых к абиотическим и биотическим стрессорам.

Э.С. Силагадзе и другие считают одной из перспективных задач, стоящих перед пищевой промышленностью, разработку и внедрение нового ассортимента продуктов питания на базе местного растительного и нетрадиционного сырья. В этой связи ими были исследованы свойства лоха узколистного, определён химический состав четырёх районированных сортов и выявлено значительное содержание органических кислот, биофлавоноидов, минеральных веществ и витаминов. Помимо этого, растение обладало приятными ароматическими свойствами. Авторы использовали пюре лоха для производства конфет и пастилы, а также на основании выявленных пенообразующих свойств, использовали в качестве структурообразователя белкового крема.

Таким образом, с развитием науки о питании значительно возросли возможности изучения новых свойств растительного сырья для включения его в промышленную переработку с целью расширения ассортимента пищевых продуктов и использования в качестве источников биологически активных веществ.

Одним из основных источников биологически активных веществ являются ягоды, морковь, свёкла, имбирь, цитрусовые и так далее (Тутельян В.А., Скурихин И.М. и др.).

Морковь – ценная овощная культура. Она обладает повышенной сахаристостью, богата каротином, содержит витамины В₁, В₂, В₆, Е, Д, К, а также является богатым источником необходимых для человека минеральных солей, содержащих железо, кальций, фосфор, калий, магний, серу.

В корнеплодах моркови, в среднем, содержится 86,8% воды, 6,4% сахаров, 1,7% клетчатки. Каротина содержится до 20 мг/100 г. Характерный вкус и запах моркови обусловлен наличием до 15 мг эфирного масла. Морковь является ценным пищевым и целебным продуктом, содержащиеся в ней вещества способствуют повышению сопротивляемости организма инфекционным забо-

леваниям, воспалениям дыхательных органов, благоприятно сказываются на общем обмене веществ. По нормам питания на одного человека в год необходимо до 11 кг свежей моркови.

Каротин в моркови представлен α -каротином и β -каротином. β -каротин перерабатывается в человеческом организме в витамин А, который предотвращает глазные болезни и слепоту.

Химический состав моркови в значительной степени изменяется по сортам и от условий выращивания. В корнеплодах содержится сахароза, глюкоза и фруктоза, причём фруктоза составляет примерно половину от суммы редуцирующих сахаров.

В России выращивают более 25 сортов моркови столовой. Наиболее распространённые из них: Нантская 04, Шантэне 2461, Каротель парижская, Витаминная, Тайфун, сорта голландской селекции Нандрин, Калгари, Бангкок. Эти сорта с сочной мякотью, интенсивного оранжевого цвета, содержат каротина 400-800 мг/кг (при средней норме 200 мг/кг).

Свёкла – одна из наиболее распространённых овощных культур. В России выращивают более 20 сортов столовой свёклы. Основными сортами являются Бордо 23, Грибовская плоская, Египетская плоская и другие.

Свёкла ценится за высокие вкусовые и диетические качества, целебные свойства. Она богата углеводами, минеральными солями, органическими кислотами, витаминами и микроэлементами. В корнеплодах свёклы содержится 12-17% сухих веществ (в том числе 8-12% сахаров), 1,3-2,7% белка, 20-40 мг/100 г аскорбиновой кислоты, витамины В₁, В₂, В₆, РР, Р. В свекле содержатся уникальные вещества – бетанин и бетаин, способствующие понижению кровяного давления, улучшению жирового обмена.

Большое значение имеет наличие в корнеплодах свёклы полезных для организма человека кислот: яблочной, винной, лимонной, оксилимонной, молочной, а по содержанию фосфора и калия свёкла занимает одно из первых мест среди овощных культур. По калорийности свёкла превосходит все другие сочные овощи. Одно из ценных её качеств состоит в том, что в отличие от других овощных растений она содержит избыток щелочей и мало кислот. Годовая норма на одного человека в России – 5,6 кг.

Для столовых сортов характерна тёмно-красная окраска кожицы и мякоти, вызываемая интенсивной пигментацией антоцианов. Более ценятся корнеплоды, имеющие тёмно-красную окраску мякоти. Так, к примеру, сорт Бордо 237, первоклассный по вкусовым качествам, среднеранний, высокоурожайный сорт свёклы, выведен в 1928 г. Корнеплоды круглые или округло-овальные, длиной 8-10 см, шириной 9-11 см, массой до 450 г. поверхность со слабой шероховатостью и неровностью. Мякоть сплошной интенсивно тёмно-красной окраски, оттенка бордо, сочная, нежная, плотная и сахаристая. Светлые кольца почти отсутствуют. Корнеплоды высоких товарных качеств. Содержат сухих веществ до 20%, сахаров 9-15%, аскорбиновой кислоты 15,7-40,9 мг/100 г.

Биохимический состав свёклы зависит от сорта и условий выращивания. Крупные корнеплоды всегда более водянистые, чем мелкие, и содержат меньше сахара и сухих веществ.

В этой связи, одно из ведущих мест в питании должно принадлежать свёкле – свекольный сок издавна используется в народной медицине. Эти корнеплоды содержат 8-12% сахаров; белка немного (1,3-2,7%), но он содержит

незаменимые аминокислоты (валин, лейцин, лизин), необходимые для регенерации и функционирования системы организма; по их содержанию эта культура превосходит многие овощи. Имеется в свёкле и гамма-аминомасляная кислота, играющая важную роль в обмене веществ головного мозга. Много в этом овоще клетчатки (0,9%) и пектинов (1,1%), способствующих выведению из кишечника солей тяжелых металлов и продуктов распада. Содержатся там также яблочная, лимонная, щавелевая, винная и молочная органические кислоты, играющие важную роль в переваривании пищи. Сублимированная свёкла не только упрощает приём сока, но и обладает широким спектром воздействия на организм. Многие необходимые для жизнедеятельности витамины: С (10-22 мг%), В₁, В₂, В₃, В₄, В₅, В₆, U, PP, P (40 мг%), каротин (провитамин А) – сохраняются в течение всего гарантийного срока хранения.

Красящие вещества свёклы и содержащиеся в них флавоноиды обладают способностью снимать сосудистые спазмы, повышать прочность капилляров, понижать артериальное давление, положительно воздействовать на кровь. Среди других веществ следует отметить бетаин и бетанин – эти уникальные, пока не обнаруженные в других веществах алкалоидоподобные соединения способствуют расщеплению и усвоению пищи и участвуют в образовании холина, улучшающего работу печени, повышающего жизнедеятельность её клеток, благодаря этим веществам свёкла укрепляет капилляры, снижает содержание холестерина в крови, улучшает жировой обмен, предотвращает жировое перерождение печени и оказывает противосклеротическое действие.

Разнообразные макро- и микроэлементы поддерживают многие функции организма: в 100 г свёклы содержится 288 мг калия, 40-45 мг магния, 1400 мкг железа, 140 мкг меди, довольно много марганца, цинка, йода; найдены фосфор, фтор, кобальт, кальций. Уникальное соотношение натрия и кальция (10:1 способствует растворимости кальция и выведению его избытка из организма). Причиной роста уровня сахара в крови может быть недостаток хрома. Круг растений, способных накапливать этот элемент, ограничен, а свёкла содержит и хром. Благодаря магнию, регулирующему сосудистый тонус и препятствующему образованию тромбов в сосудах, свёкла способствует понижению артериального давления. Ценно, что этот овощ содержит много йода, обладающего противосклеротическим действием. Свёкла – рекордсмен среди овощей по содержанию цинка. Для диабетиков важно, что цинк увеличивает продолжительность действия гормона поджелудочной железы – инсулина. Имеющийся в значительных количествах кобальт используется микрофлорой кишечника для синтеза витамина В₁₂, в сочетании с фолиевой кислотой он обеспечивает активное формирование эритроцитов в костном мозге. В целом, комплекс витаминов группы В и микроэлементов свёклы положительно влияет на кроветворение и нормализует обмен веществ.

Минеральные соли свёклы находятся в основном в щелочных соединениях. Благодаря этому она помогает поддерживать кислотно-щелочное равновесие организма при питании продуктами, содержащими много кислых соединений (например, мяса и рыбы). Все эти вещества интенсифицируют обменные процессы.

Тыква, семейства тыквенные (Cucurbitaceae) или тыква обыкновенная (Cucurbitarero L.) является очень вкусным, полезным и лечебным овощем, содержащим значительное количество каротина и витаминов.

Самое ценное вещество, содержащееся в тыкве – это каротин (провитамин А), в ней также содержатся витамины В₁, В₂, В₆, С, Д, РР, Е, а также довольно редкий витамин Т, влияющий на обменные процессы в организме.

Мякоть плодов тыквы содержит сахара, пектины, соли калия, кальция, магния, железа, меди, кобальта, цинка, железа.

Химический состав свежей тыквы следующий (г/100 г): воды – 91,8; белки – 1,0; жиры 0,1; углеводы – 4,4; моно- и дисахариды – 4,2; крахмал – 0,2; пищевые волокна – 2,0; органические кислоты – 0,1; зола – 0,6; β-каротин 4-70 мг; витамин В₁ – 0,05 мг; витамин В₂ – 0,06 мг; витамин В₅ – 0,4 мг; витамин В₆ – 0,01 мг; витамин В₉ – 14,0 мкг; витамин С – 8,0 мг; витамин РР – 0,5 мг; калий – 204,0 мг; кальций – 25,0 мг; магний – 14,0 мг; натрий – 4,0 мг; цинк – 0,24 мг; йод – 1 мкг; фтор – 86,0 мкг; марганец – 0,04 мг; кобальт – 1 мкг.

Тыквенная мякоть содержит относительно высокое количество витаминов и минеральных веществ.

Тыква считается продуктом диетического питания. Клетчатка тыквы легко усваивается даже слабым организмом, вот поэтому тыквенные блюда, рекомендуются для функционального, лечебного и профилактического питания.

Имбирь (*Zingiber officinale*) – многолетнее травянистое растение семейства имбирных, родиной которого является Южная Азия. В диком виде нигде не растёт. Культивируется в тропических областях Южной Азии, Южной Америки и Западной Африки. Крупнейшими производителями имбиря в настоящее время являются Нигерия, Малайзия, Япония, Китай, Западная Индия и Бразилия. Под названием «имбирь» в торговлю поступают сухие, соответствующим образом обработанные корневища нескольких видов растений.

Корневища имбиря содержат в своём составе до 4% эфирного масла, главной составной частью которого является цингеберен (до 70%), придающий продукту характерный аромат. Кроме того в масле содержится цингиберол, камфен, цинеол, цитрал и ряд других соединений. Клубни и продукция из них имеют резкий, острый вкус, который обусловлен наличием фенолоподобного вещества гингерола. В имбире много белка, углеводов, представленном в основном крахмалом клетчатки. Минеральный состав представлен солями магния, фосфора, кальция, железом, натрием калием и цинком. Богат витаминами С, В₁, В₂ и А.

Данная пряность широко применяется в кулинарии, медицине и косметологии. Как лечебное средство имбирь известен уже более 2000 лет. Научные исследования показали, что компоненты корня имбиря обладают антиоксидантным, противовоспалительным, противомикробным, спазмолитическим действием, снижают уровень холестерина и сахара в крови. Имбирь эффективен при морской болезни, помогает при острых респираторных заболеваниях и гриппе, оказывает благоприятное действие на сердечно-сосудистую систему (препятствует сгущению крови), повышает общий тонус. Имбирь является простым и эффективным средством для снятия головной боли, боли при ушибах и растяжениях, при радикулите. Корневища имбиря включены в 1-6 издания отечественной фармакологии, также входят в европейскую и Британскую фармакопии. Их включают во многие комплексные лекарственные средства.

В кулинарии имбирь в основном добавляют в сладкие блюда – печенья, пудинги, торты, кексы, мармелады, желе и так далее, в смеси с солью употреб-

ляется для сдобивания сыров, изделий из мяса, рыбы, варёной курицы, жареного мяса и овощей. С давних пор добавляют имбирь в пунши. Производят имбирные вина, водки, ликёры. В русской кухне имбирь был одной из самых любимых пряностей.

Таким образом, рассмотренное выше растительное сырьё с определённой долей вероятности можно отнести к поставщикам биологически активных веществ (БАВ) и физиологически ценных ингредиентов для человека.

1.1.3 Роль и значение биологически активных веществ и физиологически ценных ингредиентов соевого сырья в питании человека

Основным видом растительного белкового сырья на Дальнем Востоке является соевое зерно, которое не имеет трансгенных изменений.

Прогнозы показывают, что важность вопросов рационального питания и здоровья будут возрастать в условиях повышенного интереса общества к вопросам питательности пищевых продуктов, поэтому белок сои будет всё больше обращать на себя внимание как высокопитательный, функциональный и рентабельный пищевой ингредиент (Баранов В.Ф., Клюка В.И. и др.).

Продукты из соевого белка будут обеспечивать необходимые балансы белка в продуктах питания, поскольку они воспроизводят текстуру традиционной пищи (Толстогузов В.Б. и др.).

Основное внимание в будущем будет уделяться новой технологии и методам приготовления составов, а также принципиально новым продуктам, нежели вариациям существующих. Произойдёт революция в рецептуре продуктов, прежде всего в традиционно-консервативной индустрии – мясной, молочной, рыбной и пищевых концентратах. Устаревшие идеи отойдут в прошлое, а новые продукты питания будут составляться на основе доступных ингредиентов, усовершенствованной технологии производства и распределения, потребностей рынка и новых требований к питательным свойствам пищи. Эти новые тенденции открывают также новые возможности для производителей белка сои.

Если стоимость земледелия и кормов возрастёт, то цены на говядину, свинину, птицу также повысятся. Пищевой промышленности понадобятся новые источники дешёвых эффективных белков, которые она найдёт в сое и морских продуктах.

Исходя из этого, белковые соевые продукты смогут сыграть важную роль в удовлетворении потребностей человека в питательных продуктах. Они разработаны для повышения питательности разнообразных продуктов и могут быть использованы, как частичный или полный заменитель мясных, молочных, яичных и зерновых белков. Белки сои, благодаря их функциональным свойствам могут дополнять или улучшать питательные качества готовой пищи, а также помогут снизить стоимость её производства (Толстогузов В.Б.).

Все белковые продукты из сои завоевывают признание как полезные и рентабельные ингредиенты в производстве традиционных продуктов питания, а также в создании новых видов пищи. Можно ожидать, что эта тенденция будет продолжаться с развитием новых пищевых продуктов и улучшением климата в сфере государственного регулирования, отражающем вопросы питания и экономических потребностей рынка (Подобедов А.В. и др.).

Валовое производство сои в мире, как источника полноценного белка и эссенциальных жирных кислот и в настоящее время сохраняет свою тенденцию к увеличению (Доценко С.М., Тильба В.А. и др).

При этом, как показывают статистические данные, рост производства сои характерен и для России и для российского Дальнего Востока. Так в 2000 году валовой сбор сои в РФ составил 342 тыс. тонн, в 2007 г – 650 тыс. тонн, в 2010 г – 1223 тыс. тонн, а в 2012 году – 1800 тыс. тонн.

Данные по производству сои на российском Дальнем Востоке представлены в таблице 1.12.

В тоже время по оценкам потребность РФ в сое составляет как минимум 6,5 млн. тонн. Следует отметить, что в РФ традиционно соя используется на кормовые цели.

Таблица 1.12

Производство сои на российском Дальнем Востоке

Регионы округа	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Посевная площадь, тыс.га*							
ДФО в т.ч.	512,8	504,4	548,2	626,7	710,4	792,5	952,1(874,5)
Амурская область	310,1	313,9	359,8	401,6	484,1	565,8	682,4(671,2)
Приморский край	134,5	121,0	116,3	146,9	139,1	141,4	178,0(136,2)
Хабаровский край	11,0	9,9	10,9	13,6	15,1	12,4	14,2(13,1)
Еврейская АО	57,2	59,6	61,3	64,5	72,1	72,9	77,5(54,0)
Урожайность, т/га							
ДФО в т.ч.:	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,2
Амурская область	0,7	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,2
Приморский край	0,9	0,7	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1
Хабаровский край	0,9	1,0	0,8	0,8	0,9	1,1	1,2
Еврейская АО	1,0	1,1	1,0	0,7	1,1	1,3	1,2
Валовой сбор, тыс.т							
ДФО в т.ч.	414,9	338,7	509,8	626,6	816,6	1109,5	1041,7
Амурская область	2322,2	245,6	323,8	435,6	569,9	832,8	812,0
Приморский край	122,6	77,8	110,3	133,6	152,1	168,3	156,3
Хабаровский край	10,6	9,9	9,3	11,6	14,7	14,4	16,5
Еврейская АО	59,5	55,4	66,4	45,8	79,7	100,0	56,9

*- в скобках указана убранная площадь

Однако в последнее десятилетие несколько увеличилось производство масла экстракционным способом. При этом, практически открытым остаётся вопрос о возможности и целесообразности использования соевого белкового компонента в продуктах питания. Связано это с тем, что разработке и созданию продуктов питания с использованием соевых компонентов в России не уделяется должного внимания. По этой же причине российский потребитель и в настоящее время не имеет достаточно полной и достоверной информации о полезных свойствах сои и её составных компонентов.

Степень решения этой проблемы, на сегодняшний день, характеризуется, прежде всего, наличием той базы научно обоснованных данных, которая определяет достигнутый уровень с использованием традиционных подходов к решению проблемы переработки сои на пищевые цели.

Вполне очевидно, что этот уровень для России должен определяться, прежде всего, инновационным подходом с учётом положений доктрины продо-

вольственной безопасности РФ и основами государственной политики в области здорового питания населения на период до 2020 г.

Что касается традиционных подходов, то известны две условно разделяемые технологии получения пищевых продуктов из сои – западная и азиатская (рис. 1.1).

По первой получают соевое масло и тостированный шрот, на основе которого производят продукты сухой формы, так называемые изоляты, концентраты, текстураты, обезжиренную соевую муку и др. Это достаточно хорошо отработанная технология, которая в широких масштабах в настоящее время используется не только в США, но и в КНР. Есть ещё и третья технология – технология производства необезжиренной соевой муки. Для данных технологий требуются адаптированные под каждую из них сорта сои пищевого назначения (Доценко С.М., Тильба В.А.).

Из сои выделены термостабильные вещества, способные вызвать эстрогенный отклик у подопытных животных. Это изофлавоны генистеин, диадзеин, глицитеин, биоханин А, формонетин, 6,7,4-триоксиизофлавоны – органические соединения, существующие в форме конъюгированных р-гликозидов: генистин, даидзин и так далее, эти конъюгированные гликозиды в организме подвергаются гидролизу под действием р-гликозидаз, превращаясь в наиболее биологически активную форму – агликоны. Структурные формулы основных изофлавонов, выделенных из сои, представлены в таблице 1.12, показатели их эстрогенной активности относительно диэтилстильбестрола (ДЭС) – в таблице 1.13.

Таблица 1.12

Структурные формулы основных изофлавонов, выделенных из сои

Изофлавоны	R1	R2	R3	R4
Генистеин	ОН	Н	ОН	ОН
Генистин	О-гликозид	Н	ОН	ОН
Дайдзеин	ОН	Н	Н	ОН
Даидзин	О-гликозид	Н	Н	ОН
Глицитеин	ОН	ОСН ₃	Н	ОН
Глицитеин 7-О-р-гликозид	О-гликозид	ОСН ₃	Н	ОН

Таблица 1.13

Эстрогенная активность компонентов, выделенных из соевых семян

Эстроген	Концентрация, мг/кг	Относительная активность
ДЭС	-	100000
Генистин	1664	1,00
Даидзин	581	0,75
Глицитеин 7-О-р-гликозид	338	-
Куместрол	0,4	35

Установлено, что эстрогены обладают выраженным защитным действием на сердечно-сосудистую систему женщин. В эндотелиальных и гладкомышечных клетках сосудов обнаруживается большое количество эстрогенных рецепторов, что свидетельствует о важной роли этих гормонов в функционировании сосудистой системы.



Рис. 1.1. Схема к анализу современного состояния переработки семян сои на пищевые цели

И действительно, как показывают исследования, эстрогены препятствуют миграции и пролиферации гладкомышечных клеток в очагах атеросклеротического повреждения сосудов, оказывают сосудорасширяющее и антитромботическое действие за счёт активации синтеза эндогенного оксида азота, а также обладают непосредственным гипохолестеринемическим и гиполипидемическим эффектами (Gilliganetal., 1994). Резкое снижение уровня эстрагенов – одна из главных причин быстрого развития атеросклероза и других сердечно-сосудистых заболеваний у женщин в менопаузе.

Подобные по структуре половым гормонам –эстрогенам биологически активные вещества сои – изофлавоноиды также обладают умеренной эстрагенной активностью и могут повторять многие благоприятные эффекты эстрогенов, причём не только у женщин, но и у мужчин. Поскольку эти вещества встречаются исключительно в растительной пище, они получили название фитоэстрагенов. В отличие от эстрагенов фитоэстрогены не стероидные соединения, однако их химическое строение в целом повторяет строение эстрогенов, это позволяет фитоэстрогенам связываться с эстрогеновыми рецепторами и оказывать гормоноподобное действие (Setchell, 1998).

Проявляя эстрогенные свойства, изофлавоны нормализуют выработку половых гормонов, регулируют синтез белка и активность внутриклеточных ферментов, препятствуют образованию злокачественных клеток, тормозят процесс ангиогенеза (образования сосудов), обеспечивая тем самым антиканцерогенную направленность. Противораковое действие изофлавонов основывается также на механизме ингибирования протеаз и блокировании выработки раковыми клетками защитных от иммунной системы белков теплового шока и глюкозозависимых белков.

Подобные по структуре и биологической активности эстрогенам изофлавоноиды в сочетании с соевым белком, легкоусвояемым и содержащим комплекс незаменимых аминокислот, обеспечивают общеукрепляющее и профилактическое действие. Люди, не потребляющие соевые продукты, практически полностью лишают себя возможности получать эти вещества, присутствующие в других продуктах в малой дозе.

В последнее время изофлавоноиды привлекли наибольшее внимание в плане антиканцерогенного эффекта, прежде всего один из них – генистеин, эффективность которого доказана в экспериментальных условиях и оказалась наиболее выраженной (Akiyama. Ogawaza. 1991; Daluetal., 1998).

В целом белок сои и его изофлавоны оказывают защитное действие в отношении ряда новообразований (Daluetal., 1998; Upadhyaya, El-Bayoumy, 1998). Так, содержание 111 мкг соевого генистеина в корме замедляло иницирующую фазу вызываемой DMBA опухоли молочной железы у крыс (Upadhyaya, El-Bayoumy, 1998), увеличение его до 222 мкг имело слабый эффект. Эпидемиологические исследования свидетельствуют, что изофлавоны сои создают защитный эффект при развитии рака толстой кишки у человека. Исследование на животных с включением различной дозы соевых изофлавонов показывают, что в той концентрации, в которой они находятся в «западной» диете (высокожирной, рафинированной) изофлавоны сои не способны замедлять кишечное

развитие опухоли у человека. Было установлено, что генистеин может действовать *in vivo* и *in vitro* как антогонист эстрогена, и стимулировать рост молочной железы.

Как свидетельствуют экспериментальные и клинические исследования, диета, богатая изофлавоноидами, сопровождается быстрым и значительным снижением уровня холестерина атерогенных фракций. Так, в 34 из 38 плацебо-контролируемых исследований было отмечено снижение общего холестерина и холестерина липопротеидов низкой плотности более чем на 10% (Anderson et al., 1995). В экспериментальных условиях воздействие изофлавоноидов сои сопровождается значительным уменьшением площади атеросклеротического поражения артерий подопытных животных (Anthony et al., 1998; Setchell, 1998).

Наличие у изофлавонов капилляроукрепляющего, противовоспалительного и антиоксидантного действия может способствовать существенному облегчению течения атеросклеротического процесса и продлению «периода стационарного состояния организма» (Казаков А.Л. и др., 1985;

Иванов Л.В. и др., 1992; Пивоваренко В.Г. и др., 1997). При этом один из механизмов увеличения резистентности сосудов под действием изофлавонов – увеличение текучести липидов биомембран сосудов, что приводит к уменьшению ломкости и увеличению их гибкости (Иванов Л.В. и др., 1992).

Генистеин, диадзеин и глицитеин оказывают гипохолестеринемический эффект у животных и человека. Потенциальные механизмы, которыми белок сои и изофлавоны стимулируют понижение концентрации холестерина в крови, включают состояние щитовидной железы, равновесие желчной кислоты и эстрогенные влияния генистеина и диатзеина.

Для биоханина А и формонетина характерна более высокая активность в сравнении с даидзеином. Они снижают уровень холестерина и триглицеридов в крови, а также понижают уровень фосфолипидов и β -липопротеидов (Казаков А.Л. и др., 1985). При этом наличие в молекулах гликозидов изофлавонов углеводного компонента в положении 4 или 7 усиливает гиполипидемическое действие гликозидов по сравнению с активностью агликонов.

З.А. Хушбакова и другие (1991) изучали степень выраженности гиполипидемической и антиатеросклеротической активности генистеина и биоханина А в экспериментах на самцах белых крыс и кроликов, определяя в сыворотке крови, аорте и печени животных общий холестерин, холестерин липопротеидов высокой плотности, триглицериды и фосфолипиды. Исследуемые изофлавоны использовали в дозе 50 мг/кг орально. Проведённые опыты показали, что генистеин и биоханин А способны заметно препятствовать нарушениям липидного обмена, которые происходят после введения животным тритона WR - 1339. Так, если у крыс контрольной группы через сутки после внутрибрюшинной инъекции этого поверхностно-активного вещества содержание холестерина и триглицеридов в крови возрастало по отношению к интактному уровню в 3,9 и 13,3 раза, то у крыс, предварительно получавших генистин и биоханин А, показатели этих величин были значительно ниже, проведённая работа позволила

авторам рекомендовать изофлавоноиды как потенциальные средства для профилактики и лечения атеросклероза.

Изофлавоноиды сои (генистеин, даидзеин) помимо эстрогенной активности обладают всеми свойствами биофлавоноидов. В частности, с этим связывают их антиагрегационное и выраженное антиоксидантное действие (McNicol, 1993; Anthony et al., 1998). Многие исследователи указывают на выраженный антиоксидантный эффект у изофлавонов сои (Казаков А.Л. и др., 1985; Пивоваренко В.Г. и др., 1997; Arora et al., 1998; Weisburger et al., 1998) преимущественно антиоксидантные свойства ферментированной сои обусловлены генистином, даидзином и 6,7,4-триокси- и 7,4-диоксиизофлавоны в концентрации 0,05% также предохраняют жир от окисления, а тексазин стабилизирует свиной жир.

Антиоксидантное действие веществ флавоновой природы, в том числе изофлавонов, может реализовываться по различным механизмам (Das Mukul, Prasanteb 1988; Пивоваренко В.Г. и др. 1997). По одному из них изофлавоноиды как флавоноиды, реагируют как классические фенольные радикальные ингибиторы, взаимодействуя как с липидными радикалами, так и с активными формами кислорода. Антиоксидантные свойства изофлавонов могут быть связаны со способностью ингибировать липоксигеназу либо образовывать комплексы с ионами Fe^{3+} - активаторами реакции свободно-радикального окисления липидов. Антиоксидантная активность изофлавоноидов также может быть обусловлена повышением активности антиоксидантных ферментов организма – супероксиддисмутазы, глутатионпероксидазы, а также антирадикальной активности против пероксид-нитрит-радикала $NOO^{\cdot}$. При этом получены данные, что изофлавоны в присутствии фосфатидилхолина взаимодействуют в первую очередь с липидными радикалами, а не с супероксид-радикалами кислорода (Пивоваренко В.Г. и др., 1997).

Поскольку эстрогеновые рецепторы обнаруживаются не только в сердечно-сосудистой, но и в других тканях организма, изофлавоноиды оказывают гораздо более широкое лечебно-профилактическое действие.

Как показывает анализ литературных источников соевые семена по содержанию белка, жира, фосфатидов, и некоторых других питательных веществ превосходят многие масличные злаковые культуры. Другого такого сочетания белка, жира, углеводов, минеральных веществ и витаминов ни в растительном, ни в животном мире нет.

Анализ литературных данных также показывает, что соевые семена по общему содержанию белка в 4,0-6,0 раз превосходят крупы из злаковых культур. Общее содержание липидов в соевых семенах в 20 раз выше, чем в крупе.

Только лишь по содержанию углеводов соевые семена уступают крупам в 2,5-3 раза. Минеральных веществ в соевых семенах в 2-6 раз больше, чем в крупе.

Медицинской наукой установлено, что продукты из соевых семян повышают работоспособность организма. Перевариваемость и усвояемость сои, по данным ряда исследований высоки, как в целом, так и по отдельным её компонентам. А именно: перевариваемость жира от 94 до 100%, белка от 77 до 92%, углеводов от 79 до 100%, общая усвояемость 83,9-89,6%. Усвояемость продук-

тов из соевых семян также возрастает при более частом их употреблении в результате привычки организма и развития в желудке бактерий, способствующих перевариванию соевой пищи. Протеин соевых семян также не даёт в организме пуриновых оснований, предполагающих к подагре.

Основной недостаток соевого белка – относительно низкое содержание в нём серосодержащих аминокислот – метионина и цистина. Установлено, что при добавлении метионина биологическая ценность белка сои повышается до уровня белков животного происхождения.

Многочисленными исследованиями установлено, что общий уровень содержания белков ещё не полностью характеризует пищевую ценность того или иного продукта. В питании важно обеспечить не только необходимое количество белков, но и определённое соотношение различных аминокислот, из которых они состоят, особенно незаменимых аминокислот, которые не синтезируются в организме человека и поэтому должны поступать в организм с пищей.

По данным В.Б. Толстогузова соевые белковые продукты могут быть успешно использованы в рационе питания человека для улучшения общего обмена усваиваемых белков и, следовательно, для увеличения питательности смешанных пищевых изделий, содержащих комбинации белков животного и растительного происхождения. Оценка питательности соевых белков, входящих в состав соево-мясных пищевых смесей показал, что при смешивании 30% соевых белков и 70% мяса питательность их превосходит питательность казеина.

Соевые семена, водорастворимая фракция которых составляет 80-90% от общего содержания протеинов, являются источником большого разнообразия ферментов. В соевых семенах присутствуют: уреаза, липаза, липоксигеназа, каталаза, глюкозидаза и другие. Все сорта сои обладают уреазной активностью (Петибская В.С. и др.).

Соевые семена содержат вещества с высокой биологической активностью. Вызывающие торможение и угнетение перевариваемости сои и обмена веществ в организме, а иногда обладающее токсическим действием. Такими веществами являются ингибитор трипсина, гемагглютинин, сапонин и др. (Anderson R.L., Wolf W.J. и др.).

Ингибитор трипсина – белок типа глобулина с молекулярной массой 24000 Д, при тепловой обработке происходит его денатурация, сопровождающаяся потерей ингибирующих свойств.

Многочисленными исследованиями установлено, что высокая степень усвояемости соевого белка зависит от правильной термообработки соевых семян. Необходимость термообработки соевых семян обусловлена ещё и тем, что дезактивируя большую часть ингибитора трипсина, желудочный сок в организме человека не разрушает ингибитор Боумана-Бирка. Он наиболее стоек к действию как тепловых процессов, так и к взаимодействию желудочного сока. Однако данные, полученные в результате исследований показывают, что в случае правильной обработки соевых семян содержание некоторого остаточного количества антипитательных веществ не оказывает существенного влияния на качество пищи. Исследованиями также установлено, что максимальный коэффициент эффективности белка может быть получен в случае, когда 79% антипита-

тельных веществ разрушено. Так, например, при разрушении 50-60% ингибитора трипсина у подопытных крыс не отмечалось больше гипертрофии поджелудочной железы (Messina М. и др.).

Для повышения питательной ценности соевых белков необходимо проводить специальную влаготепловую обработку с целью разрушения ингибитора трипсина и других антипитательных термолабильных белковых веществ.

Липиды, содержащиеся в соевых семенах, на 85% состоят из ненасыщенных жирных кислот, необходимых для здорового функционирования организма.

Ценность соевых липидов обусловлена высоким содержанием глицеридов высоконепредельных жирных кислот, в первую очередь линолевой кислоты. Эта кислота относится к физиологически активным, но она характеризуется слабой биопотенцией и, кроме того, легко окисляется.

Соевые семена – богатый источник фосфатидов, которые на 35% представлены лецитином. Он играет важную роль в процессах пищеварения жиров и углеводов в организме человека, способствует образованию белков и предохраняет их от распада, повышает усвояемость жиров и белков.

Сравнительный анализ химического состава различных культур показывает, что по содержанию белка и незаменимых аминокислот соя имеет большие преимущества не только перед зерновыми масличными культурами, но и среди бобовых ей нет равных (Иольсон Л.М. и др.).

Наличие физиологически активных веществ (биофлавоноиды и т.д.) позволяет считать её необходимой в лечебно-профилактических целях.

При сравнении соевых продуктов с рыбой, как единственного источника белков, было также обнаружено, что белки, содержащиеся в обоих продуктах, обеспечивают сопоставимый азотный баланс. Эти результаты также подтверждены другими исследованиями, в которых рыба по питательности оказалась эквивалентной смеси рыбы с соевым белковым продуктом в соотношении 1:1. При этом низкий уровень холестерина, содержащегося в соево-рыбных смесях, является явным достоинством этих продуктов (Messina М. и др.).

Соя является не только источником белка, но и масла, содержание которого в семенах колеблется в основном от 18 до 27%. В состав сырого масла входят триглицериды и липоидные вещества. Их роль не ограничивается только энергетической ценностью. Они выполняют различные физиологические и биохимические функции.

Триглицериды, состоящие из глицерина и жирных кислот, составляют основную часть липидов. Качество масла определяется содержанием и соотношением жирных кислот. Известно, что насыщенные жирные кислоты используются организмом, в основном, как энергетический материал. Их избыток нежелателен, так как обуславливает повышение уровня холестерина в крови, увеличивает риск развития атеросклероза, ожирения, желчнокаменной болезни. В соевом масле их содержание составляет 13-14%, что значительно ниже, чем в животных жирах (41-66%). В нём преобладают ненасыщенные жирные кислоты (86-87% общего количества).

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) характеризуются наибольшей биологической активностью. Незаменимой является линолевая

кислота, которая не синтезируется организмом человека и должна поступать только с пищей. Биологическая роль ПНЖК велика. Они предшественники в биосинтезе гормоноподобных веществ простагландинов, которые препятствуют отложению холестерина в стенках кровеносных сосудов, предотвращая тем самым образованию атеросклеротических бляшек. Недостаточное содержание ПНЖК приводит к прекращению роста, поражению кожи, изменению проницаемости капилляров.

В последнее время появились работы, в которых подчёркивается не только важность содержания ПНЖК, но и соотношение между линолевой и линоленовой кислотами. Канадские учёные считают, что соотношение между ними должно быть от 4:1 до 10:1. Объединённый комитет ФАО/ВОЗ рекомендует это соотношение от 5:1 до 10:1. Соевое масло вполне удовлетворяет этим требованиям, так как в его составе достаточно большое количество линолевой кислоты (48-57%), а соотношение линолевая:линоленовая кислота составляет у изученных сортов от 4,7:1 до 8,3:1.

Другие растительные масла хуже сбалансированы по жирно-кислотному составу. В оливковом масле отсутствует линоленовая кислота, в подсолнечном в результате целенаправленной селекции её содержание снижено в современных сортах до следовых количеств. По данным ВНИИМК у рапса и горчицы соотношение между линолевой и линоленовой кислотами составляет 1,5-2,6:1, у льна – 0,2-:1. Следовательно, соевое масло наиболее ценно для удовлетворения физиологических потребностей человека.

Масличность соевых семян зависит как от биологических особенностей сорта, так и от условий выращивания.

Токоферолы (α , β , γ , δ) – биологически активные вещества соевого масла. Содержание и функции отдельных фракций их различны:

α -токоферолы характеризуются наибольшей Е-витаминной активностью. Их содержание в масле составляет 100 мг/кг, β , γ , δ -токоферолы обладают антиокислительными свойствами, которые особенно сильно выражены во фракции γ и δ -токоферолов. Наименьшее содержание приходится на долю β -токоферолов (25 мг/кг), наибольшее – γ -токоферолов (775 мг/кг), δ -токоферолы содержатся в масле в количестве 300 мг/кг.

Наличие самого большого количества токоферолов в соевом масле (830-1200 мг/кг) по сравнению с другими видами растительных масел (кукурузным – 910 мг/кг, подсолнечным – 490-680 мг/кг, оливковым – 172 мг/кг) обуславливает его способность в наибольшей степени повышать защитные свойства организма, замедлять старение, и так далее (Петибская В.С. и др.).

Фосфолипиды (фосфотиды) способствуют регенерации мембран, увеличивают детоксикационную способность печени, обладают антиоксидантной активностью, снижают у диабетиков потребность в инсулине, предотвращают дегенеративные изменения в нервных клетках, мышцах, укрепляют капилляры.

Отличительной особенностью сои является самое высокое содержание фосфолипидов по сравнению с другими культурами. В семенах сои их содер-

жание колеблется в пределах 1,6-2,2%; хлопчатника – 1,7-1,8; гороха – 1,0-1,1; подсолнечника – 0,7-0,8; льна – 0,5-0,7; пшеницы – 0,4-0,5; кукурузы – 0,2-0,3%.

В сое содержатся изофлавоны: геннестин (1664 мг/кг), генистеин, даидзин (581 мг/кг), глицитеин (338 мг/кг, куместрол (0,4 мг/кг), которые относятся к термостабильным гликозидам, и не разрушаются при кулинарной обработке. Это биологически активные компоненты семян, обладающие различной эстрогенной активностью.

При этом известно, что соевые семена – один из редких продуктов, содержащих изофлавоны. Они сконцентрированы в гипокотиле сои и отсутствуют в масле.

По химической структуре изофлавоны подобны главному женскому гормону, поэтому соевые изофлавоны обладают многими свойствами эндогенных эстрогенов человека. Кроме того, они имеют и другие важные негормональные свойства, которые привлекли внимание многих исследователей. Считают, что эстрогены нужны не только для женской детородной системы, но также важны для костной системы, нормальной работы сердца и возможно мозга, они излечивают больных от носового кровотечения. После того как в 1992 г. в Вашингтоне провели научный симпозиум, посвященный вопросам предотвращения рака, стали известны и другие аспекты воздействия генистина на организм человека и животных. Оказалось, что он хороший антиокислитель, мощный ингибитор тирозиновых белковых киназ. Генистин не просто подавляет рост раковых клеток, он заставляет их дефференцироваться, то есть из раковых превращаться в нормальные. Результаты исследований, проведенных Национальным институтом рака США и другими исследовательскими учреждениями, показали, что изофлавоны блокируют развитие кровеносных сосудов, питающих злокачественные опухоли (WatanabeS. И др.).

Учитывая разные аспекты влияния изофлавоны генистина на организм человека и тот факт, что соя – редкое растение, содержащее этот компонент, многие учёные считают целесообразным получение лекарственного препарата из сои.

В состав золы соевых семян входят макроэлементы (в мг на 100 г семян): калий 1607, фосфор – 603, кальций – 348, магний 226, сера – 214, кремний – 177, хлор – 64, натрий – 44, а также микроэлементы (в мг на 100 г): железо – 9670, марганец – 2800, бор – 750, медь – 500, никель – 304, молибден – 99, кобальт 31,2, йод – 8,2 (Петибская В.С. и др.).

В соевом зерне содержится (в мг на 100 г): β-каротин – 0,15-2,0, витамин Е – 17,3, пиридоксин (В₆) – 0,7-1,3, ниацин (РР) – 2,1-2,5, пантотеновой кислоты (В₃) – 1,3-2,23, рибофлавин (В₂) – 0,22-0,38, тиамина (В₁) – 0,94-1,8, холина – 270, а также (в мкг на 100 г зерна: биотин 6,0-9,0, фолиевой кислоты 180-200.

Соя превосходит некоторые зерновые культуры по содержанию витамина Е, В₁, В₂, В₆, биотина, холина и фолиевой кислоты (Подобедов А.В. и др.).

Современные представления о количественных и качественных потребностях человека в пищевых веществах, отражённые в концепциях сбалансированного и адекватного питания, показывают, что в процессе нормальной деятельности человек нуждается в определённых количествах энергии и комплексах пищевых веществ: белках, аминокислотах, углеводах, липидах, жирных кислотах, минеральных солях, микроэлементах, витаминах, причём многие из них являются незаменимыми, то есть не вырабатываются в организме, но необходимы ему для биологического развития.

В этой связи, в общем виде физиологические потребности человека в различных веществах, с учётом их энергетической ценности, определены медиками и представлены в виде формулы сбалансированного питания.

На основании доступной нам литературы по биологическому воздействию компонентов сои на организм человека и оценки возможности её использования для лечебных и профилактических целей В.С.Петибской составлена таблица (табл. 1.14), в которой только те химические вещества, которые находятся в семенах сои в количестве, превышающем ряд зерновых и масличных культур, и воздействие которых на организм человека ощутимо и проверено в клинических условиях.

При этом В.С. Петибской отмечается, что указанные в таблице ингредиенты соевого зерна обладают способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций. В целом же семена сои приносят пользу здоровью человека, повышают его сопротивляемость заболеваниям, способны улучшить многие физиологические процессы в организме. Соевые семена и их отдельные компоненты рассматриваются ею как физиологические функциональные и лечебно-профилактические продукты.

Таблица 1.14

Биологическое воздействие компонентов семян сои на организм человека
(Петибская В.С., 2012 г.).

Компонент соевых семян	Биологическое воздействие на организм человека	Показания для использования
1	2	3
Белки	являются структурной и функциональной основой для формирования мышечных и нервных волокон, соединительных тканей суставов, удаляют избыточный холестерин, способствуют образованию липопротеидов высокой плотности	атеросклероз, гиперхолестеринемия, гипертония, сердечно-сосудистые заболевания, хронический гастрит, язва желудка и двенадцатиперстной кишки
	препятствуют образованию тромбов, обеспечивают упругость артерий, обладают иммунномоделирующей активностью, позволяют избежать заболевания подагрой при употреблении их вместо животных белков	комплексная терапия онкологических больных

1	2	3
Полиненасыщенные жирные кислоты	переводят холестерин в легкорастворимые соединения, которые выводятся из организма, повышают эластичность кровеносных сосудов, снижают проницаемость их стенок, являются предшественниками гормонов, регулирующих кровяное давление	гиперхолестеринемия, гипертония, болезни органов дыхания и пищеварения
Фосфолипиды	способствуют регенерации клеточных мембран, антиоксиданты, способствуют сгоранию жиров в печени, усвоению витаминов А, Д, Е, К, предотвращают формирование желчных камней	гиперхолестеринемия, заболевания нервной системы, органов пищеварения, печени, болезни органов дыхания
Пищевые волокна	понижают содержание холестерина в сыворотке крови, выводят тяжёлые металлы и радионуклиды, повышают перистальтику кишечника, снижают кровяное давление	диабет, запоры, гипертония
Олигосахариды	способствуют оздоровлению микрофлоры кишечника	дисбактериоз
Сапонины	снижают уровень холестерина в крови, обладают антираковыми свойствами	гиперхолестеринемия
Лектины	противовирусное действие, связывают гликопротеины поражённой раковой крови	
Фитин	выводит токсичные вещества и радиоактивные элементы, антиоксидант, укрепляет иммунную систему, снижает риск камнеобразования, может контролировать рост клетки, увеличивая устойчивость ко многим видам рака	предупреждение онкологических заболеваний
Витамины группы В	являются коферментами и участвуют в белковом, углеводном, жировом обмене, катализируют окислительно-восстановительные реакции, улучшают процессы обмена	заболевания органов пищеварения, нервной системы, зрения
Витами Е	антиоксидантное, антитромбическое действие, укрепляет капилляры, снижает содержание триглицеридов крови, предотвращает прилипание липопротеидов низкой плотности к стенкам артерий, улучшает иммунную фракцию, предотвращает образование катаракты	атеросклероз, снижение числа сердечно-сосудистых заболеваний, болезни органов дыхания, заболевания нервной системы

1	2	3
Магний	необходим для эффективного функционирования нервов и мышц, помогает предупредить отложение камней в почках и желчном пузыре, предупреждает сердечные приступы и депрессии	заболевания костно - мышечной системы, в том числе остеопороз, болезни органов пищеварения и нервной системы
Кальций	участвует в передаче нервных импульсов, сокращении мышц, формировании костной ткани, свёртывании крови	заболевания костно-мышечной системы, в том числе остеопороз, болезни органов пищеварения
Фосфор	активатор умственной и физической деятельности, уменьшает боль при артритах, сохраняет в здоровом состоянии дёсна и зубы, принимает участие в передаче нервных импульсов	заболевания нервной, костной системы и органов пищеварения
Калий	нормализует ритм сердца, способствует снижению давления крови, помогает при лечении аллергии, водянки, гипогликемии	сердечно-сосудистая система, гипертония
Изофлавоны (фитоэстрагены)	обладают антиоксидантной, антиаллергической, антиостеопорозной активностью подавляют рост раковых клеток при лейкозе, раке молочной железы, толстой кишки, лёгких, простаты, уменьшают свёртываемость крови, препятствуют образованию тромбов, подавляют функцию щитовидной железы	гормонозависимые онкологические заболевания, гипертирозидизм, остеопороз, возможные противопоказания: детский возраст, беременность, гипотирозидизм
Ингибиторы трипсина	обеспечивают защиту от радиационного излучения, обладают детоксикационными свойствами, блокируют ферменты, стимулирующие рост раковых клеток, блокируют фермент трипсин, расщепляющий белок	защита от неблагоприятных факторов среды, гиперпродукция трипсина, противопоказания: наличие в пищевом продукте свыше 0,5% ингибиторов (с активностью 5 мг/г)

На основании вышеизложенного, согласно В.С. Петибской можно сделать вывод, что «соя является сложнейшей в биохимическом плане культурой, над изучением которой нужно и в дальнейшем работать специалистам различных направлений (селекционерам, технологам перерабатывающей промышленности, гигиенистам, диетологам, медицинским работникам). Особое внимание уделить изучению небесспорной роли фитоэстрогенов (изофлавонов) сои, и их воздействию на организм человека. Необходимы новые научные разработки по созданию функциональных продуктов питания с использованием сои, а также получению чистых препаратов не только соевого белка, но и фосфолипидов, пектинов, клетчатки, олигосахаридов, сапонинов, ингибиторов трипсина, лектинов, изофлавонов сои для использования их в лечебных целях.

На сегодняшний день несомненно то, что соя является непревзойдённым натуральным корректором питания, так как способна устранить в рационе дефицит белка, витаминов группы В, Е, фосфолипидов, полиненасыщенных жирных кислот, клетчатки, минеральных элементов: кальция, магния, фосфора, калия. Одновременно она является источником биологически активных веществ, которые могут быть использованы для создания продуктов лечебно-профилактического назначения.

Большинство технологий переработки сои обеспечивает безопасность соевых продуктов. А создание селекционерами новых низкоингибиторных высокобелковых сортов позволит повысить их биологическую ценность и смягчить или упростить режимы технологической переработки семян.

1.2 Современные и перспективные тенденции в создании продуктов питания функциональной направленности

Важнейшим из достижений научно-технического прогресса, в области производства продовольствия на сегодняшний день является возникновение новой пищевой технологии, которая объединяет два типа производств: технологию получения белка и других пищевых продуктов и, прежде всего, из различных природных источников – традиционных и новых, и технологию переработки смесей пищевых веществ в новые пищевые продукты массового потребления. При этом основная задача новой технологии состоит в том, чтобы сделать белок и другие пищевые вещества вкусной, привлекательной и полезной пищей, что позволит сформировать спрос на продукты питания в виде новых форм пищи, а также создать экономические предпосылки к широкому производству и использованию для питания, нутриентов различного происхождения.

При этом первостепенное значение имеет очистка пищевого белка и его нейтральные органолептические характеристики. Это имеет место при производстве аналогов мясных, молочных продуктов, макаронных, крупяных и картофельных и других изделий. Для других форм пищи, особенно для аналогов и комбинированных изделий с высоким уровнем замены сырья (30-50% и выше), существенное значение приобретает применение ароматизирующих вкусовых добавок и пищевых красителей. Их использование в значительной мере зависит от органолептических и функциональных характеристик, изолятов и текстуратов, получаемых разными методами, а также от органолептических свойств традиционной системы, в смеси с которой эти белки перерабатываются (Толстогузов В. Б. и др).

В этой связи важное значение приобретают, с одной стороны, такие функциональные свойства белковых текстуратов и связующих, как прокрашиваемость, способность обратимо и без искажений сорбировать ароматические и вкусовые вещества, а с другой – такие свойства традиционных систем, как способность маскировать нежелательный вкус и запах текстурата. Так текстураты

белка, обеспечивают замену традиционного сырья в мясных паштетах на 40-50% и на 50-80% в печёночных паштетах.

Добавки вкусовых, ароматических и окрашивающих веществ и композиций играют существенную роль при производстве и сбыте многих традиционных и новых форм пищевых продуктов. Особенно это относится к проблемам придания вкуса, запаха и цвета большинству аналогов пищевых продуктов. В этой связи важным аспектом проблемы является разработка технологии получения необходимых композиций, введения их в пищевые продукты, обеспечения методов контроля органолептических характеристик этих продуктов, а также вопросы допустимости применения тех или иных вкусовых, ароматизирующих веществ и красителей с медико-биологических позиций.

Для придания вкуса и запаха традиционным или новым пищевым продуктам в промышленности используют искусственно получаемые композиции. К ним относятся мясные, рыбные и другие бульоны, многие животные жиры, рыбий жир, молоки рыб, гидролизаты и автолизаты белков, различные экстракты, сиропы, плодово-ягодные композиции, пряности и приправы.

Условно выделяют два аспекта проблемы придания вкуса и запаха пищевым продуктам. Первый из них заключается в анализе компонентов вкуса и запаха традиционного продукта, определении основных веществ, ответственных за его вкус и запах, а также получении ароматизирующих и вкусовых композиций соответствующего состава. Это направление исследований связано с разработкой методов качественного и количественного анализа следовых количеств и органических веществ в смесях сложного состава, сенсорного анализа пищевых продуктов, ароматических и вкусовых композиций, а также изучение корреляций между данными анализа химического состава и сенсорного исследования. Важное значение имеют также исследования и моделирование процессов образования ароматических веществ при взаимодействии редуцирующих сахаров с аминокислотами (реакция Майара), происходящих при кулинарной тепловой обработке пищевых продуктов. Наибольшие успехи достигнуты в направлении газохроматографического анализа летучих компонентов пищевых продуктов и идентификации клеточных веществ, ответственных за запах.

Второй аспект проблемы заключается в изучении поведения ароматических, вкусовых и окрашивающих веществ в многокомпонентной пищевой смеси в процессе её переработки в пищевой продукт, а также в условиях хранения, кулинарной обработки и потребления продукта. Таким образом, если первый аспект проблемы состоит преимущественно в «анализе», то второй – в «синтезе» поликомпонентных пищевых систем. Последний тесно связан с функциональными свойствами пищевых систем и более сложен в научном отношении (Толстогузов В.Б., Гуляев и др.)

Прокрашиваемость продукта, элементов его структуры, равновесные концентрации свободных вкусовых веществ в дисперсной среде продукта, как и упругость паров ароматических веществ над продуктом, зависят от состава, структуры, фазового состояния и условий получения этого продукта. Так, упругость паров отдельных компонентов запаха определяется сорбцией этих веществ в объеме водной и липидной фаз, на внутренних и внешних поверхно-

стях раздела фаз, конкурентной сорбцией и солюбилизацией белками и полисахаридами, присутствием в продукте других ароматических летучих веществ, а также химическими и физико-химическими изменениями, протекающими при хранении и нагревании пищевого продукта. Поэтому добавление какой-либо ароматической композиции к белку, а тем более к пищевой системе может сопровождаться искажением запаха этой композиции в результате различного поведения отдельных её компонентов в этой системе.

В настоящее время эту проблему решают, в основном, эмпирическим путём, то есть подбором состава композиций и условий их введения в ту или иную пищевую систему. Этот подход обусловлен сложностью и разнообразием пищевых систем, а потому требует развития методов сенсорного анализа и идентификации компонентов, влияющих на органолептические свойства продукта.

Преимущества природных ароматизирующих и вкусовых композиций обусловлены их применением в существенно больших количествах, чем искусственных, а также совместно с фазами-носителями (например, жирами), что снижает вероятность искажения запаха и вкуса пищевых продуктов. Эти возможности, в основном, обеспечиваются за счёт необходимых функциональных свойств белков и перерабатываемых пищевых систем.

Ввиду недостаточного уровня знаний в области физической химии сложных по составу и структуре дисперсных систем, поведение белковых суспензий в составе реальных поликомпонентных пищевых систем научно непредсказуемо. Это связано с тем, что функциональные свойства суспензий, а также свойства реальных пищевых систем, в которые их вводят, в различной мере зависят от величины pH, температуры, размеров частиц, характера их поверхности, а также содержания солей, липидов и других компонентов. Поэтому практическое применение белковых суспензий в реальных поликомпонентных системах требует оценки широкого комплекса их функциональных свойств и изучения корреляций этих свойств с исследуемыми свойствами перерабатываемых пищевых систем и основными показателями качества готовых пищевых изделий.

Гели, представляют собой поликомпонентные системы, содержащие макромолекулярные вещества и низкомолекулярную жидкость (воду) с преобладающим содержанием воды и обладающие свойствами твёрдых тел. Пищевые гели обычно содержат 50-90% и более воды, а в качестве гелеобразователей – белки, полисахариды, их смеси или комплексы. Упругие свойства обусловлены образованием в гелях пространственной сетки взаимодействующих макромолекул, ассоциатов или агрегатов макромолекул-гелеобразователей. Большинство пищевых продуктов представляют собой твёрдые тела, механические и физико-химические свойства которых обусловлены их гелеобразным состоянием. Основной прием получения большинства новых форм пищи заключается в переводе жидкой пищевой системы, содержащей один или несколько гелеобразователей, в гелеобразное состояние. Перевод в гелеобразное состояние перерабатываемой жидкой системы призван обеспечить фиксацию её формы и сообщить ей необходимый комплекс механических и физико-химических свойств. Гелеобразное состояние разнообразных новых форм пищи обуславливает широкий

набор требований к составу, механическим и физико-химическим свойствам пищевых гелей. Отсюда вытекает разнообразие требований к функциональным свойствам белков как гелеобразователей и функциональным свойствам пищевых гелеобразующих систем, используемых для получения пищевых продуктов. Эти требования к функциональным свойствам белков обусловлены необходимостью обеспечить не только необходимую структуру и физико-химические свойства продукта, но и его состав, соответствующий медико-биологическим рекомендациям.

Многие пищевые системы представляют собой поликомпонентные, многофазовые гели, наполненные газообразными, жидкими и твёрдыми дисперсными системами, пространственный каркас которых включает одну или несколько взаимопроникающих сеток из различных гелеобразователей.

Среди пищевых гелей выделяют наполненные, смешанные, комплексные, а также анизотропные гели и ксерогели. Наполненные гели могут содержать другие белки в растворённом и суспензированном состоянии, а также другие пищевые вещества. В смешанных гелях существуют две или более пространственных сетки, образованные различными гелеобразователями. Необходимым условием получения смешанных гелей является термодинамическая совместимость гелеобразователей в системе и отсутствие между ними специфического взаимодействия. Пространственные сетки комплексных гелей образованы продуктами взаимодействия различных гелеобразователей, например, комплексами белков с полисахаридами или другими белками.

Анизотропные пищевые гели характеризуются различными физико-химическими свойствами в разных направлениях, а поэтому представляют большой интерес в связи с производством аналогов и комбинированных продуктов. Придание анизотропии пищевым гелям обычно обеспечивается ориентацией элементов структуры гелей механическим путём или же путём получения гелей, наполненных ориентированными белковыми волокнами. Ксерогели (сухие фарши) получают для продолжительного хранения пищевых продуктов и текстуратов белка (Гинзбург А.С. и др.).

Эти группы пищевых гелей имеют большое значение в связи с возможностью регулирования состава, а также физико-химических свойств (смешанные, комплексные, анизотропные и ксерогели) пищевых продуктов. Исследования этих гелей представляют большой интерес в связи с моделированием поликомпонентных пищевых систем и изучения закономерностей изменения их функциональных свойств.

При получении новых форм пищи используют три основных процесса гелеобразования: термотропное, ионотропное и лиотропное. Термотропные гели образуются при нагревании или охлаждении жидкой системы, содержащей один или несколько гелеобразователей (желатин). Ионотропные гели возникают при изменении ионного состава системы, обычно в результате изменения рН системы и взаимодействия гелеобразователей с ионами металлов. К таким процессам относятся процессы получения пищевых белков и полисахаридных волокон методом мокрого прядения. Лиотропные гели образуются в результате концентрирования жидких растворов или дисперсных систем, содержащих ге-

леообразователь. Процесс лиотропного гелеобразования лежит в основе получения сыровяленых колбас, текстуратов белка пористой структуры, получаемых методом замораживания белковых суспензий и так далее. Процессы образования лиотропных гелей и регулирования их функциональных свойств изучены меньше, чем для термотропных и ионотропных гелей. Важное значение для применения белков как гелеобразователей, с точки зрения технологии получения новых форм пищи и белковых текстуратов, имеют условия перевода жидкой системы в гелеобразное состояние. Эти условия должны обеспечивать достаточно быстрое протекание процесса гелеобразования с регулируемой скоростью и не требовать сложного оборудования. Для получения объёмных (трёхмерных) продуктов наиболее удобны методы термотропного гелеобразования. Ввиду относительно низких скоростей диффузии осадителей или ионов металлов в растворы пищевых макромолекулярных веществ процессы ионотропного гелеобразования наиболее эффективны при получении одно- и двухмерных гелей-волокон и плёнок (Толстогузов В.Б. и др.).

В настоящее время исследованы и оптимизированы условия получения термотропных гелей с максимальным модулем упругости, максимальная скорость формирования пищевых волокон при ионотропном гелеобразовании.

Важным функциональным свойством гелеобразователей является концентрационная зависимость физико-химических характеристик гелей, а также её изменение при изменении pH, содержания в системе солей и различных пищевых веществ. Она определяет возможность регулирования физико-химических свойств гелей без существенного увеличения расхода гелеобразователя, а также возможность регулирования состава и биологической ценности пищевого продукта при сохранении его физико-химических свойств.

При выборе гелеобразователя стремятся к тому, чтобы его концентрация в продукте и, соответственно, расход были минимальными и в то же время обеспечивали необходимые физико-химические свойства продукта. Это диктуется не только экономическими соображениями, но и тем обстоятельством, что снижение концентрации гелеобразователя благоприятно для его совместимости с пищевыми веществами, другими гелеобразователями или наполнителями гелей. Исключения составляют гели белков с относительно высокой биологической ценностью, концентрация которых в продукте может превышать 10-15%.

Возможность повышения концентрации гелеобразователя с целью увеличения биологической ценности продукта ограничена повышением упругих свойств геля до определённых пределов, связанных консистенцией готового изделия. Зависимость модуля упругости гелей от концентрации описывается теоретической зависимостью, полученной на основании теории гелеобразования Флори-Штокмайера.

Ввиду разнообразия составов и физико-химических свойств пищевых продуктов, многообразия форм пищи, их назначения, условий производства, хранения и кулинарной обработки комплекс требований к функциональным свойствам пищевых гелей очень широк. Он характеризуется прочностью, твёрдостью, эластичностью, областью температур размягчения и плавления, степенью и скоростью набухания, способностью к синерезису и старению в различ-

ных условиях производства и хранения, смачиваемостью и адгезией, способностью сорбировать и десорбировать ароматические вещества и пищевые красители, а также скоростью и степенью высушивания и регидротации, термомеханическими свойствами, продолжительностью сохранения реологических и адгезионных свойств, формы и целостности в нагретом, набухшем и нагруженном состоянии, скоростью перехода пищевых веществ в воду при варке и т.д. (Толстогузов В.Б.).

Функциональные свойства гелей определяют не только консистенцию, сочность, липкость и другие органолептические свойства пищевых продуктов, но также и приёмы их технологической, кулинарной обработки, хранения и применения. Они специфичны для тех или иных пищевых продуктов. Для получения новых форм пищи, применяемых в холодном виде и не требующих высокотемпературной кулинарной обработки (аналоги зернистой икры, мясных завтраков, паст, паштетов, молочных продуктов и т.д.) используют сравнительно низкоплавкие гели, такие как желатин или полисахариды (агароид, каррагинан и др.), наполненные белком. При этом многие пищевые продукты применяют в горячем виде и подвергают жёсткой термической или гидротермической (варка) обработке. В этом случае гели должны выдерживать нагревание в воздушной, масляной и водной средах. Для их получения используют белки, денатурирующие при нагревании, изоляты белка сои, пшеничный глютен, миофибриллярные белки, яичный альбумин и тому подобное, а также наполненные белками гели полисахаридов, пространственные сетки которых образованы ионно-координационными связями, в виде гелей альгината или пектината кальция. Термонеобратимы и нерастворимы при нагревании гели белков, в организации пространственных сеток которых ведущая роль принадлежит ковалентным связям. К таким белковым гелям относятся гели пшеничной клейковины, ряда альбуминов. А также гели, получаемые при высокотемпературной экстракции белка сои и других белков.

Для пищевых продуктов, подвергаемых варке при регидратации, важное значение имеет набухание гелей, которое протекает во времени вплоть до достижения максимальной в данных условиях степени набухания. Эти величины оцениваются отношением массы или объёма набухшего геля к исходному.

Для пищевых продуктов и текстуратов белка, предназначенных для продолжительного хранения в сухом виде, важным свойством является регидротация. Ксерогели должны быстро и ограниченно набухать в воде, сохраняя форму, целостность, и приобретать в набухшем состоянии необходимую консистенцию. Эти свойства очень важны для гелей, используемых для получения аналогов и комбинированных сухих фаршей и так далее важным свойством ксерогелей является так называемая «Память» гелей. Это явление было открыто Арисцем и заключается в том, что степень набухания ксерогеля обратно пропорциональна концентрации геля, высушиванием которого был получен ксерогель. Свойства ксерогелей чувствительны к предистории их получения.

Регулирование функциональных свойств белка, как важнейшего критерия качества имеет решающее значение для его использования в составе разнообразных пищевых продуктов. Цель регулирования, с одной стороны, повысить

или изменить то или иное одно или комплекс функциональных свойств белка для обеспечения стабильности технологического процесса и качества получаемых продуктов; с другой стороны – обеспечить качественно новые функциональные свойства белка, с тем, чтобы расширить диапазон методов, применяемых для переработки и ассортимент получаемых пищевых продуктов (Толстогузов В.Б. и др.).

Регулирование функциональных свойств белка обеспечивается выбором методов и режимов его выделения. При этом, путём изменения режимов и параметров технологического процесса стремятся обеспечить возможность производства белков с различными функциональными свойствами.

Регулирование функциональных свойств белка в процессе его производства из различных источников также обеспечивается подбором условий экстракции, осаждения (коагуляции), растворении и сушки белка. Эти условия определяют степень денатурации, деструкции, фракционный состав, природу и количество примесей, природу белковых частиц как продуктов гидролиза, агрегации и ассоциации. Требования к очистке белка различны. Для обеспечения необходимой продолжительности хранения белка без существенного изменения его функциональных свойств удаляют липиды, а в ряде случаев отделяют минеральные примеси, препятствующие получению поликомпонентных систем необходимого состава и фазового состояния.

Помимо варьирования методов и режимов выделения белка функциональные свойства регулируют за счёт изменения заряда или ионного состава белка при получении протеинатов натрия, калия или кальция. В этом случае белок перед сушкой растворяют в соответствующем растворе щёлочи и получают продукты с различной растворимостью.

К наиболее перспективной в практическом отношении группе методов регулирования функциональных свойств белка относятся физико-химические приёмы. Они более просты в технологическом отношении, не требуют применения непищевых веществ и позволяют эффективно варьировать широкий выбор функциональных свойств. Многие из них уже освоены промышленностью. Среди физико-химических приёмов наибольшее значение имеют три группы методов: термоденатурация белков, комплексообразование белков с другими пищевыми веществами, в первую очередь с полисахаридами, а также фазовое расслоение поликомпонентных белковосодержащих пищевых систем и сопровождающие его эффекты.

Термоденатурацию белков широко используют для регулирования их функциональных свойств, в первую очередь для снижения растворимости белков при их выделении и очистке. Примером является осаждение (термокоагуляция) белков при нагревании их растворов в результате термоденатурации и агрегации денатурированных молекул, соосаждение термоденатурированных белков с другими белками в присутствии солей кальция, в частности, при получении соевого творога, а также термоденатурация белка обезжиренной соевой муки для последующей водной экстракции нежелательных небелковых компонентов с целью очистки белка при получении его концентратов (Толстогузов В.Б. и др.).

В последнее время интерес к термоденатурации белка резко возрос в связи с обнаруженной возможностью получения растворимых продуктов с новыми функциональными свойствами.

Так, соевый творог (тофу в Японии, доуфу в КНР, тубу в Корее, токуа на Филиппинах) получают из неароматизированного соевого молока.

Соевый творог тофу выпускают в виде обычного и мягкого. Тофу обычно содержит около 6% белка, около 3,5% липидов и 88% воды.

Процессы получения обычного и мягкого тофу различаются концентрацией белка в исходном соевом молоке: в первом случае она ниже, во втором – выше критической концентрации гелеобразования. Соответственно в первом случае белок осаждается и отделяется сыворотка, а во втором – образуются гели в объёме всей системы (Иольсон и др.)

Для получения мягкого тофу соевое молоко разбавляют приблизительно до 10%-го содержания сухих веществ, затем нагревают в течение 3 мин при 100°C, фильтруют и после охлаждения до 70°C добавляют сульфат кальция, через 40-60 мин вся система в целом переходит в гелеобразное состояние. Для быстрого приготовления тофу в Японии используют сухое соевое молоко. Его диспергируют в воде, нагревают в течение 3 мин до температуры 95°C или несколько выше, затем добавляют коагулянт и оставляют стоять в течение 40 мин.

В последнее время спрос на тофу расширяется и в США, где также организовано его производство.

В Японии производят кори-тофу – замороженный соевый творог. Он имеет губчатую структуру. Свежеприготовленный кори-тофу содержит 53-54% белка, 25-26% масла, 7% углеводов, 2,6% золы и около 10% воды.

При производстве кори-тофу для осаждения компонентов соевого молока вместо сульфата кальция используют хлорид кальция. Полученный соевый творог замораживают при минус 10°C в течение 3 часов и хранят при температуре минус 1÷минус 3°C в течение 2-3 недель, после чего оттаивают и промывают водой. В горячей воде кори-тофу набухает, поглощая двукратное по объёму или шестикратное по массе количество воды. При упаковке к сухому кори-тофу добавляют небольшое количество аммиака, чтобы облегчить последующее набухание.

Заводы, выпускающие кори-тофу, перерабатывают в среднем 10-20 т соевых бобов в день. Кори-тофу широко используют в кулинарии: варят с овощами, добавляют в супы.

При жарении тофу получают ряд продуктов с пористой структурой и эластичной консистенцией. Степень пористости и консистенции зависит от содержания воды в исходном тофу и от режима жарения. Наиболее распространённый продукт этой группы – абураге. Его получают путём двухстадийного жарения: сначала при 120°C, а затем при 180-200°C. Абураге имеет жёлто-коричневый цвет и имитирует консистенцию мяса дикого гуся. Его производят на довольно крупных промышленных предприятиях. В последнее время вместо свежего тофу используют также изолят белка сои.

Традиционный японский продукт юба готовят, нагревая соевое молоко в плоских сосудах, при температуре несколько ниже температуры кипения на по-

верхности молока образуется плёнка, которую снимают и сушат при комнатной температуре. Ююба содержит 52-53% белка, 24% жира, 12% растворимых углеводов, 8-9% воды и 3% золы.

В КНР производят суфу – ферментированный тофу. Это сыроподобный продукт.

В последнее время во многих странах мира на основе соевого молока получило развитие производство продуктов для детского питания, а также комбинированных молочных продуктов. Наибольших успехов достигли Бразилия и Мексика.

В Мексике наряду с традиционным методом получения соевого молока из муки семян сои освоена технология непрерывного получения комбинированного творога из смеси коровьего и соевого молока, а также производство мягких сыров (с использованием ренина) с 25-27%-й заменой коровьего молока. Стоимость комбинированных сыров, содержащих около 50% соевого белка, на 50-60% ниже, чем традиционных. Соевое молоко содержит 3-3,5% белка и около 5% жира. Оно имеет высокие органолептические свойства, слабый соевый вкус и запах. Его стоимость составляет около 80% от стоимости коровьего молока. Мороженое, получаемое на основе соевого молока, на 50% дешевле обычного.

В качестве белка для производства аналогов и комбинированных молочных продуктов в последнее время всё более широко используют изоляты белка семян сои с необходимыми функциональными свойствами, а также их смеси с концентратами белка сои, обезжиренным молоком, белками молочной сыворотки и казеинами. Сливочное масло при производстве этих продуктов обычно заменяют частично или полностью гидрогенизированным растительным маслом с физическими свойствами, подобными жиру коровьего молока. Так, комбинированное молоко получают на основе смеси обезжиренного молока и изолята белка сои с добавлением 3% частично гидрогенизированного растительного масла и 5-7% сахарозы. Его себестоимость на 45-50% ниже, чем коровьего молока. Для получения отбеливателей для кофе в 0,7-2%-й раствор изолята белка сои добавляют 0,5-1% эмульгаторов, 10-15% сахара или патоки, 2-3% буферной соли и эмульгируют в нём около 10% гидрогенизированного растительного масла.

Изолят белка семян сои с необходимыми функциональными свойствами позволяет заменить до 25-50% белков молока при производстве сыров. В пастообразных продуктах допустимый уровень замены молочного сырья достигает 100%. Широкое применение нашла также замена казеина при производстве сыров на белки сладкой молочной сыворотки. Быстрое развитие производства таких сыров обусловлено как их экономичностью, так и высокими вкусовыми качествами.

Использование изолятов белка семян сои позволяет существенно упростить технологию производства тофу, снизив его стоимость на 80%.

Для получения мягкого тофу изолят белка сои тщательно диспергируют в воде, получая 8-10%-ю суспензию, после чего в ней эмульгируют 4-5% растительного масла. Для получения обычного тофу в

3-6%-ном растворе изолята белка диспергируют 2-3% растительного масла. Полученные эмульсии пастеризуют при 80°C и при той же температуре вводят 1% дельта-глюконолактона, перемешивают в течение 20-30 мин до осаждения белка, который охлаждают и отделяют от сыворотки (в случае обычного тофу), или же выдерживают до образования геля в объёме всей системы (в случае мягкого тофу).

В ТГЭУ (г.Владивосток) разработана пищевая эмульсионная паста и способ её получения, которая содержит жировую основу из смеси ароматизированных коптильным препаратом растительных масел, выбранных из группы оливкового, соевого, подсолнечного, при соотношении ω -6 и ω -3 жирных кислот 1:9,0-10,5), пюре из молок лососевых рыб, экстракт корня мыльнянки в качестве эмульгатора, ламиналь в качестве стабилизатора, а также аскорбиновую кислоту и соль. Способ получения пасты заключается во введении в эмульгатор при постоянном перемешивании сначала жировой основы, затем пюре из лососевых рыб, ламиналь и остальные пищевые добавки, при этом гомогенизацию смеси проводят со скоростью не менее 1500 об/мин. Использование предложенной группы изобретений позволяет нормализовать обменные процессы организма и укрепить иммунную систему.

В ООО «Ингредиент» (г.Санкт-Петербург) разработан способ сушки продуктов животного происхождения, рыбы и морепродуктов, включающий подготовку поступающего продукта: нарезку, мойку, варку, охлаждение, измельчение с внесением пищевой добавки, бульона, специй и антиоксидантов, сушку полученного фарша и фасовку. Перед сушкой фарш замораживают в интервале температур от минус 10 до минус 18°C в течение 10-12 часов, а сушку проводят СВЧ-излучением при температуре 21-70°C до требуемой конечной влажности. В качестве пищевой добавки используют соевую муку. В качестве антиоксиданта используют смесь БОА+БОТ (E320+E321) и изоаскорбат (E316). Предложенный способ позволяет ускорить процесс сушки и регидратации при последующем употреблении.

1.3 Особенности традиционных пищевых систем как аналогов продуктов функциональной направленности

В современном понимании пища рассматривается как комплекс биологически активных веществ, регулирующих отдельные функции организма.

В связи с тем, что с каждым годом обеспечение населения достаточным количеством высококачественных продуктов питания становится всё более проблематично, предусматривается постоянное использование в рационе, наряду с традиционными натуральными продуктами питания, продуктов с улучшенными потребительскими свойствами и повышенной пищевой ценностью, продуктов с заданными свойствами (обогащённых эссенциальными пищевыми веществами и микронутриентами), а также биологически активных добавок к пище (концентраты микронутриентов и других минорных непищевых биологи-

чески активных веществ) (В.А. Тутельян и др.)). Практическим решением этого является концепция здорового питания.

Сформулирована данная концепция впервые в начале 80-х годов прошлого века в Японии (Wollen; Broekvanden). Под термином «функциональные продукты питания» японские учёные подразумевали использование таких продуктов естественного происхождения, которые при систематическом употреблении оказывали позитивное регулирующее действие на определённые системы организма или их функции и улучшали физическое и психологическое здоровье человека.

Основные положения «Научной концепции функциональных продуктов питания в Европе» разработаны и опубликованы в 1998 г. (Diplock A. Etal.). Согласно этой концепции к продуктам функционального питания относятся продукты, обладающие не только питательной в традиционном смысле этого слова активностью, но и способностью улучшать здоровье человека и/или снижать риск возникновения заболеваний.

В российской науке термин «функциональные продукты питания» был введён Б.А. Шендеровым в 1994 г. (Шендеров) – это продукты специального назначения естественного и искусственного происхождения с заданными свойствами, которые предназначены для систематического ежедневного употребления и направлены на восполнение недостатка в организме прежде всего регуляторных пищевых субстанций, оказывая регулирующее действие на физиологические функции, биохимические реакции и психосоциальное поведение человека, подобные продукты поддерживают физическое и духовное здоровье и снижают риск возникновения заболеваний.

Обогащение продуктов питания – это добавка к ним любых эссенциальных пищевых веществ и минорных компонентов: витаминов, макро- и микро-элементов, пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов и других биологически активных веществ природного происхождения с целью сохранения или улучшения питательной ценности отдельных продуктов или общей диеты для детерминированных групп населения. Одним из путей обогащения продуктов питания является создание пищевых продуктов поликомпонентного состава с заданными свойствами и направлено на решение следующих задач:

1. Восстановление нормального уровня содержания питательных веществ, потерянных в процессе обработки или хранения.

2. Повышение естественного уровня содержания питательных веществ с целью обеспечения общей потребности в этом питательном веществе в минимальном количестве потребляемой пищи.

3. Придание продуктам специальных свойств за счёт введения функционально-метаболических ингредиентов.

Такие продукты подразделяются по своему назначению на специализированные, лечебные и лечебно-профилактические, функциональные и должны отвечать следующим требованиям:

- быть безопасными для здоровья потребителя;

- иметь задаваемый уровень пищевой ценности, то есть способность обеспечивать материальный и энергетический баланс организма с учётом физиологических и психологических потребностей индивидуального потребителя или группы потребителей, объединённых региональными, национальными, возрастными, профессиональными или иными признаками;
- обладать помимо нутриентной адекватности, задаваемым уровнем метаболической адекватности или специальных свойств;
- иметь привлекательный товарный вид и эстетическое оформление, с указанием специальных сведений о качестве продукта, направлении его использования.

К категории обогащённых продуктов относят (Шаззо и др.; Пилат и др.):

- специальные продукты для детей, спортсменов, беременных и кормящих женщин, пожилых людей, людей экстремальных профессий: подводников, альпинистов, космонавтов;
- лечебно-профилактические и профилактические продукты для людей, работающих во вредных производствах, проживающих в экологически неблагоприятных районах и предрасположенных или уже страдающих некоторыми заболеваниями (диабет, ожирение, атеросклероз и др.);
- функциональные продукты для здоровых людей и групп риска, предназначенные для широкого круга потребителей, имеющие вид обычной пищи, которые могут и должны потребляться регулярно в составе нормального рациона питания. Потребительские свойства функциональных продуктов включают пищевую ценность и положительное физиологическое воздействие.

Поликомпозиционные продукты питания с задаваемым комплексом показателей пищевой адекватности должны разрабатываться исходя из принципа сбалансированного питания и с учётом основополагающих закономерностей ассимиляции пищевых веществ. Исходной позицией в определении количественных пропорций отдельных компонентов продукта является физиологическая потребность человека в пищевых веществах и энергии, соответствующая полу, возрасту, массе тела, уровню энергозатрат, климатогеографическим условиям проживания, с учётом индивидуальных привычек и национальных особенностей питания (Робертсон; Самсонов).

Физиологическое действие компонентов, входящих в поликомпонентный продукт, неоднозначно, и поэтому необходимо уточнить классификацию входящих в него веществ, при этом выделив группу пищевых веществ, являющихся источником энергии и пластических материалов, и группу микронутриентов, являющихся активаторами метаболических процессов. Исходя из формулы сбалансированного питания, в состав поликомпонентных продуктов питания должны входить питательные вещества шести классов: вода, белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные вещества.

Вода, хотя и не является питательным веществом в прямом смысле слова, также необходима человеку для воспроизведения потерь в различных процессах.

Вещества каждого из указанных классов играют свою особую роль. Именно эти вещества в наибольшей степени ответственны за пищевую и биологическую ценность продуктов питания. В связи с этим целесообразно остано-

виться на их роли в предназначении с позиции создания продуктов с заданной пищевой адекватностью.

Белки являются главными компонентами пищевого рациона и определяют характер питания в целом. Только на фоне физиологически необходимого уровня белка в полной мере проявляются в организме биологические функции других компонентов питания. Белки, поступающие с пищей, выполняют три основные, но неравнозначные функции (Мельников и др.): это основной пластический материал, необходимый для формирования клеток тканей и органов; являются предшественниками ферментных систем, гормонов; вносят вклад в компенсацию энергозатрат организма.

Продукты должны содержать определённое количество незаменимых (триптофан, лейцин, изолейцин, валин, треонин, лизин, метионин, фенилаланин) и заменимых (гистидин, аргинин, цистин, тирозин, аланин, серин, глутаминовая кислота, аспарагиновая кислота, пролин, глицин) аминокислот. Наиболее важными являются незаменимые аминокислоты, так как при отсутствии какой-либо кислоты в белке, он считается биологически неполноценным. При создании продуктов с задаваемой пищевой адекватностью необходимо учитывать особенности питания детерминированной группы, для которой предназначен данный продукт.

Рекомендуемые нормы потребления основных пищевых веществ для основных групп населения (нормы физиологических потребностей) включают 65-100 г белка в сутки для мужчин и 58-87 г белка для женщин в соответствии с коэффициентом физической активности, для людей престарелого и старческого возраста – 61-68 г белка для мужчин и 55-61 г для женщин. Потребность в белке у ребёнка в пересчёте на единицу массы выше, чем у взрослого человека, так как в раннем возрасте процессы роста и развития наиболее интенсивны (Устинова и др.). Белковая недостаточность представляет особую опасность для растущего организма, так как при этом могут развиваться малокровие, рахит, гиповитаминоз, повышенная частота инфекционных заболеваний. Однако не только недостаток, но и избыток белка, особенно при искусственном вскармливании, неблагоприятно отражается на состоянии здоровья ребёнка, так как приводит к нарушению функции почек, повышению нервной возбудимости, развитию аллергических реакций (Ладодо и др.; Мельникова и др.). В детском питании имеет значение не только количество но и качество белка, определяемое его аминокислотным составом и усвояемостью.

Жиры компенсируют до 30% энергетических затрат организма, играют роль запасного, питательного и термоизоляционного материала. Они входят в состав клеток организма, участвуют в обмене веществ, обеспечивают нормальное состояние клеточных мембран и выполнение ими защитных функций. Жиры влияют на усвоение белков, витаминов и минеральных солей (Kinsella). При их недостатке нарушаются все виды обменных процессов, рост и развитие, снижается иммунитет, а избыток липидов приводит к нарушению секреторной деятельности желудочно-кишечного тракта, отложению в тканях жира, повышенному выделению из организма солей кальция и магния (Ладодо и др.; Мельникова и др.).

Биологическая ценность жиров, характеризующая возможность максимального позитивного проявления ими функций как макропитательных веществ, определяется соотношением между насыщенными, мононенасыщенными и полиненасыщенными жирными кислотами, и их рекомендуемое соотношение должно составлять 0,3:0,6:0,1. Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) определяют в значительной мере терапевтическую эффективность диет, предназначенных для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний. Соотношение ПНЖК/насыщенные жирные кислоты рациона являются главной характеристикой качественных особенностей жирового компонента таких диет. Если в рационе здорового человека это соотношение должно быть равным 0,3-0,4, то в противоатеросклеротических диетах оно рекомендуется от 1 до 2.

Углеводы имеют большое значение в питании современного человека: они не только обеспечивают более половины энергетических потребностей, но и участвуют в формировании и сохранении иммунитета человека и микробиологической среды (Ладодо и др.; Марченкова и др.). Углеводы входят в состав нуклеиновых кислот, мембран клеток, соединительной ткани, участвуют в процессе регуляции постоянства внутренней среды организма. В их присутствии улучшается утилизация белков и жиров пищи. Недостаток углеводов вызывает нерациональное использование белков в энергетических целях и вследствие этого – скрытую белковую недостаточность. От углеводного состава рационов питания зависит возникновение и распространение такой патологии, как сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет, ожирение, кариес и др.

Витамины – обязательная составная часть пищевого рациона. Они почти не синтезируются человеческим организмом и должны регулярно поступать в готовом виде в количествах, соответствующих физиологическим потребностям (В.А. Тутельян и др.). Витамины регулируют обменные процессы, участвуют в кроветворении, образовании ферментов и гормонов, окислительных реакций организма. Они повышают сопротивляемость организма различным заболеваниям, воздействию токсинов, радионуклидов, низких или высоких температур и других вредных факторов.

Роль витаминов особенно велика в детском возрасте, что связано с интенсивностью процессов роста, развития, формирования организма ребёнка. Этим определяется и значительно более высокая по сравнению со взрослыми потребность детей в витаминах в расчёте на единицу массы тела. Так, если рекомендуемая норма потребления витамина С на 1 кг массы тела для взрослого человека составляет 1 мг, то для детей 7-10 лет она составляет 2 мг, от года до трёх лет – 3,5 мг, а первых месяцев жизни – 10 мг, то есть в 10 раз больше, чем у взрослого человека.

Недостаточное потребление витаминов наносит существенный вред здоровью: способствует возникновению обменных нарушений, хронических заболеваний, усиливает тяжесть желудочно-кишечных и респираторных заболеваний, повышает риск сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, препятствует нормальному физическому развитию организма.

Результаты регулярных массовых обследований, проводимых Институтом питания РАМН, однозначно свидетельствуют о сильном витаминном дефиците у большей части населения России. Особенно неблагоприятно обстоит дело с обеспеченностью витамином С, недостаток которого, по обобщённым данным, выявляется у 80-90% обследуемых людей. У 40-80% населения недостаточна обеспеченность витаминами В₁, В₂, В₆, фолиевой кислотой; более 40% испытывают недостаток каротина (В.А. Тутельян и др.).

Минеральные вещества являются необходимыми компонентами всех продуктов питания и выполняя разносторонние функции в организме человека, участвуют в формировании опорных тканей скелета, процессах кроветворения, поддерживают на определённом уровне осмотическое давление и кислотно-щелочное состояние крови, являются составной частью ферментов, секретов, гормонов. Беспорядочное поступление микро- и макроэлементов может привести к нарушениям обмена веществ в организме. Важно учитывать, что минеральные вещества полезны только при определённом их соотношении. На усвоение минеральных веществ влияет содержание животного белка в рационе питания, количество поступающих минеральных веществ и формы их соединений.

Сбалансированность минеральных веществ в наибольшей степени изучена в отношении кальция, фосфора и магния.

Кальций принимает участие в образовании костной ткани, регулирует проницаемость клеточных мембран. При недостаточном содержании кальция в пище наблюдается недоразвитие скелета, остеопороз и др.

(В.А. Тутельян и др.). Фосфор входит в состав нуклеиновых кислот, многих коэнзимов, АТФ, необходим для всех процессов фосфорелирования, происходящих в организме. Наиболее благоприятное соотношение кальция и фосфора следующее: для детей раннего возраста I полугодия жизни – 1,5:1,

II полугодия – 1,3:1, что близко к их соотношению в женском молоке (2:1), для взрослого населения – 1:1, для людей пожилого возраста – 1:1,5-1,7

(В.А. Тутельян и др.). При избытке кальция возможен кальциноз почек, аорты и других органов. Избыток фосфора вызывает нарушение солевого обмена, снижает усвоение железа.

Магний является одним из основных катионов внутриклеточной среды, активирует ряд ферментных систем, необходим для формирования костной ткани. При недостаточном потреблении солей магния возникает тетания, трофические изменения кожи, ухудшается усвоение пищи.

Натрий, калий и хлор способствуют регуляции водного, минерального и кислотно-щелочного обмена. По данным отечественных исследователей, ребёнку в возрасте до одного года нужно в сутки 250мг натрия и 450мг калия. Избыток солей натрия препятствует всасыванию кальция, чем, собственно, и объясняется ограничение поваренной соли в питании детей.

Железо входит в состав различных белков и ферментов, которые отвечают за метаболические процессы. При его участии в ткани и клетки поступает кислород и выводится углекислый газ. Рекомендуемая норма потребления с рационом составляет: для мужчин 10 мг/сут, для женщин – 18 мг/сут, а во время

беременности и лактации – 38 и 33 мг/сут (В.А. Тутельян и др.). По данным ВОЗ, дефицит железа отмечается у 43% детей до года. Одно из самых опасных проявлений недостатка железа – железодифицитная анемия, состояние, при котором наблюдается снижение уровня гемоглобина. Дети с анемией позже начинают ходить и говорить, привычными для них становятся острые кишечные и респираторные инфекции. Основным этиологическим фактором дефицита железа у детей является алиментарный, поэтому наиболее рациональным способом предупреждения анемии считается применение продуктов, содержащих большое количество легкоусвояемого железа. На усвояемость железа оказывает большое влияние вид соединений, с которыми оно поступает в организм: геминное железо усваивается на 37,3%, негеминное – на 5,3%. Установлено, что если из мясных продуктов усваивается до 30% железа, то из зерновых всего 5-10%. В присутствии аскорбиновой кислоты, фруктозы и цистеина усвояемость железа повышается.

Роль цинка – защита клеточных мембран от окисления, транспортировка кальция через эти мембраны, нормальное функционирование эндокринной системы. С пищей взрослый человек должен получать цинка 15 мг/сут, а дети до 6 месяцев – 3 мг/сут, а с года до трёх лет – 5 мг/сут (В.А. Тутельян и др.). В тяжелых случаях дефицита цинка нарушается половое развитие ребёнка, созревание костной ткани.

Медь катализирует включение железа в структуру гемма, способствует созреванию эритроцитов, участвует в процессе остеогенеза, защитных функций организма, пигментации. Суточное потребление меди составляет: для взрослых – 2-3 мг/сут, детей раннего возраста около 80 мкг на 1 кг массы тела, для более старших – 40 мкг/сут.

Йод имеет большое значение для нормальной функции щитовидной железы, регуляции нервной и сердечно-сосудистой систем, водно-солевого и других видов обмена. Йододефицитные состояния не только повышают риск развития эндемического зоба, аденом щитовидной железы, но и являются одной из причин низкорослости, глухонемоты и нарушений умственной деятельности. Физиологическая суточная потребность в йоде для взрослых людей составляет 100-150 мкг, беременных женщин – 180 мкг, кормящих – 200 мкг (В.А. Тутельян и др.).

Содержание селена в продуктах оказывает существенное влияние на здоровье и самочувствие человека. Дефицит селена рассматривается как возможный этиологический фактор при некоторых сердечно-сосудистых заболеваниях. Установлено, что в питании детей высокие концентрации этого микроэлемента вызывают токсическое поражение печени и почек, а недостаточное поступление приводит к заболеванию детей кардиомиопатией (болезнь Кешана) и остеоартритом (болезнь Кешана-Бека). Селен оказывает защитные действия на цитоплазматические мембраны, ответственен за метаболизм и детоксикацию активного кислорода, участвует в поддержании иммунитета, дезактивирует токсические микроэлементы. Максимальная доза селена для новорождённых – 47мкг/сут, а для взрослого населения – 80-150 мкг/сут.

Научной основой современной стратегии производства пищи является изыскание новых ресурсов незаменимых компонентов пищи, использование нетрадиционных видов сырья, создание новых прогрессивных технологий, позволяющих повысить пищевую и биологическую ценность продукта, придать ему заданные свойства, увеличить срок хранения. С развитием современных теоретических представлений и методологической базы проектирования многокомпонентных продуктов сформулирована концепция, в основу которой положен принцип аналитической комбинаторики. Его сущность состоит в алгоритме (совокупности операций), направленном на физико-химические, коллоидные, технологические и иные изменения состава и структуры продукта с целью получения заданных показателей. Настоящая методология позволяет исключить эмпирический подход при поиске сырьевой базы и определения различных аспектов целесообразности комбинирования путем расчета критериев участия отдельных компонентов рецептуры в формировании качества новых продуктов.

Конструирование функциональных продуктов с заданными характеристиками (состав, структурные формы, сенсорные показатели) ведется в соответствии с принципами пищевой комбинаторики. При сложившейся экологической обстановке, особенно в крупных мегаполисах, введение в ежедневный рацион продуктов, созданных с применением принципов пищевой комбинаторики, является необходимым. Это научно-технологический процесс создания новых форм пищевых продуктов, в основе которого лежат три принципа. Первый – элиминация, исключение из состава продукта какого-либо компонента, например, лактозы из продуктов, предназначенных для людей с непереносимостью молочного сахара. Второй принцип – обогащение. Если не хватает какого-то пищевого вещества, продукт можно им обогатить. Третий – замена, при которой вместо одного изъятого компонента вводится другой аналогичный, обладающий полезными свойствами.

1.3.1 Особенности пастообразных изделий как аналогов функциональных продуктов

По данным академии РАМН Л.А. Бокерия, за последние 20 лет распространённость ожирения в мире выросла в три раза: в Европе почти половина взрослых и каждый пятый ребёнок имеют избыточную массу тела, а треть из них уже страдают ожирением. Избыточный вес и ожирение способствуют развитию многих неинфекционных болезней, приводят к сокращению ожидаемой продолжительности жизни и оказывают неблагоприятное воздействие на качество жизни. Проблема энергетического дисбаланса вызвана резким снижением уровня физической активности и изменением рациона питания, включая увеличение потребления высококалорийных, но малопитательных пищевых продуктов и напитков при недостаточном потреблении фруктов и овощей. При этом, академик Российской академии медицинских наук В.А. Покровский в своём докладе на I Всероссийском съезде диетологов и нутрициологов отмечал, что одна из весомых долей в сохранении здоровья населения принадлежит проблемам полноценного, научно обоснованного рационального питания. Именно по-

этому в 1998г. Правительством РФ была утверждена Концепция государственной политики в области здорового питания населения России. Правильное питание – важнейшая составляющая здорового образа жизни. Рационализация и оптимизация питания населения России затрагивает не только сферу медицины, но затрагивает все сферы жизни: влияет на экономику, на развитие сельского хозяйства, агропромышленный комплекс, в том числе и на переработку продуктов, а в целом на улучшение благосостояния общества.

На этом же форуме, директор НИИ питания В.А. Тутельян отметил, что без знания основ нутрициологии успешно решать диетологические проблемы невозможно. Наука о питании – нутрициология – многогранна. Она объединяет и базовые функциональные науки и практические аппликации.

В последние годы активно развивается направление по созданию комбинированных продуктов с зерновыми культурами и продуктами их переработки (овёс, рожь, гречиха, рис, соя, пророщенная пшеница, солодовые ростки, хлебцы рисовые и пшеничные, отруби пшеничные и ржаные, пшеничные зародышевые хлопья, зерновую патоку). Зерновые компоненты вносят главным образом в виде муки или в измельчённом виде или в жидком состоянии. Также уже несколько десятилетий известна идея получения комбинированных продуктов с солодовыми и полисолодовыми экстрактами (ячмень, пшеница, рожь, кукуруза). Установлено, что введение в пищевую основу олигосахаридов стимулирует развитие пропионовокислых бактерий и синтез ряда витаминов, а полисолодовый экстракт положительно влияет на процесс кислотообразования, сквашивания и коагуляции, активизирует молочно-кислое брожение, при этом наблюдается тенденция к ослаблению синерезиса у готового продукта. Зерновые культуры обогащают продукт аминокислотами, витаминами, ферментами и другими биологически активными веществами, минеральными веществами, витаминами (особенно В₁ и РР), растительными жирами, легкоусвояемыми углеводами и пищевыми волокнами.

Для придания пищевым продуктам статуса лечебно-профилактических их витаминизируют, обогащают лактулозой, мёдом (также подтверждена их биотическая роль), экстрактами трав (люцерна, крапива, черника, хвощ полевой, горец птичий, кровохлёбка, зверобой, гвоздика, мелисса), компонентами сои.

Достаточно длительное время наблюдается тенденция к снижению содержания жира в молочных продуктах. Известны молочные напитки, содержащие 0,05% жира. В напитки вносят инулин, служащий заменителем жира и обладающий также пребиотическими свойствами.

Характерной для последних лет тенденцией является корректировка липидной фракции кисломолочных продуктов растительными маслами (подсолнечное, соевое, облепиховое, кукурузное и др.) растительные масла обогащают продукты ненасыщенными и полиненасыщенными жирными кислотами, витамином Е, лецитином и уменьшают в продукте содержание холестерина пропорционально доле внесения.

Для комбинированных масложировых продуктов характерна общая для всех продуктов тенденция на «оздоровление» традиционных и разработку принципиально новых видов сбалансированных, «здоровых», так называемых

функциональных продуктов питания. Разработчики стремятся в максимальной степени приблизить липидный комплекс комбинированных масел к идеальному по жировому составу. В рамках данного направления проведены работы по корректировке липидной фракции сливочного масла растительными маслами (подсолнечное, кукурузное и др.), созданы новые виды масел – с ореховыми пастами, овощными и плодово-ягодными добавками, мёдом, прополисом, растительными пигментами из зелени петрушки, экстрактом пшеничных зародышевых хлопьев, муки пшеничной, ржаной и соевой, пектином из морской капусты.

Внесение некоторых наполнителей обеспечивает повышение пищевой и биологической ценности продукта, с одной стороны, а также выполняет роль стабилизатора (пшеничные зародышевые хлопья. Паста из сахарной свёклы, мука из проростков ржи) и – с другой.

В связи с тем, что дефицит пищевых белков при одновременном избытке жиров является долговременной проблемой, носящей широкомасштабный характер, актуальность разработки новых видов низко- и среднежирных белковых продуктов является своевременной и актуальной.

Совершенствование качественных характеристик комбинированных белковых продуктов достигается путём реализации следующих способов. При производстве белковых продуктов используют растительные масла (подсолнечное, кукурузное, соевое, льняное масло и т.д.), рыбьего жира и инулина в качестве заменителя жира.

Комбинирование молочно-белковой основы с плодово-ягодным сырьём (шиповник, клюква, черноплодная рябина, яблоки, курага, изюм, чернослив, облепиха, красная смородина, хурма и др.) хотя и является традиционным, однако имеет все предпосылки для использования в рецептурах продуктов нового поколения. Наполнители вносят в виде сока, пюре, пасты, джема, сиропа, порошка, концентрата. Фрукты, плоды и ягоды значительно повышают содержание витаминов в продукте, обогащают его минеральными соединениями, пищевыми волокнами, выполняют функцию пребиотиков, стабилизаторов и структурирующих компонентов. А также придают разнообразные отличные вкусовые и цветовые оттенки продукту без дополнительных технологических приёмов.

Одним из приоритетных направлений является комбинирование пищевой основы с овощными наполнителями (морковь, тыква, свёкла, топинамбур и др.), представляющими собой пюре, порошок, жом. Пищевые волокна, содержащиеся в овощных наполнителях в значительных количествах, не только корректируют состав белковых продуктов, но и способствуют более рациональному использованию сырья за счёт влагосвязывающей способности. Пищевые волокна и пектин также вносят в виде минорных коммерческих препаратов.

В качестве заменителя сахара используют мёд, стевию. Как вкусоароматические и лечебно-профилактические ингредиенты применяют растения, в том числе дикоросы (пряные травы, огородная зелень, укроп, лук, чеснок, перец, хрен, хвощ полевой, крапива, подорожник, лопух, мята и др.). Известным технологическим приёмом служит применением в рецептуре обогащённых про-

дуктов витаминно-минеральных премиксов, а также собственно витаминов и провитаминов (Д, Е, С, В₁, В₂, бета-каротин) минеральных добавок (в виде порошка скорлупы яиц).

Биологически активные соединения из морских гидробионтов (молоки лососевых рыб, отварные воды из кукумарии японской, раствор хитозана), морепродукты (зостерин, спирулина) обогащают белковые продукты кальцием, низкомолекулярной ДНК, йодом, фосфором, а также выполняют роль стабилизатора консистенции.

Путём использования зерновых и зернобобовых компонентов (пшеница, крупа манная, пшеничные зародышевые хлопья, пшеничные отруби, пророщенное зерно пшеницы, овсяные хлопья и мука, порошок оболочек овса, отходов рисового производства, рожь, гречиха, хлопчатник, талган – продукт термомеханической обработки ячменя, кукуруза, рисовые и пшеничные хлебцы, мука бобовых культур, нут, соя) достигается повышение биологической и витаминной ценности комбинированных продуктов, улучшение их минерального состава, обогащение пищевыми волокнами, ненасыщенными жирными кислотами, такими, как линолевая и линоленовая, некоторые вносимые компоненты играют роль пребиотиков.

В развитых странах наблюдается тенденция к потреблению продуктов с пониженной жирностью (10-25% жира в сухом веществе) и калорийностью

В научных разработках также используют тыквенный, томатный, баклажанный, кабачковый, морковный, свекольный, яблочный порошки. Комбинирование пищевого сырья с овощными наполнителями позволяет придать продуктам свойства диетического лечебного питания при одновременном улучшении качественных показателей.

Таким образом, в ассортименте вырабатываемых продуктов вместе с традиционным набором всё большее развитие приобретают комбинированные продукты. Это различные виды пастообразных мясных, молочных, кисломолочных и сывороточных напитков, молочно-белковых продуктов, масла, мягких, твёрдых и плавленых сыров, мороженого, сгущённых и сухих продуктов и других, главное назначение наполнителей и этих продуктов состоит в обогащении продуктов витаминами, микроэлементами, пищевыми волокнами, органическими кислотами и полиненасыщенными жирными кислотами, а также другими биологически активными веществами.

Комбинирование сырья – перспективное направление в создании качественно новых пищевых продуктов. Теория и практика комбинирования сырья животного и растительного происхождения, а также получение комбинированных пищевых систем – одна из актуальных тенденций в пищевой промышленности. В соответствии с прогнозами она получит ещё большее развитие.

В последнее время в ряде стран проведены работы в области использования непосредственно соевого белка в рационе питания человека. По оценкам специалистов, при условии прямого употребления соевого белка человеком было бы достаточно среднего уровня урожая такой страны как США, чтобы полностью удовлетворить годовую потребность в белке

800 млн. человек, исходя из нормы 65г в день. Однако достаточно эффективно даже добавление белка сои в мясные, молочные или рыбные продукты. В этом случае он приобретает их вкус и запах, сохраняет питательность. Однако стоимость таких продуктов по сравнению с натуральными существенно снижается. В связи с этим существует целесообразность проведения дальнейших исследований в области введения соевых продуктов в рацион питания человека.

Относительно небольшое количество богатой жирами и углеводами пищи способно полностью контролировать энергетический баланс человека, заглушая потребность организма в белке. В результате может возникнуть белковая недостаточность, следствием которой является ряд серьёзных заболеваний. По этой причине снижение калорийности продукции следует осуществлять путём уменьшения содержания жиров и углеводов.

Оригинальный диетический продукт – соевое мягкое масло, созданное на основе «растительных сливок» и рафинированных дезодорированных масел выпускается четырёх видов («Деликатесное», «Лёгкое», «Фруктовое», «Шоколадное») в зависимости от содержания жиров и вкусовых наполнителей. Это масло отличается от традиционного более нежной консистенцией, меньшей калорийностью, содержит витамины группы

А, В, Е, легкоусвояемые белки, ненасыщенные жирные кислоты и при этом не имеет животных составляющих.

Из соевого молока, путём осаждения из него белка, с последующим прессованием делают тофу. Он имеет консистенцию мягкого сыра, почти без запаха, нежный на вкус. На основе нейтрального тофу приготавливают тофу с наполнителями из пряных растений (кориандр, тмин, перец), зелени, морской капусты, а также пасты из тофу: «Закусочная», «Пикантная», «Грибная», «Креветочная», «Витаминная».

Коагуляцию соевого молока проводят с помощью смеси коагулирующих веществ. В качестве коагулирующих веществ применяют хлористый кальций, хлористый магний, лактат кальция, в качестве щелочных веществ – щелочные соли фосфатов калия и натрия, бикарбоната натрия или калия и других полученный таким образом соевый сгусток прочно удерживает воду и отличается хорошим вкусом и тонкой структурой.

В Австралии вырабатывается низкожирная паста-эмульсия с массовой долей жира в сухом веществе 10-50% и влаги – 38-84%. В её состав входит многокомпонентный стабилизатор, состоящий из 0,6% соевой муки и до 3% желатина и альгината натрия. Продукт имеет вид, консистенцию и вкус сливочного масла. Легко намазывается даже при охлаждении до 4°C, не расслаивается при изменении температуры и выдерживает хранение при 4°C более 60 суток.

Использование разнообразных вкусовых и ароматических добавок позволяет получать пасты-эмульсии в широком ассортименте. Расфасовку пастообразных продуктов, как правило, проводят в горячем виде, так как после охлаждения они загустевают и перемешивание в охлаждённом виде нарушает структурно-механические свойства продукта. В зависимости от температуры фасовки, хранения, вида упаковки и других факторов, влияющих на стойкость

продукта, срок хранения составляет от 60 до 90 дней при температуре 8-10 и 3-4°C. Для повышения сроков хранения в ряде стран используют антиокислители, такие, как бензоат натрия в количестве 0,07%, пропионат натрия – 0,05%.

В Германии готовят и употребляют в качестве приправы устойчивую при хранении пасту с пряными травами. Пасты содержат (в%): 8-80 базилика, 0,1-8 чеснока. 20-80, твёрдого или плавленого сыра (влажность твёрдого сыра должна быть 20-25% при условии, что соотношение содержащихся в сырье соли и воды по массе меньше, чем 1:5) и пищевой жир.

В Японии изготавливают малокалорийную пасту типа маргарина с высоким содержанием белка. Продукт состоит из 40-65% водной фазы, содержащей 11-18% белкового концентрата, полученного из цельного сквашенного молока со значением рН 6-7 и 60-35% жировой фазы, содержащей молочный жир и растительное масло с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот. Смесь нагревают до 35-50°C, непрерывно эмульгируют без трансформирования фаз и получают эмульсию типа «вода в масле». Полученную таким образом эмульсию стерилизуют, охлаждают и используют для приготовления различных блюд.

Другой пастообразный низкожирный продукт представляет собой непрерывную жировую фазу из подсолнечного или соевого масла, в которой диспергирован белок в виде раствора казеината натрия. Для получения нужной консистенции применяют агар-агар, камеди, карбоксиметилцеллюлозу, моноглицериды и фосфатиды. Данный пастообразный продукт предназначен для бутербродов.

Во Франции готовят продукт, имеющий пастообразную консистенцию при температуре ниже 10°C, который содержит в своём составе творожный белковый сгусток с гомогенизированным жиром. Данный продукт применяют в охлаждённом виде для бутербродов.

Майонез «Новинка» разрабатывается из кисломолочной или соевой основы с добавлением рафинированного дезодорированного растительного масла, крахмала, сухого коровьего молока или соевого изолированного белка, уксуса и пищевых добавок.

Компанией Protein Technologies International (Бельгия) – мировым лидером в производстве и продаже изолированного соевого белка (ИСБ), предложено несколько различных технологий изготовления как комбинированных, так и заменителей молочных продуктов с ИСБ.

В Воронежской государственной технологической академии разработана сбалансированная многокомпонентная паста «Миллениум – ЭП». При разработке рецептур использованы: молоко коровье, изолят соевого белка, масло соевое и кукурузное, фруктоза, модифицированный крахмал, водо- и жирорастворимые витамины, сироп стевии и изюм в качестве фруктового наполнителя. Продукт содержит 12,5% жира, 6,5% белка, 20% углеводов, имеет пастообразную консистенцию, умеренный привкус сои и рекомендован как для массового потребления, так и для людей, нуждающихся в специальном питании.

Низкокалорийные или так называемые «лёгкие» продукты уже на протяжении ряда лет пользуются устойчивым спросом к зарубежным потребителям.

Это обусловлено стремлением последних кт «здоровой» пище. Под «лёгкими» понимают продукты пониженной энергетической ценности, с пониженным содержанием жира и/или сахара, в ряде случаев с пониженным содержанием холестерина и соли. В настоящее время возникла необходимость расширения ассортимента продукции пониженной жирности и в нашей стране. Удельный вес такой продукции в ассортименте предприятий составляет 7%, что значительно уступает средним показателям большинства европейских стран и США (25-50%).

Относительно небольшое количество богатой жирами и углеводами пищи способно полностью контролировать энергетический баланс человека, заглушая потребность человека в белке. В результате может возникнуть белковая недостаточность, следствием которой является ряд серьёзных заболеваний. По этой причине снижение калорийности продукции осуществляют путём уменьшения содержания жиров и углеводов. В свою очередь, необходимость внесения в продукцию дополнительного количества растительного белка обусловлена более чем 50%-м дефицитом животного белка в рационе питания россиян.

В СПбГУНиПТ проведены исследования по разработке технологии продуктов, имеющих пониженную энергетическую ценность, а также сбалансированный аминокислотный, витаминный и минеральный состав. Экспериментальные образцы изготавливали из обезжиренного молока с внесением 2,5% дезодорированного рафинированного растительного масла. В качестве подсластителя применяли «Магасвит». Цель этой модификации – снизить калорийность и обогатить продукт жирорастворимыми витаминами и ПНЖК. В качестве белковых добавок использовали сухое обезжиренное молоко и соевый белковый концентрат (Соямин-70). Для регулирования консистенции продукта применяли стабилизирующие системы типа RABV и «Гринстед». В качестве наполнителя использовали гомогенизированное пюре красной свёклы и его комбинации с плодово-ягодным пюре. В результате исследований были установлены оптимальные с точки зрения органолептических и реологических показателей составы рецептов.

Во ВНИМИ разработан низкокалорийный продукт – сухое молоко с растительным маслом, в котором часть молочного жира заменена растительным.

Влияние обезжиренных сухих веществ на консистенцию и водоудерживающую способность низкожирных паст-эмульсий также изучалась различными авторами. В частности Спреджом (США) установлено, что с применением сухой сыворотки образуется мягкая консистенция. Более плотная консистенция получается при использовании сгущённого обезжиренного молока. Другими авторами установлено, что минимальный синерезис и лучшая консистенция получается при использовании сухого обезжиренного молока с пониженным содержанием кальция при pH 5,7-5,9.

Для получения устойчивой консистенции паст-эмульсий применяют различные стабилизаторы. Наиболее распространёнными являются крахмал, казеинаты, желатин, агар, карбоксиметилцеллюлоза. Необходимую дисперсность эмульсии даёт применение эмульгаторов при соответствующей механической обработке. В качестве эмульгирующих веществ обычно применяют моноглице-

риды, фосфатиды. Степень диспергирования влаги оказывает существенное влияние на стойкость продукта при хранении. По данным различных авторов размеры капель влаги должны быть не менее 20мкм.

Использование разнообразных вкусовых и ароматических добавок позволяет получать пасты широкого ассортимента. В качестве таких добавок обычно применяют дистиллят закваски. Сквашенную пахту. Лимонную кислоту, сахар, соль, различные фруктовые и овощные концентраты, настои трав и др. Ароматизаторы, как правило, добавляют после термической обработки. Процесс приготовления пастообразных продуктов складывается из следующих операций: подготовка жировой фракции, белкового компонента, смешивании их, тепловая обработка, внесение ароматизаторов, расфасовка. Расфасовку таких продуктов проводят в горячем виде, так как после охлаждения они загустевают и перемешивание в охлаждённом виде нарушает структурно-механические свойства продукта.

1.3.2 Особенности майонезно-соусной продукции как аналогов продуктов питания функциональной направленности

Майонез и соусы являются одними из наиболее потребляемых – практически повседневными продуктами на столе россиян. Они применяются в качестве приправы для улучшения вкуса и усвояемости пищи, а также в качестве добавки при приготовлении различных блюд.

В то же время майонезы представляют собой сметанообразную мелкодисперсную эмульсию типа «масло в воде», приготовленную из рафинированных, дезодорированных растительных масел с добавлением эмульгаторов, стабилизаторов, загустителей, вкусовых добавок и пряностей.

В настоящее время майонез стал настолько популярным, что его название трансформировалось в имя нарицательное, которым часто пользуются для обозначения целой гаммы соусных продуктов, содержащих растительное масло, яйца, уксус (или лимонный сок).

Способ приготовления майонеза в России отличается от западного. По Российскому стандарту майонезы делятся на высоко-, средне- и низкокалорийные в зависимости от содержания массовой доли жира.

В соответствии со стандартными рецептурами к высококалорийным майонезам (с массовой долей жира более 55% относятся такие как «Провансаль», «Молочный», «Яичный», «Весна» и др.; к среднекалорийным (с массовой долей жира от 40 до 50%) – «Любительский», «Осенний»; к низкокалорийным (менее 40% жира) – «Горчичный», «Салатный» и другие. В Европе майонез используется преимущественно для бутербродов и овощных салатов (в этом случае предпочтительны более «лёгкие» майонезы, то есть с низким содержанием жира), а россияне предпочитают использовать майонез в мясных и рыбных блюдах, для чего используют майонезы с более высоким содержанием жира.

Майонезы, выпускаемые за рубежом, более разнообразны и имеют другую классификацию (рис. 1.2) (Нечаев А.П. и др.).



Рис. 1.2. Классификация зарубежных эмульсионных продуктов

По немецкому законодательству майонезом называют эмульсию, содержащую не менее 80% жира. Однако эти продукты имеют высокую стоимость, поэтому в Германии широко распространены более дешёвые салатные майонезы и дрессинги (салатные соусы), содержащие меньше масла и больше воды. Принятая на Западе классификация соответствует существующей там кулинарной традиции, когда в салат используют дрессинги или растительные масла. Структура потребления различных майонезных эмульсий в Германии, представлена в таблице 1.15, она характерна также и для таких стран, как Великобритания, Франция, США (Нечаев А.П и др.).

Таблица 1.15

Структура потребления трёх типов майонезов в Германии

Тип	Содержание растительного масла, %	Потребление, % к общему количеству
Майонезы	80	5
Салатные майонезы	50-60	50
Салатные соусы	25-49	45

Известно, что в последнее время учёные проявляют озабоченность по поводу пересмотра требований к продуктам питания. Глубокая очистка, рафинирование пищи, приводит к удалению из неё ряда жизненно необходимых элементов или их трансформации путём гидрирования жиров, приводящего к появлению трансизомеров. Пищевые волокна, витамины, микроэлементы, которые в готовых продуктах практически отсутствуют, являются мощными профилактическими средствами против заболеваний, связанных с возрастными изменениями в организме человека и неудовлетворительной экологической обстановкой, среди которых наибольшее беспокойство вызывают желудочно-кишечные и сердечно-сосудистые заболевания.

В этой связи в настоящее время прилагаются значительные усилия к тому, чтобы вернуть пище её изначальную полезность для здоровья. На это направлена Концепция государственной политики в области здорового питания населения, благодаря которой в России, вслед за Японией и передовыми странами Европы, появились физиологически функциональные продукты. Такие продукты относятся к продуктам массового потребления, то есть имеют вид традиционной пищи и предназначены для питания в составе обычного рациона основных групп населения, но содержат функциональные ингредиенты, оказывающие биологически значимое позитивное воздействие на здоровый организм в ходе происходящих в нём обменных процессов.

Потребление таких продуктов не является лечебным приёмом, но помогает предупредить некоторые болезни и старение организма в существующих условиях экологического неблагополучия. С этой точки зрения майонезы, являющиеся продуктами, полезными для организма человека, а структура позволяет обогащать их всеми видами функциональных ингредиентов: пищевыми волокнами, витаминами, минеральными веществами, полиненасыщенными омега-3 жирными кислотами, жирорастворимыми антиоксидантами и так далее более того, майонезы являются универсальными продуктами, позволяющими снизить калорийность пищи путём замены некоторых ингредиентов на низкокалорийные.

В этой связи важной проблемой в производстве майонеза является замена в рецептурах яичного порошка – основного эмульгирующего и структурирующего компонента майонезных эмульсий. Яичный порошок представляет продукт высокой пищевой ценности, однако он содержит до 2% холестерина, что делает его нежелательным для употребления больными атеросклерозом, гипертонией, ожирением, а также людьми пожилого возраста.

Основными тенденциями в создании майонезных эмульсий со сбалансированным соотношением белков, жиров и углеводов являются:

- снижение содержания жировой фракции при увеличении в ней доли растительных масел со сбалансированным жирнокислотным составом;
- исключение из рецептур майонезов и соусов холестеринсодержащего сырья;
- повышение биологической ценности путём введения витаминов, фосфолипидов, пищевых волокон, а также полноценного белка;
- предотвращение микробиологической и окислительной порчи за счёт введения антиоксидантов и консервантов, а также проведения пастеризации и вакуумирования.

Майонезы, прежде всего, это эмульсии, которые относятся к эмульсиям первого рода, так как в них неполярная жидкость находится в полярной жидкости или «масло в воде». В отличие от них эмульсии второго рода или обратные называются «вода в масле».

Эмульсии – это моно- и полидисперсные системы, которые содержат капельки дисперсной фазы одного или разных размеров. По концентрации дисперсной фазы эмульсии представляют собой разбавленные, концентрированные и высококонцентрированные системы. Разбавленные эмульсии содержат до 0,1% дисперсной фазы, являясь высокодисперсными, так как диаметр капелек в них составляет порядка 100нм, а сами капельки имеют правильную сферическую форму.

К концентрированным относят эмульсии с содержанием дисперсной фазы до 74%. Это максимально возможное содержание недеформированных сферических частиц в монодисперсной (с капельками одного размера) системе. При такой концентрации эмульсии (с концентрацией дисперсной фазы более 74%) имеют деформированные капли, а дисперсионная среда в них часто превращается в тонкие прослойки – эмульсионные плёнки.

Майонез является поликомпонентной системой, причём качественный и количественный состав ингредиентов определяет его функции и свойства. Кроме растительного масла и воды в состав майонезов входят эмульгаторы, стабилизаторы, структурообразователи, а также вкусовые, функциональные и другие пищевые добавки, придающие майонезам различный вкус, аромат, пищевую и физиологическую ценность и позволяющие создать большой ассортимент этих продуктов.

Таким образом, анализ позволяет определить подходы к созданию более широкого ассортимента эмульгированных пищевых продуктов повышенной пищевой и биологической ценности, обладающих функциональной направленностью.

На рисунке 1.3 приведена разработанная базовая технологическая схема получения майонезов и соусов с использованием соевого компонента.

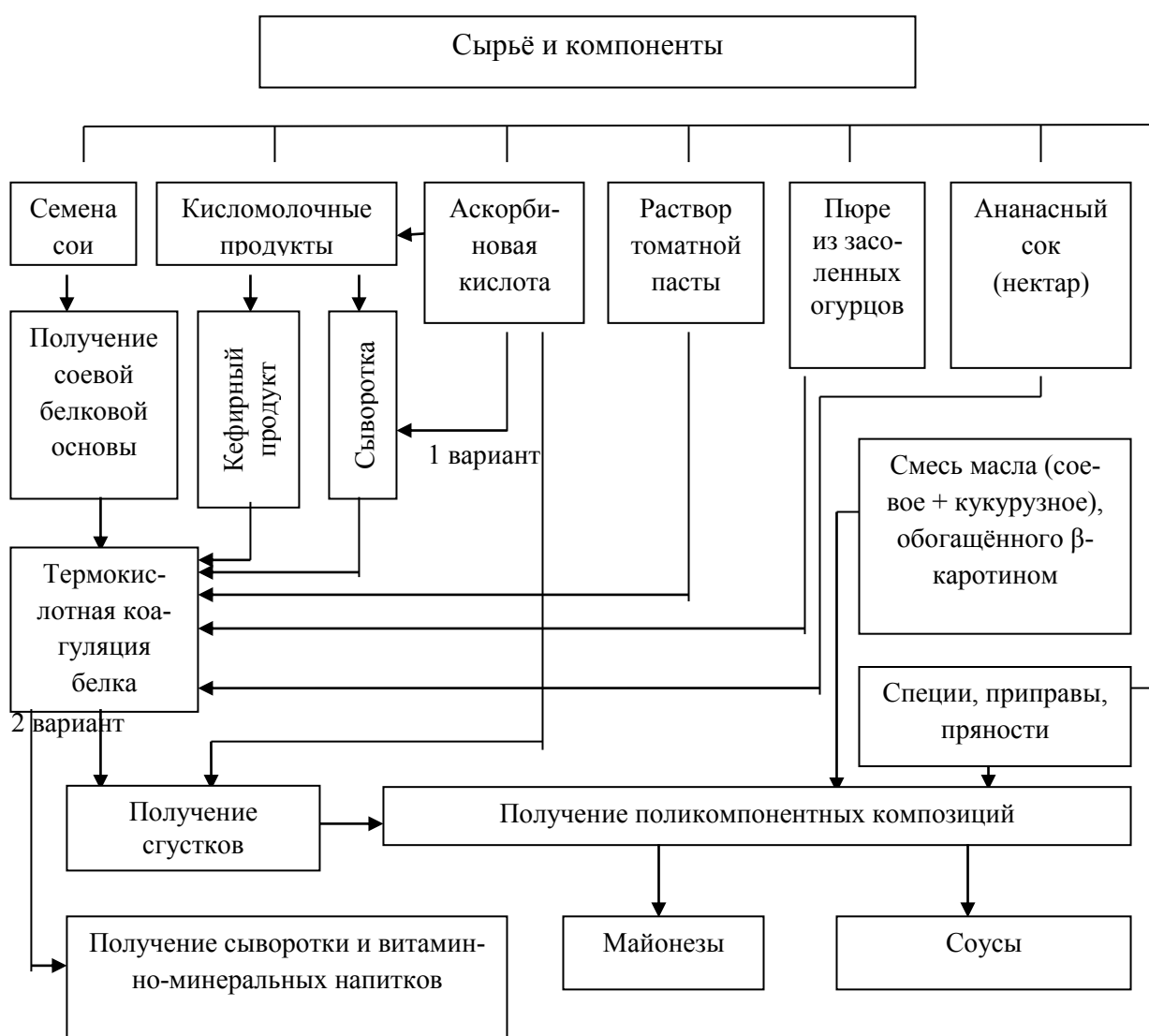


Рис. 1.3. Базовая технологическая схема получения эмульсионных продуктов с использованием соевого компонента

1.3.3 Особенности хлебобулочных изделий как аналогов продуктов питания функциональной направленности

Анализ литературных источников показывает, что в хлебопечении используют соевую муку, молоко, пасту, а также сыворотку, полученную при производстве соевого творога - тофу.

Так, при применении соевой муки для производства хлеба из сортовой пшеничной муки объёмный выход изделия повышается на 10-15%, содержание белка – в 1,2-1,5 раза, энергетическая ценность – на 10-20%, улучшаются внешний вид готовых изделий, эластичность и цвет мякиша, увеличиваются сроки хранения.

Продукты переработки сои богаты минеральными веществами, витаминами, а также полиненасыщенными жирными кислотами.

Большой интерес в производстве хлебобулочных изделий представляют вторичные продукты переработки сои, способные, с одной стороны, повысить в хлебе содержание белка, с другой – не оказывать заметного влияния на стоимость готовой продукции. В связи с этим проведены исследования по применению в производстве хлеба соевой сыворотки. Установлено, что при получении концентратов белка небелковые азотистые вещества экстрагируют, но не осаждаются с белком, в то время как небелковый азот, оставшийся в сыворотке, представлен, несомненно, веществами питательной ценности: пептидами, амидами и свободными аминокислотами. Кроме того, используемые технологии позволяют получить сыворотку с большим содержанием кальция, что в совокупности с её низкой стоимостью является основанием для изучения перспектив применения в производстве хлебобулочных изделий.

На ЗАО «Воронежмолоко» применяли соевую сыворотку, полученную при производстве соевого сыра с использованием хлорокальциевой коагуляции белка.

Соевая сыворотка представляет собой жидкость жёлтого цвета, без запаха, со слабовыраженным соевым привкусом, содержащая 1,0% белка со сбалансированным аминокислотным составом, 0,05% жира, кислотность её до 40°Т.

Анализ аминокислотного состава сыворотки показал: содержание (мг%) аспарагиновой кислоты – 58, треонина – 22, серина – 17, глутаминовой кислоты – 56, пролина – 27, глицина – 12, аланина – 15, валина – 10, метионина – 8, изолейцина – 12, лейцина – 17, тирозина – 26, фенилаланина – 26, лизина – 32, гистидина – 21, аргинина – 48 (итого – 407).

Содержание кальция в соевой сыворотке составляет 66 мг на 100 г, фосфора – 6 мг.

Таким образом, технологические свойства, аминокислотный состав и содержание кальция в соевой сыворотке обосновывают целесообразность её использования в производстве изделий из сортовой пшеничной муки.

Установлено, что использование соевой сыворотки способствует интенсификации дрожжей и кислотообразующей микрофлоры. При этом улучшаются и структурно-механические свойства теста, а также улучшается аминокислотный и минеральный состав готовых изделий.

Изделия, изготовленные с соевой сывороткой, черствеют медленнее, что также может быть объяснено более прочным связыванием влаги компонентами используемой добавки.

Таким образом, соевая сыворотка может выступать как функциональная добавка: белковая – традиционно и кальциевая – на основе проведённых исследований.

Исследования авторов Коршенко Л.О., Чижиковой О.Г. и других направлены на разработку технологии хлебобулочных изделий, в том числе диетического и лечебно-профилактического назначения.

Исследования позволили установить, что добавление при выпечке хлеба до 10% сои повышает его пищевую ценность, вкус, и аромат становятся более ярко выраженными, корка имеет более интенсивную окраску. Водопоглотительная функция соевых белков позволяет получить более сухое и пригодное для машинной обработки тесто, а хлеб черствеет медленнее вследствие лучшего связывания влаги. Добавление сои позволяет сократить количество яиц и жира (масла), идущих на приготовление хлебобулочных изделий.

Известно, что введение пищевых волокон в состав продуктов питания приводит к изменению функциональных свойств пищевых систем, при этом добавление пищевых волокон в хлебобулочные изделия способствует сохранению их качества при хранении.

В работе Васюковой А.Н. исследована биологически активная добавка из семенной оболочки сои, которая представляет собой волокнистое вещество, в её составе содержатся целлюлоза в количестве 23,78 г/100 г, пектин – 1,11 г/100 г, лигнин – 4,7 г/100 г, поэтому использование БАД из семенной оболочки сои позволяет улучшить потребительские свойства пшеничного хлеба и способствует сохранению его свежести.

В ДальГАУ установлено, что с добавлением соевой муки влажность выпеченных изделий уменьшается, и чем выше процент добавки соевой муки, тем ниже влажность, поэтому оптимальное количество добавки составляет 10%.

Использование добавки из соевой муки оказывает влияние на физико-химические показатели качества печенья.

Полученные данные показали, что при увеличении процента добавки влажность изделий снижается, что приводит к увеличению намокаемости изделий, но благоприятно влияет на щёлочность; при уменьшении количества соевого компонента щёлочность не превышает контроль и тем самым обеспечивает безопасность употребления такого продукта.

Исследования позволили рекомендовать введение соевой муки в хлеб, в количестве 10% к массе муки без снижения органолептических и физико-химических свойств продукта.

Известно, что содержание белка в зерне пшеницы колеблется в пределах от 8% до 20% (в среднем около 12%). В процессе помола пшеницы содержание белка в пшенице снижается на 1%. При этом значительно снижается содержание незаменимых аминокислот, включая лизин, в этой связи пищевую ценность пшеничной муки повышают, добавляя в неё лизин, треонин и метионин. Обогащение пшеничного хлеба также осуществляют зародышем зерна пшеницы,

соевой муки или молока, что также обеспечивает повышение в нём содержания лизина.

Обогащение пшеничной муки белками растительного и животного происхождения достаточно хорошо изучено. В качестве растительных белков используют отходы масличного производства (сои, хлопка, кунжутного семени). Наибольшее применение нашли соевые продукты. Как правило, соевая мука проходит тепловую обработку для уничтожения неприятного запаха. В хлеб добавляют небольшое количество соевой муки из-за её ухудшающего действия на качественные показатели. Это ухудшающее действие можно уменьшить, если в тесто добавлять пшеничные гликолипиды или сахарозэфиры.

Хлеб с высоким содержанием белка не должен быть дорогим, при его производстве не требуется специального оборудования и сложной рецептуры. Он должен обладать хорошими вкусовыми свойствами, дольше сохранять свою свежесть.

В исследованиях, проведённых в США, применяли муку 73%-го выхода, полученную из твёрдой пшеницы. Содержание белка в муке 12,3%, а также использовали четыре образца соевой муки различной обработки:

1) химически обработанную, 2) соевый молочный порошок, 3) после высокотемпературной обработки, 4) муку, полученную из проросшей сои.

В рецептуру добавляли частично гидрированный растительный шортенинг с температурой плавления 41°C, стеароиллактат натрия (Patco Products, Inc., Kansas City, Mo), пальмитат сахарозы с содержанием моноэфира 70% (Dai Nippon Sugar Mfg. Co. Ltd., Tokyo, Japan).

В образцах соевой муки содержание белка составило 28,3-52%, количество растворимого азота 7,9-48%. Соевое белковое «молоко» содержит белка меньше, чем другие соевые продукты, однако в нём большее содержание растворимого азота (как и в муке из проросшей сои). Меньше всего растворимого азота в муке, полученной методом высокотемпературной обработки. В хлебопекарной пшеничной муке оптимальное содержание растворимого азота составило 15-45%.

В муке из проросшей сои и после термической обработки содержание минеральных веществ и золы меньше, чем после химической обработки и в соевом белковом «молоке». В муке химической обработки много кальция, а в муке из проросшей сои – много железа.

Аминокислотный состав используемых соевых продуктов различается незначительно, однако в муке после химической обработки меньше серосодержащих аминокислот, чем в других образцах.

Микрофотографии соевых продуктов показали, что частицы соевой муки, полученной различными способами, различаются по форме и размерам. Особенно резкие различия наблюдаются между соевым белковым «молоком» и другими продуктами. Многие частицы соевого «молока» круглые и гладкие. Такая форма отражает усилия приготовления, сушки и, возможно, состава. В муке из проросшей сои частицы более пористые и подвергнуты большим изменениям по сравнению с мукой химической обработки и высокотемпературной обработки. Изменения в проросшем продукте происходят в результате физиче-

ских и химических превращений, сочетание которых может повысить питательную ценность готовых изделий.

Добавки соевой муки после высокотемпературной обработки и соевого белкового молока снижали объём хлеба, и мякиш хлеба был темнее контрольного образца без добавок. Хлеб получался неприемлемого качества.

Подбиралась рецептура теста для получения хлеба оптимального качества. Добавляли соевую муку из проросшей сои и после химической обработки, 3% шортенинга, 0,5% стеарилактата натрия либо 0,55% пальмитата сахарозы (без добавок шортенинга). Опытные образцы готовили из смеси, содержащей 90% пшеничной и 10% соевой муки.

При замене пшеничной муки соевой увеличивалась водопоглотительная способность теста, причём в большей степени при добавлении соевой муки после химической обработки, чем при добавлении муки из проросшей сои. Длительность замеса теста увеличилась прибавлением стеарилактата натрия, но оставалась неизменной при внесении пальмитата сахарозы. Объём хлеба с добавлением соевой муки был несколько меньше контроля без добавок. Объём контрольного образца составил 935 см³ (без добавления порошкового молока). При добавлении соевой муки из проросшей сои объём хлеба составил 922-933 см³, а при добавлении соевой муки после химической обработки 875-900 см³. Добавка 0,55% пальмитата сахарозы была более эффективной, чем совместное добавление 0,5% стеарилактата натрия и 3% шортенинга. Структура пористости хлеба и цвет мякиша хлеба с добавлением соевой муки практически не отличалась от контроля. Сжимаемость мякиша была такой же, как у контроля.

Получение более высоких качественных показателей у хлеба с добавлением соевой муки из проросших семян сои можно объяснить тем, что в проросшей сое содержится больше растворимых белков. Ухудшающее действие соевых белков можно нейтрализовать, если в тесто добавить соли кальция.

При проращивании аминокислотный состав зерновых культур изменяется незначительно. При проращивании пшеницы происходит некоторое повышение её питательной ценности.

Микрофотографии частиц соевой муки показали, что в процессе проращивания происходят физические изменения, которые способствуют повышению пищевой ценности продукта. Пророщенная соевая мука содержит несколько больше лизина, чем другие соевые препараты. В процессе соложения происходят физические и химические изменения, которые повышают питательную ценность зерна без существенного изменения его аминокислотного состава. К химическим изменениям относится ограниченный протеолиз и амилолиз; физические изменения, которые сопровождаются разрушением высокомолекулярных компонентов, способствуют получению из твёрдого зерна рыхлой патоки. Тепловая обработка проросшей сои и солодовых зерновых продуктов придаёт им приятный вкус и аромат. Наконец, в процессе проращивания не происходит разрушения ингибитора протеолиза — трипсина, поэтому тепловая обработка может быть более эффективной для проросшей сои, чем для непроросшей.

Соевая мука (ферментативно-активная) широко используется для получения хлебопекарных улучшителей.

Андре и Хоу (Франция) открыли в семенах сои окисляющую жир ферментную систему, которую называли липоксидазой (название фермента по современной классификации – липоксигеназа). Под действием липоксигеназы жирные кислоты (линолевая и линоленовая), присутствующие в тесте, окисляются кислородом воздуха и превращаются в перекисные соединения (гидроперекиси), которые являются активными окислителями, в результате тесто делается более эластичным и упругим.

Хаас и Боон (США) запатентовали улучшитель, состоящий из необработанной свежесмолотой соевой муки с активной липоксигеназой (Пат. США № 1.957.333). В дальнейшем соевая мука стала широко использоваться для создания хлебопекарных улучшителей.

Так, в США используется в хлебопечении улучшитель «Витаза» (Wytasa), имеющий в своей основе необезжиренную ферментативно-активную соевую муку и декстринизированную кукурузу. При внесении этого улучшителя в тесто (1% к массе муки) физические свойства его укрепляются, улучшается качество хлеба – структура пористости, цвет мякиша, а также вкус и аромат хлеба.

В ФРГ при производстве пшеничного хлеба из муки высших сортов, ржано-пшеничного хлеба, особенно предназначенного для нарезания на ломтики и упакованного, применяют соевую муку с активной липоксигеназой. Добавление 0,7-1% её в тесто при высокоскоростном замесе улучшает цвет и физические свойства мякиша, запах и вкус изделий, удлиняет срок сохранения их свежести.

В хлебопечении Англии к числу наиболее эффективных улучшителей относят концентраты Diasoy, содержащие ферментативно-активную необезжиренную соевую муку со следующими физико-химическими показателями: влажность – 7%, содержание белка – 40%, жира – 20%, клетчатки – 2,8%, зольность – 4,5%, а также препараты Eureka и Soyswift. В состав последнего (добавляется в тесто в количестве 1% к массе муки) входят ферментативно-активная соевая мука, жиры, питательные соли для дрожжей, вещества окислительного действия, а в препарат Eureka, кроме того, - поверхностно-активные вещества.

Хевитт (Пат. США №2.138.060), а также Катчри (Пат. США № 2.216.173) предложили использовать при замесе пшеничного теста вытяжки и сухие концентраты из вытяжек соевой муки (в количестве 0,025-0,1% к массе муки) содержащей отбеливающий тесто и мякиш фермент (активную липоксигеназу).

Мельник (Пат. США № 2.670.291) запатентовал ряд способов приготовления водных экстрактов из ферментативно-активной муки для применения их при замесе теста с целью улучшения качества хлеба.

Лонгуорт и Лирмонт предложили применять хлебопекарный улучшитель (Пат. ФРГ № 1.143.162) (Англия), состоящий из соевой муки, активированной щелочными или щелочноземельными хлоридами (или их растворами), которые обработаны при температуре не выше 32-38°C.

В Украинском научно-исследовательском институте пищевой промышленности В.Я. Калашниковым, М.Г. Голончиком из соевой муки был выведен препарат липоксигеназы, добавление которого в тесто, по результатам пробных

лабораторных выпечек, приводило к осветлению мякиша и повышению объёма хлеба.

Применение названных улучшителей не предусматривает каких-либо изменений в способах и технологии приготовления теста.

В России разработан способ улучшения качества пшеничной муки с помощью жидкой окислительной фазы (ЖОФ). ЖОФ готовят на основе соевой муки.

Чижиковой О.Г. и Коршенко Л.О. изучались состав и свойства соевой муки с целью использования её в качестве хлебопекарного улучшителя. Соевую муку получали путём измельчения семян сои, не подвергнутых термической обработке. Исследовали влияние добавки соевой муки на выход и качество сырой клейковины пшеничной муки. Для анализа использовали пшеничную хлебопекарную муку с выходом сырой клейковины 33,5% и растяжимостью 17,2 см соевую муку вносили в пшеничную муку в количестве (%): 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5, а затем отмывали клейковину стандартным методом.

Соевая мука оказывала заметное влияние на выход и качество сырой клейковины. По мере увеличения дозировки соевой муки увеличивался выход клейковины и изменялась её упругость в сторону повышения. С образцами соевой муки проводили также выпечки пшеничного формового и подового хлеба, простого по рецептуре. Качество оценивали по органолептическим показателям, пористости и объёму.

Органолептическая оценка показала, что добавка соевой муки в количестве 1,5% не приводит к появлению бобового привкуса в хлебе, в то же время улучшается цвет мякиша, корочка отличается хорошим румянцем. Хлеб имеет более развитую пористость и высокий объём по сравнению с контролем. Аналогичная закономерность отмечалась в хлебе подовом с добавлением соевой муки в тех же дозировках.

Чижиковой О.Г. также изучена соевая мука в качестве обогатителя для печенья. Соевой мукой в сочетании с молочной сывороткой заменяли молоко коровье при получении печенья «Ванильного».

Установлено, что печенье с добавлением соевой муки и сыворотки имеет, по сравнению с контролем, более сладкий вкус и приятный золотистый оттенок, высокое содержание белка, общего сахара и минеральных веществ.

Приготовление печенья с добавлением соевой муки, в сочетании с молочной сывороткой, позволяет не только уменьшить расход молока и снизить расход сахара (ориентировочно на 3-4% от общего количества, положенного по рецептуре), но и получить изделие с более высоким содержанием белка и минеральных веществ.

В США изучены состав и свойства, а также устойчивость при хранении смесей пшеничной и соевой муки и отдельных ингредиентов этих смесей.

Разработана рецептура смесей пшеничной муки с добавлением различных количеств соевой муки и улучшителей. На первых этапах исследований использовали смесь, состоящую из 100 частей хлебопекарной муки, 12 частей муки и 0,5 части натрийстеарил-2-лактилата. Эта смесь под индексом К разработана Канзасским государственным университетом (США).

Смесь в ходе исследований модифицировали с целью получения двух продуктов: с добавлением 60и 12% соевой муки, кроме того, были обусловлены показатель растворимости азота – от 55 до 70 для обезжиренной соевой муки и «число падения» от 200 до 300 для пшеничной муки и от 225 до 350 для соевой муки. Железо добавляли в виде восстановленного железа. Содержание белка и жира в соевой муке, установленное при проведении этих исследований, удовлетворяло нормам на соевую муку, вводимую в смесь во всех случаях, но зольность была несколько выше нормы в двух образцах. Установлено, что отношение Са:Р должно быть менее еденицы для соевой муки, поэтому желательно введение углекислого кальция или сульфат акальция в виде источника кальция в смеси для повышения величины этого отношения.

На рисунке 1.4 представлена схема классификации способов повышения пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий.

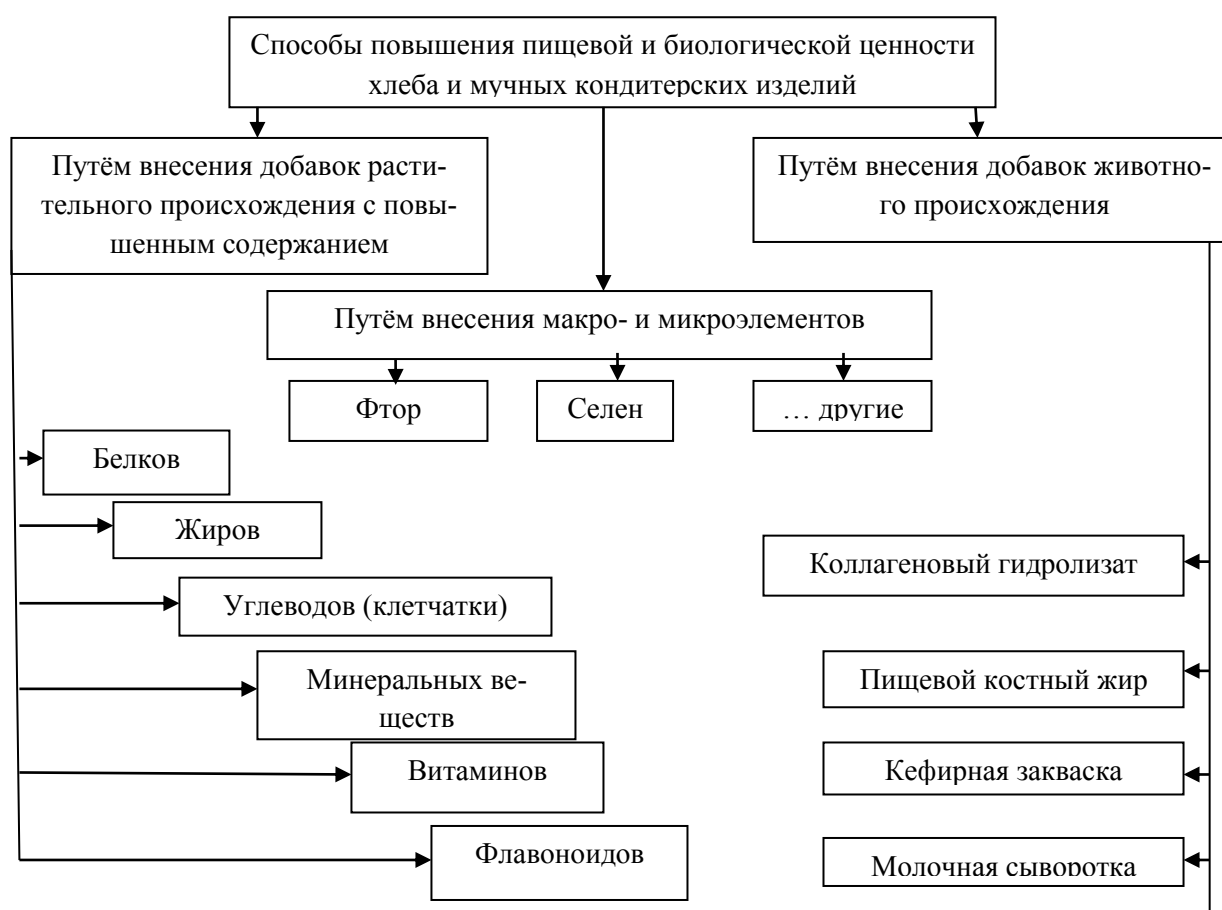


Рис. 1.4. схема классификации способов повышения пищевой и биологической ценности хлеба и мучных кондитерских изделий

Установлено, что для обогащения хлебобулочных изделий антиоксидантами целесообразно использовать натуральное растительное сырьё в виде сиропа клевера лугового (рис.1.5), который содержит (%): белка -2,6, восстанавливающих сахаров – 0,34, водорастворимых пентозанов – 2,65, безазотистых экстрактивных веществ 41, аскорбиновой кислоты – 11,88 мг%, а также минеральные вещества: калий, натрий, магний, фосфор, железо, селен.

Учёными установлена целесообразность обогащения хлебопекарной муки биологически активной добавкой на основе экстракта люцерны, так как он содержит в своём составе органические и минеральные вещества, физиологически ценные для организма человека и может ликвидировать дефицит ряда микронутриентов, например, такого важного для кроветворения элемента, как железо.



Рис. 1.5. Схема к анализу способов повышения пищевой и биологической ценности хлеба и мучных кондитерских изделий с использованием добавок растительного происхождения

Российскими учёными разработаны рецептуры хлебобулочных изделий с использованием рябинового порошка. Определено, что за счёт его использования увеличивается водопоглотительная способность пшеничной муки, активизируется деятельность дрожжевых клеток, улучшаются органолептические и физико-химические показатели.

1.3.4 Особенности структуры, состава и свойств пищевых концентратов как аналогов продуктов функциональной направленности

Ассортимент выпускаемых в настоящее время пищевых концентратов разнообразен и имеет более 200 наименований. Пищевая ценность концентратов определяется набором продуктов, входящих в их состав, и при правильном и рациональном подборе рецептур может быть не ниже пищевой ценности кулинарно приготовленной пищи.

Вырабатываемые концентраты полностью подготовлены к употреблению в пищу и освобождены от значительной части содержащейся в них воды, что обеспечивает их продолжительное хранение без стерилизации и сравнительно дорогостоящей тары (стекло, жёсть). В основном это механические смеси различных компонентов (крупы, мясо, жир, улучшающие добавки и т.п.), подвергнутые предварительной обработке, а при необходимости и сушке, до влажности не более 10%. Для повышения пищевой ценности в смеси иногда вводят белковые гидролизаты и другие биологически активные вещества.

Преимуществом пищевых концентратов по сравнению с традиционными продуктами – является простота приготовления из них готового блюда, меньшая масса, удобная упаковка, а также хранение, не требующее специальных условий.

В состав пищевых концентратов включают пищевые добавки, под которыми понимают натуральные и синтетические вещества, вводимые в пищевые продукты в процессе производства с целью придания им желаемых свойств. Пищевые добавки увеличивают стойкость продукта к различным видам порчи, улучшают вкусовые достоинства, сохраняют его структуру и внешний вид.

Добавки, используемые в производстве пищевых концентратов, в зависимости от их основного назначения подразделяются на повышающие пищевую ценность, улучшающие внешний вид; улучшающие вкус и запах; изменяющие консистенцию; удлиняющие сроки хранения; обогащающие пищевыми волокнами.

Для повышения пищевой ценности концентратов используют белки, витамины, минеральные вещества.

К добавкам, богатым белками, относят белковые гидролизаты, сушёный фарш и сухой бульон, цельное и обезжиренное сухое молоко, соевую муку, яичный порошок. Эти добавки повышают пищевую ценность продукта и биологическую активность, а также положительно влияют на вкусовые достоинства блюд.

Наиболее распространёнными добавками, используемыми для повышения биологической активности концентратов, являются белковые гидролизаты и продукты их переработки – белковая и бульонная пасты. Они улучшают вкус и запах концентратов, приближая готовые блюда к продуктам, полученным обычным кулинарным способом.

Смешивая белковые гидролизаты с соевой дезодорированной мукой в соотношении 3:1 и высушивая смесь на вальцовых сушилках, получают продукт, называемый белковым обогатителем пищи (Гуляев В.Н. и др.).

Бульонную пасту и белковый обогатитель используют в производстве пищевых концентратов первых и вторых обеденных блюд.

Одним из важных направлений улучшения белкового питания населения является обогащение пищи отдельными, в особенности незаменимыми аминокислотами. За рубежом производство аминокислот микробиологическим, ферментативным и химическими методами достигло значительных масштабов. При этом ассортимент аминокислотных препаратов велик: аспарагиновая кислота, триптофан, лизин и др.

В настоящее время большое внимание уделяется витаминизации пищевых продуктов, в том числе и пищевых концентратов. Витамины являются низкомолекулярными органическими соединениями с высокой биологической активностью, которые не синтезируются (или синтезируются в недостаточном количестве) в организме человека, а поступают с пищей. Содержание витаминов в продуктах значительно ниже, чем белков, жиров и углеводов, и не превышает, как правило, 10-100 мг на 100 г продукта.

Биологическая роль водорастворимых витаминов определяется участием в построении различных коферментов. Ценность жирорастворимых витаминов в значительной мере связана с их участием в контроле функционального состояния мембран клеток и субклеточных структур (Хасина М.А. и др.).

При разработке рецептур пищевых концентратов принимают во внимание витаминный состав отдельных компонентов, учитывая при этом изменения, происходящие при технологической обработке.

В настоящее время в РФ проводятся работы по обогащению витаминами пищевых концентратов, предназначенных для использования в экстремальных условиях.

Наряду с белками, жирами, углеводами и витаминами – минеральные вещества являются важными компонентами пищи человека, необходимыми для построения химических структур живых тканей и биохимических и физиологических процессов, лежащих в основе жизнедеятельности организма.

При разработке рецептур пищевых концентратов учитывают минеральный состав отдельных рецептурных компонентов, а также предусматривают, возможность обогащения концентратов необходимыми минеральными веществами.

Особенно важно обогащение минеральными веществами концентратов, предназначенных для использования в экстремальных условиях.

Основным источником минеральных веществ являются овощи и картофель, в том числе и сушёные (Скурихин В.Б. и др.).

За рубежом выпускают пищевые концентраты, обогащённые минеральными веществами. Так, пищевые концентраты с добавками минеральных веществ вырабатывает фирма «Фелтон» (США). Для обогащения концентратов используют дикальций, фосфат, окись магния, окись цинка, железо (электро-

лит), глюконат меди, сульфат марганца, йодид калия, молибдат натрия, хлорид хрома, селенит натрия.

К добавкам, улучшающим внешний вид относят пищевые красители, отбеливающие и цветокорректирующие вещества.

Известно, что неудачно или неестественно окрашенные пищевые продукты могут снижать аппетит и процесс пищеварения, в то время как приятно окрашенная пища, наоборот, увеличивает выделение желудочного сока.

Красители, используемые для окраски пищевых продуктов, подразделяются в зависимости от их происхождения на три группы: натуральные (растительного или животного происхождения); синтетические органические, минеральные неорганического происхождения. В последние годы предпочтение отдаётся натуральным красителям.

Каротиноиды – широко распространённые в природе натуральные пигменты, являющиеся полиненасыщенными соединениями жёлтого, оранжевого и красного цвета. Они устойчивы к изменению рН среды и веществам, обладающим восстановительными свойствами, однако легко поддаются окислению.

Выделяют каротиноиды из моркови, шафрана, перца, а также получают микробиологическим путём. К антоцианам принадлежит большинство голубых, красных, красно-фиолетовых красителей, присутствующих во фруктах, овощах, в цветах. По химическим составам они относятся к группе флавоновых соединений. Они чувствительны к изменениям рН среды, воздействию температуры и света, особенно в присутствии ионов металлов, поэтому применение их ограничено, в качестве источника антоцианов чаще всего используют соки из интенсивно окрашенных плодов (черники, ежевики, вишни и др.).

К флавоноидам относятся флавоны, флавонолы и ксантоны. Это натуральные жёлтые или оранжево-жёлтые красители, находящиеся в виде гликозидов в клеточном соке различных цветов, листьев и некоторых фруктов. В отличие от каротиноидов они растворимы в воде (Шабров А.В. и др.).

Сахарный колер (карамель) – продукт тёмно-коричневого цвета, полученный термическим разложением сахара. Тёмно-коричневый стекловидный расплав имеет своеобразный вкус, растворяется в воде, образуя после фильтрации тёмно-коричневую сиропообразную жидкость с приятным запахом. За рубежом её широко применяют для окраски концентратов первых и вторых обеденных блюд.

По растворимости красители делятся на водо- и жирорастворимые, а также растворимые в спирте. В зависимости от реакции их подразделяют на кислые, основные и нейтральные.

Для окраски или подкраски пищевых продуктов применяют красители в количестве, необходимом для достижения естественного или требуемого цветового тона. Концентрация синтетических красителей не должна превышать 0,01% (в пересчёте на чистый краситель по отношению к массе продукта).

В качестве добавок, улучшающих вкус и запах в пищевых концентратах применяют ароматические вещества, а также усилители аромата и вкуса.

Ароматические вещества стимулируют работу слюнных и выделяющих желудочный сок желёз, усиливают деятельность органов пищеварения, оказывают положительное действие на центральную нервную систему.

Они не обладают значительной пищевой ценностью, однако являются важной составной частью пищевого продукта, влияющей на его качество. При отсутствии привычного аромата даже самый высококачественный по питательным свойствам продукт не будет иметь у потребителя успеха.

В отличие от других пищевых добавок ароматизирующие вещества используются в очень малых количествах. Их добавляют с целью разнообразить пищу. При этом исключается систематическое употребление одного и того же ароматизатора, что делает их более безопасными для здоровья потребителей.

В зависимости от способа получения пищевые ароматизаторы подразделяются на природные и синтетические.

Для придания пищевым концентратам специфического вкуса и аромата применяют пряности, представляющие собой высушенные и измельчённые пряно-ароматические растения или их части (корни, стебли, кора, листья, плоды, почки, цветки).

Запах и вкус пряных растений обусловлены наличием смеси ароматических веществ, относящихся к разнообразным классам органических соединений (альдегидам, кетонам, спиртам, эфирам и др.). В производстве пищевых концентратов широко используют чёрный, душистый и красный перец, мускатный орех, лавровый лист, зелень петрушки, укропа, сельдерея в количестве 0,05-1,0%.

Используют также ароматические вещества, извлечённые из растений, эфирные масла или экстракты, путём применения различных способов обработки пряностей: дистилляцию, экстрагирование и др. Выбор способа извлечения зависит от используемого материала.

Ароматические вещества используют в пищевых продуктах чаще всего в жидком виде. В последние годы расширяется использование порошкообразных ароматических веществ, получаемых методом распылительной сушки. Они имеют ряд преимуществ – перед жидкими – легче дозируются и смешиваются, лучше хранятся и т.д.

В настоящее время большое внимание уделяется методу инкапсулирования – заключению микродоз ароматических веществ в оболочку (капсулу) из желатина, декстрина, модифицированного крахмала, гуммиарабика. Инкапсулирование обеспечивает значительное сокращение потерь аромата за счёт улетучивания, сохранение аромата при длительном хранении. Некоторые западные фирмы используют инкапсулированные пряности в концентратах супов.

Искусственные ароматизаторы получают химическим или микробиологическим путём.

Зарубежные фирмы широко используют искусственные ароматизаторы в концентратах, которые имитируют запах говядины, свинины, курицы, окорока, гороха, спаржи, хрена, грибов и др.

Усилители аромата и вкуса добавляют к продуктам в малых количествах. Они не имеют собственного вкуса и аромата, но усиливают вкус и аромат других компонентов пищи.

В качестве усилителей вкуса наиболее часто используют глютанат натрия, инозин-5-монофосфат (ИМФ) и гуанозин-5-монофосфат (ГМФ), а также их смеси. Главным производителем этих продуктов является Япония.

Высокие вкусовые достоинства пищи, приготовленной из свежих овощных, мясных, рыбных и других продуктов, в значительной мере обусловлены наличием свободной глютаминовой кислоты, которая присутствует в продуктах в виде моноводной соли. Её более высокое содержание повышает вкус и аромат свежих продуктов.

При продолжительном хранении и производстве пищевых продуктов (в процессе мойки, бланширования, сушки и др.) снижается содержание ценных веществ, в том числе и глютаминовой кислоты. В результате вкус и аромат продуктов уменьшается или полностью теряются. Для сохранения и повышения вкусовых качеств к продуктам питания добавляют глютанат натрия.

Внедрение ароматизаторов и усилителей вкуса способствует повышению качества продукции. Особенно важны ароматизаторы для комбинированных продуктов (в частности, с белковыми добавками), промышленное производство которых невозможно обеспечить без освоения производства ароматизаторов.

Для придания пищевым продуктам желательной консистенции или улучшения её, используют загустители и желирующие вещества. Большинство этих веществ натурального происхождения, часто они являются естественными компонентами обычных пищевых продуктов.

Производные целлюлозы, с точки зрения гигиены безвредны, они отличаются плохой перевариваемостью в пищеварительном тракте человека и выполняют механические, сорбционные и другие функции. Производные целлюлозы без цвета и запаха, они обладают высокой гидрофильностью и в связи с этим обуславливают чувство насыщения. В нашей стране разрешено применение целлюлозы в количестве 2% от массы продукта.

Производные целлюлозы используют в пищевых концентратах, в приправах в качестве загустителя и стабилизатора.

В качестве наполнителя в некоторых странах применяют микрокристаллическую целлюлозу (МКЦ), которая представляет собой частично гидролизованную целлюлозу, отличающуюся от натуральной укороченными молекулами и отсутствием ассоциативных связей. Последние исследования показали, МКЦ с низкой молекулярной массой способна проникать через стенки кишечника и попадать в кровеносные сосуды. Поскольку МКЦ не разлагается, некоторое количество частиц не может оставаться в системе кровообращения, раздражать и повреждать стенки капилляров. В настоящее время МКЦ применяется в пищевых продуктах в ограниченных количествах.

К добавкам, удлиняющим сроки хранения, относятся различные антиокислители.

Пищевые концентраты вырабатывают с влажностью не более 12%. Гидротермическая обработка основных компонентов пищевых концентратов обу-

словливает инактивацию ферментов, в связи с чем ферментативные процессы в пищевых концентратах практически приостановлены.

Основной причиной порчи жидкосодержащих концентратов является окислительное прогоркание жиров, которое протекает по типу неразветвлённых и разветвлённых цепных реакций. Поэтому предупреждение и ослабление этих процессов и удлинение сроков хранения готовой продукции имеют большое практическое значение. Для этой цели используются специальные вещества – антиоксиданты, или антиокислители. Антиоксиданты включаются в процесс автоокисления с образованием стабильных промежуточных продуктов, то есть веществ, блокирующих цепную реакцию (Гуляев В.Н.).

В продуктах растительного и животного происхождения обычно содержатся свои природные антиоксиданты. Чем менее рафинирован продукт, тем их больше. Они малоустойчивы и быстро разрушаются при термической обработке и хранении. Это приводит к резкому снижению устойчивости пищевых жиров к окислению и вызывает необходимость введения антиокислителей.

В качестве пищевой добавки природные и синтетические антиоксиданты применяются в производстве различных продуктов питания для предупреждения накопления в них токсичных соединений, а также с целью снижения потерь полезных веществ (витаминов, аминокислот и др.) при хранении и технологической обработке.

Антиоксиданты оказывают большое значение на состояние организма человека. Наряду с витаминами, гормонами, нейромедиаторами они относятся к биорегуляторам – важнейшим веществам, осуществляющим многоступенчатую систему регуляции и координации различных функций организма, антиоксиданты обеспечивают необходимую активность антиокислительной системы, а также универсальной регулирующей системы, контролирующей уровень свободнорадикальных реакций окисления и препятствующей накоплению токсичных продуктов окисления. Антиоксиданты обладают широким спектром физиологического действия, что связано с их участием в различных видах обмена веществ (Шабров А.В., Дадали В.А и др.).

Другая функция антиоксидантов – модуляторная, то есть способность изменять активность других регулирующих систем. Это обусловлено их прямым или косвенным влиянием на синтез и превращение многих биологически активных веществ (витаминов, гормонов и др.). кроме того, антиоксиданты участвуют в формировании ряда структурных элементов клетки, в частности в построении биологических мембран.

Антиоксиданты относятся к различным классам соединений. Наиболее эффективными и распространёнными антиоксидантами являются, как правило, ароматические соединения, например фенолы, амины, аминокислоты. Эффективными ингибиторами являются также представители и других классов соединений.

Использование тех или иных антиоксидантов зависит от особенностей состава жира и жиросодержащих продуктов, наличия в них различных веществ. А также условий хранения продукта.

Сложность подбора антиокислителей для пищевых жиров заключается в том, что кроме способности стабилизировать субстрат, выбранный антиокислитель должен быть не токсичным.

При практическом применении антиокислителей имеет значение момент введения их в жир.

В настоящее время в мировой практике применяется большое количество веществ, обладающих свойствами антиокислителей.

Широкое распространение получили различные смеси, обладающие ингибирующими свойствами (антиокислительные составы). Кроме смесей антиокислителей, применяются композиции одного или нескольких антиокислителей с различными синергистами.

Синергисты усиливают действие антиокислителей, но сами не обладают антиокислительными свойствами. Кроме того, к ним относятся вещества, инактивирующие ионы тяжёлых металлов, связывая их в комплексные соединения и, тем самым, ингибируя проокислительное действие ионов металлов. Синергистами являются органические и неорганические кислоты, такие как фосфорная, аскорбиновая, лимонная и их соли, а также полифосфаты, аминокислоты и др.

Наибольшее практическое значение в отношении ингибирования автоокисления жиров имеют антиоксиданты фенольного типа.

Важнейшим свойством многих фенольных соединений является способность к обратимому окислению, то есть к переходу из фенольных форм в хинонные, и восстановлению последних в хиноны. Это обуславливает их участие в окислительно-восстановительных реакциях. Только восстановленные (фенольные) формы проявляют антиокислительные свойства, в то время как окисленные (хинонные) формы фенольных соединений обладают очень слабой антирадикальной активностью.

К синтетическим антиоксидантам относятся бутилоксианизол (БОА) и другие.

Перспективным является применение для стабилизации жира природных антиоксидантов, содержащихся в животном и растительном сырье.

Наиболее распространёнными натуральными антиоксидантами являются токоферолы. В растительных жирах токоферолы представлены смесью нескольких изомеров, α -токоферол, как правило, проявляет большую витаминную и меньшую антиокислительную активность, а δ -изомер – наоборот. В животных жирах токоферолы встречаются лишь в небольших количествах (5-30 мг/кг), что в лучшем случае соответствует 1/10 от концентрации, необходимой для их оптимального антиокислительного действия.

Токоферолы дают хорошие результаты при добавлении в животные жиры в количестве 30 мг/кг. Особенно эффективны они с синергистами – с аскорбиновой и лимонной кислотами. Масла из зародышей пшеницы и маиса, препараты из сои используются в качестве антиокислителей благодаря высокому содержанию в них токоферолов.

За рубежом, в Японии, широкое распространение получили различные антиокислительные композиции на основе натурального витамина Е.

К натуральным антиоксидантам относятся эфиры галловой кислоты (галлаты): пропилгаллат, октилгаллат, додецилгаллат и лаурилгаллат. В воде они не растворимы, в жирах растворяются лишь октил- и додецилгаллат.

Известно, что галлаты являются эффективными антиоксидантами. Однако способность их образовывать с ионами тяжёлых металлов интенсивно окрашенные соединения приводит к неприятному изменению окраски жиров, что ограничивает их применение.

Галлаты обычно добавляют в жиры и масла в количестве 50-200 мг/кг. Их действие усиливается добавлением синергистов – лецитина или лимонной кислоты.

Антиоксиданты – кверцетин и рутин – относятся к группе производных флавонола. Кверцетин получают из коры дуба, рутин найден в различных растениях, главным образом в цитрусовых. Антиокислительное действие этих флавонолов сильнее, чем пропилгаллата. В качестве синергистов применяют лимонную или аскорбиновую кислоты.

К натуральным антиоксидантам относятся также гваяколовая смола и нордигидрогваяретовая кислота.

Многие натуральные пряности обладают антиоксидантными свойствами и задерживают порчу жиров. Такие свойства обнаружены у мускатного ореха, гвоздики, чёрного перца, аниса, кардамона, кориандра, укропа, фенхеля, имбиря, майорана, розмарина, шалфея.

Стабилизирующим действием на жир обладают также семена горчицы, рапса, редиса, томатов. В ряде случаев натуральные антиоксиданты более эффективны, чем синтетические.

Исследования, проведённые во ВНИИСП и СПТ, показали, что многие пряности, пряные овощи и зелень, используемые в пищевой промышленности содержат природные антиоксиданты. Высокой антиокислительной активностью обладают перец чёрный и красный, курага, лук, чеснок, морковь, кориандр, хрен. Высокое стабилизирующее действие этих добавок на жир обусловлено наличием в них целого комплекса антиоксидантов, обладающих различным механизмом ингибирования и поэтому усиливающих действие друг друга.

Чрезвычайно высокой антиокислительной активностью (по результатам исследований ВНИИСП и СПТ) обладает горчичный порошок, а также куркума.

В последние годы специалистами по питанию особое внимание уделяется пищевым волокнам как одному из важных компонентов пищи.

Во многих странах в настоящее время в пищевые продукты вводят добавки чистых полимерных углеводов, целлюлозы и их производных. Фирмы Италии, США, Германии выпускают различные виды порошкообразных целлюлоз.

Большое распространение получили производные целлюлозы с различной степенью полимеризации и замещения. Замещающими ионами служат ионы натрия, калия, магния.

За рубежом (США, Германия) предложено использовать в концентратах супов волокнистый наполнитель, состоящий из протопектина и целлюлозных волокон, покрытых слоем гидрофобного материала.

В РФ в настоящее время проводятся работы по выявлению содержания пищевых волокон в продуктах питания и изучению возможности включения пищевых волокон в различные продукты.

Во ВНИИПП была проведена работа по определению содержания пищевых волокон в рационах питания из пищевых концентратов. Были исследованы рацион калорийностью 14212 кДж (3400 ккал), предназначенный для лечебного питания, и рацион калорийностью 10032 кДж (2400 ккал).

Установлено, что фактическое суточное потребление пищевых волокон с первым рационом ниже рекомендуемого на 12-14%, а при использовании второго рациона дефицит пищевых волокон составил 80%.

При исследовании малогабаритных рационов, предназначенных для использования в качестве аварийного запаса продовольствия для геологов, туристов, военнослужащих и других, показано, что эти рационы имеют большой дефицит пищевых волокон. Это приводит к появлению ощущения чувства голода и нарушениям работы желудочно-кишечного тракта.

В связи с изложенным, вопрос обогащения пищевых концентратов пищевыми волокнами является современным и актуальным, так как позволит предупредить ряд заболеваний, связанных с недостатком балластных веществ в потребляемой пище.

Во ВНИИПП также были разработаны пищевые концентраты для больных сахарным диабетом. Эти концентраты обогащены пищевыми волокнами, в качестве источника волокон использованы свекольные выжимки.

В то же время, вопросы создания для таких продуктов питания сушеного рыбаобразовимого фарша не решались, а поэтому в настоящее время нет научных данных для проектирования технологии его получения.

Более того, известные способы структурирования и окраски соевого белка не позволяют создавать рыбаобразовательные композиции требуемого состава и свойств.

При этом, использование при производстве пищевых концентратов синтетических красителей и антиоксидантов не отвечает требованиям безопасности пищевой продукции данного ассортимента.

1.3.5 Особенности напитков как аналогов продуктов питания функционального назначения

В настоящее время наметилась тенденция к использованию различного вида напитков в качестве источника полезных веществ для организма человека.

В этой связи, в основном, в качестве добавок используют физиологически ценные ингредиенты самой различной природы. Прежде всего это ягодное сырьё, хвойные экстракты, мёд, а также лечебные травы.

Из напитков брожения наибольшей популярностью пользуется традиционный квас, к которому относятся квас «Русский», квас «Хабаровский», квас по-домашнему, квас имбирный, квас медовый, квас на различных фруктах и

ягодах (яблочный, малиновый, смородиновый и т.д.), квас свекольный и морковный, а также квас молочный.

При этом основой всех квасов являются солод, сухари и дрожжи.

Особого внимания по данному направлению заслуживают исследования по обоснованию возможности и целесообразности использования соевой сыворотки в приготовлении напитков брожения.

1.3.6 Постановка цели и задач исследований

Выявленные в результате анализа противоречия между стремлением человека иметь в своём рационе питания продукты функциональной направленности со свойствами, обусловленными наличием в них совокупности веществ растительного и микробиологического происхождения, обладающих способностью оказывать благоприятный эффект хотя бы на одну физиологическую функцию, а также на процессы обмена веществ в организме при систематическом употреблении в количествах, составляющих не менее нормативной (15-50%) от физиологической суточной потребности и уровнем знаний о закономерностях процессов трансформации составов сырья в состав готового продукта, при которых у него формируются свойства с уровнем качества не ниже чем у традиционных аналогов, в форме доступной для максимального усвоения организмом, порождают проблемную ситуацию, на решение которой и направлена исследовательская работа.

Целью исследования является разработка концептуальных основ создания продуктов питания функциональной направленности, содержащих в своём составе комплексы биологически активных и физиологически ценных ингредиентов в виде автономных групп антиоксидантных комбинаций, обладающих синергическим эффектом.

В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

1. Аналитически обосновать концептуальные подходы к созданию продуктов функциональной направленности;
2. Изучить технологические и биохимические показатели биоактивного сырья Дальневосточного региона, а также возможность и целесообразность их использования в технологии функциональных продуктов;
3. Изучить кинетику процессов получения белковых дисперсных систем на основе бинарных соево-овощных, соево-корнеплодных и соево-цитрусовых композиций;
4. Изучить кинетику процессов получения коагуляционных структур на основе соевых белков при использовании в качестве коагулянтов комплекса биологически активных веществ ягодного сырья;
5. Изучить кинетику процессов формирования состава и свойств пищевых систем в виде кваса на основе соевой сыворотки (квас, напитки);
6. Изучить кинетику процессов формирования состава и свойств хлебобулочных пищевых систем с использованием белково-углеводной муки (соево-морковной и т.д.);

7. Изучить кинетику процессов формирования состава и свойств пищевых систем эмульсионного типа с использованием белково-углеводных коагуляционных структур;
8. Изучить кинетику процессов формирования состава и свойств пищевых систем в виде соусов-концентратов;
9. Изучить кинетику процессов формирования состава и свойств кулинарных изделий в виде тортов и рулетов;
10. Разработать технологию и рецептуры функциональных продуктов на основе трансформированного путём разработанных способов биологически активного сырья Дальневосточного федерального округа;
11. Разработать пакет технической документации на новый ассортимент продуктов функциональной направленности.

Научной гипотезой для решения проблемы создания продуктов функциональной направленности является предположение о том, что функциональный продукт как сложную пищевую систему с заданными составом и свойствами можно сконструировать на основе биологически активного и физиологически ценного сырья, составы которого сочетаясь в определённой степени по органолептическим показателям, приобретённым в процессе принятой трансформации сырья, обеспечат получение в составе готового продукта групп эффективных антиоксидантных комбинаций в виде отдельных комплексов биологически активных и физиологически ценных ингредиентов с их суммарной массовой долей не ниже нормативной и взаимосвязью, которая порождает синергический эффект.

Научная концепция. Она заключается в выявлении управляемых факторов и установлении зависимостей, характеризующих процессы формирования состава и свойств готовых продуктов путём рациональных способов трансформации биоактивного сырья с получением групп эффективных антиоксидантных комбинаций на основе биологически активных ценных ингредиентов с их суммарной массовой долей в готовых продуктах не ниже нормативной, а также взаимосвязью, которая порождает синергический эффект.

Глава 2

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

2.1 Обоснование методологических подходов и разработка теоретических основ создания продуктов питания функциональной направленности

В качестве методологической основы для создания продуктов функциональной направленности приняты положения, которые обозначены в следующей нормативно-технической документации:

- ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения»;

- ГОСТ Р 54059-2010 «Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования»,

В настоящее время получило широкое признание развитие нового направления в пищевой промышленности – производство продуктов для функционального питания, под которым подразумевается использование в нём таких ингредиентов естественного происхождения, которые при систематическом употреблении оказывают регулирующее действие на организм в целом или на его определённые системы и органы

(Лисицин А.Б. и др.). В России рамки данного направления регламентированы национальными стандартами ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» и ГОСТ Р 54059-2010 «Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования».

При этом в последние годы особое внимание учёных и практиков было направлено на изучение технологических и пищевых свойств ценного соевого сырья, а также на разработку и создание продуктов питания на основе сои, в том числе и комбинированного состава. В результате этого были созданы функциональные мясо- и рыба-растительные продукты с высокой пищевой и биологической ценностью и, тем самым, доказана полезность и целесообразность использования в питании человека соевых белковых продуктов, а также их комбинаций с заданным составом и свойствами (Липатов Н.Н., Рогов И.А., Лисицин А.Б., Антипова А.В., Дунченко Н.И., Доценко С.М., Мезенова О.Я., Кочеткова А.А., Чижикова О.Г., Палагина М.В., Стаценко Е.С., Чернышова А.Н. и др.).

В то же время, одной из основных задач пищевой российской промышленности является предоставление потребителю более широкого ассортимента разнообразных недорогих пищевых продуктов высокого качества, максимально сохранивших полезные свойства натуральных продуктов, пищевые вещества которых находятся в легкоусвояемой форме (Тутельян В.А., Онищенко Г.Г., Дурнев А.Д. и др.).

Правильно построенный рацион должен включать все пищевые вещества (белки, жиры, углеводы, минеральные соли, витамины и др.) в определённом сбалансированном соотношении и в соответствии с физиологическими потребностями человека в основных пищевых веществах и энергии (включая рацио-

нальное соотношение компонентов животного и растительного происхождения в белках и жирах).

Если питание разнообразно, то есть содержит достаточное количество молока, молочных продуктов, мяса, рыбы, овощей, зелени, фруктов, то организм получает необходимое количество белков, жиров, углеводов, минеральных солей и витаминов (Богатырёв А.Н., 2001).

Кроме того, для нормального развития, сохранения высокой работоспособности большое значение имеет соблюдение правильного режима питания. Срывы в режиме, несоблюдение постоянных часов приёма пищи, удлинение или укорочение интервалов между приёмами пищи чаще приводит к нарушению аппетита, а систематическая еда без аппетита вызывает расстройство работы пищеварительных органов. В этом случае не происходит достаточной выработки пищеварительных соков, пища переваривается слабо, долго задерживается в желудочно-кишечном тракте и раздражает слизистые оболочки желудка и кишечника. Всё это способствует развитию ряда хронических заболеваний (гастрита, энтерита, колита) (Газина Т.П., 2007).

Помимо выполнения основных функций, пищевой продукт должен доставлять потребителю положительные эмоции благодаря приятному сочетанию вкуса, цвета, аромата. Кроме того, питание – это часть национальной культуры и традиций (Богатырёв А.Н., Тутельян В.А. и др.).

В силу сложившихся реалий возникла потребность в новой стратегии решения мировой продовольственной проблемы, базирующейся на использовании достижений современной биотехнологии, генной инженерии, высоких технологиях переработки растительного и животного сырья, теории адекватного питания, фармаконутрициологии.

Большой теоретический и практический вклад в развитие технологии продуктов функционального питания внесли учёные отечественных школ прикладной биотехнологии, биохимии и нутрициологии: А.М. Бражников, О.В. Большаков, К.К. Горбатова, С.М. Доценко, Т.К. Каленик, Н.К. Журавская, Н.Н. Липатов, И.А. Радаева, И.А. Рогов, Е.И. Титов, Э.С. Токаев, В.Д. Харитонов, А.М. Шалыгина, А.М. Уголев, М.Н. Волгарев, В.И. Покровский, В.А. Тутельян и др.

По мнению отечественных учёных, проблема нарушения общего гомеостаза населения России, с одной стороны, связана с экологическим прессингом, а с другой, - с дефицитом в рационе питания биологически активных компонентов, растительных тканей (пищевых волокон), витаминов, полиненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ на фоне неуклонного сокращения традиционных продуктов питания (по многим показателям не обеспечивается даже половина физиологических норм рациона). Улучшение структуры питания населения является необходимым условием для сохранения здорового образа жизни и её продления (Богатырёв А.Н., 2001; Курзина М.В., 2004; Кудряшова А.А., 2005).

Социальная составляющая данной проблемы – физическая, биологическая и интеллектуальная деградация населения.

Питание является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье подрастающего поколения, поскольку именно с нарушением его структуры

и качества связана наибольшая опасность снижения показателей здоровья. Изучение состояния питания 4-6 летней возрастной группы детей в дошкольных учреждениях различных регионов страны показало, что в рационе содержание белков, в том числе животного происхождения, а также жиров недостаточно до физиологической нормы, белка – 23%, в том числе животного – 47%. Недостаток витаминов в среднем составляет, %: С – 40; А, РР, группы В – 16; фолиевой кислоты – 45%. Дефицит фосфора и кальция составляет 15%, йода – 40%. Выявлено, что недостаток животного белка, витаминов, минеральных веществ и избыток углеводов в рационе питания детского населения обусловлены недостаточным потреблением яиц, молока и молочных продуктов, овощей, фруктов при избытке потребления сахара, кондитерских, крупяных и хлебобулочных изделий.

Обследованиями института питания РАМН установлено, что молоко и молочные продукты регулярно потребляют меньше половины детей школьного возраста, а они, помимо высококачественного белка, являются источниками витаминов группы В, А и кальция. В питании подростков выявлен дефицит полноценных белков (30-70%), жиров (10-40%), витаминов (40-70%, минеральных веществ (10-50%). Изучение химического состава и калорийности фактического питания школьников показало как недостаток его пищевой ценности, так и несбалансированность состава, которые ведут к увеличению числа детей с задержкой роста и отклонениями массы тела от средних норм, нарушению иммунного статуса, а значит к обострению наследственных и хронических заболеваний органов пищеварения и других заболеваний.

Исследование фактического питания и заболеваемости студенческой молодёжи в период обучения показало взаимосвязь состояния питания и формирования соматической, в том числе алиментарно-зависимой патологии. Фактическое питание студентов характеризуется избыточным потреблением зерновых продуктов, животных жиров, сахара, кондитерских изделий и недостатком мясных, рыбных, молочных продуктов, растительных масел и овощей. Калорийность рациона девушек составляет 2484 ккал, юношей – 2801 ккал. Энергетическая ценность рациона обеспечивается белками на 10,5%, жирами – на 35%, углеводами – на 61%. Содержание белков животного происхождения составляет 35% от общего количества белка, а дефицит белков в рационе составляет 17%. Потребление жиров превышает норму, в среднем, на 25%, при этом доля растительных жиров составляет 44% от нормы. Оценка витаминного состава рациона выявила дефицит всех витаминов. Степень удовлетворения в аскорбиновой кислоте – 40-60%, в витамине А – 70-90%, в рибофлавине – 50-65%, а в ниацине – 67-80%. Отмечена несбалансированность рациона студенческой молодёжи не только по содержанию макро-, но и микронутриентному составу.

Следовательно, решение важнейшей национальной проблемы – сохранение здоровья и продолжение жизни населения страны – связано с обеспечением адекватного, биологически полноценного питания для всех возрастных групп граждан РФ.

Важнейшим условием решения этой проблемы является создание технологической базы для производства продуктов функционального и специализи-

рованного назначения, не только удовлетворяющих физиологические потребности организма человека в пищевых веществах и энергии, но и выполняющих профилактические и лечебные функции. Большую роль в обеспечении здорового питания может сыграть производство сои и перерабатывающая промышленность.

Известные технологии производства соевых белковых продуктов, предусматривающие получение белковой композиции из соевой белковой основы путём коагуляции белка в ней солями кальция, магния или же различными кислотами, не позволяют иметь качественный коагулят для использования в пищевой промышленности. При этом, получаемая в результате коагуляции белка жидкая фракция, содержащая большое количество ценных минеральных веществ, витаминов и других нутриентов, не используется в дальнейшем в силу наличия в ней солей и кислот (Доценко С.М., Скрипко О.В., Стаценко Е.С. и др.).

Учитывая, что пищевой продукт – это энергонасыщенная специальными способами обработки пищевая система, в соответствии с физиологическими потребностями организма человека, в качестве обобщённого критерия эффективности создания пищевых продуктов η , как элемента биотехнологической системы питания человека, можно принять следующую зависимость:

$$\eta = 1 - \frac{H}{P}, \quad (2.1)$$

где H , P – соответственно непереваримость и переваримость пищевых веществ, содержащихся в продукте.

На рисунке 2.1 представлена формализованная схема биотехнологической системы питания человека.

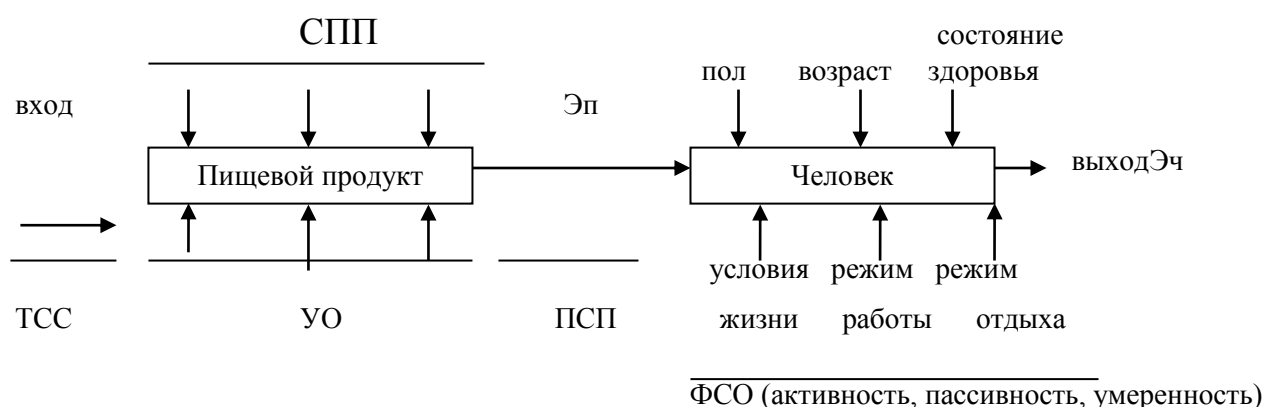


Рис. 2.1. Схема формализованной биотехнологической системы питания человека:

ТСС – технологические свойства сырья; СПП – состав пищевого продукта; УО – условия обработки; ПСП – пищевые свойства продукта; ФСО – физиологические свойства организма; Эп – энергия, содержащаяся в пищевом продукте, $Эп=f(P)$; Эч – энергия, физиологически необходимая человеку

Совокупность пищевых веществ в составе поликомпонентного продукта обозначим в виде множества:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \quad (2.2)$$

где n – целое положительное число, элементами которого являются пищевые ингредиенты продукта.

Систему питания человека представим множеством:

$$L = \{l_1, l_2, \dots, l_c\} \quad (2.3)$$

где l – единичные элементы биотехнологической системы питания человека (системы производства и потребления продуктов питания);

c – целое положительное число, при котором выполняется условие:

$$l_1 = \left\{ a_s \in A; \tau_H^i \leq \tau_{as} \leq \tau_\beta^i / s = 1, 2, \dots, k \right\} \quad \left. \begin{array}{l} l_i \in A, i = 1, 2, \dots, c \\ (\cup_{i=1}^c l_i = A \cap \prod_{i=1}^c l_i = \Phi) \end{array} \right\} \quad (2.4)$$

где τ_{as} – продолжительность обработки продукта в биотехнологической системе питания;

τ_H^i – начальный отсчет момента времени в подмножестве l_i ;

τ_β^i – конечный момент времени в подмножестве l_i .

Тогда множитель L есть биотехническая система приготовления пищевых продуктов.

Элементы биотехнологической системы будем называть физиологическими ингредиентами, которые характеризуются следующими величинами:

$$l_i = l(p_i, \tau_i), \quad (2.5)$$

где p_i – элемент множества всех значений усвояемости ингредиента продукта

$$p_i \in p = \{p_1, p_2, \dots, p_\beta\}, i = 1, 2, \dots, \beta, \quad (2.6)$$

$$\tau_i \in \tau = \{\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_\alpha\}, i = 1, 2, \dots, \alpha, \quad (2.7)$$

Множество τ_i является метрическим с метрикой $\alpha = 1$ секунда, то есть $\tau_i = \tau_{i-1} = \alpha = 1с$.

Множество D , представляющее прямое произведение множеств p и τ соответствует множеству возможных состояний одиночных компонентов в составе продукта.

$l \in L$, т. е. $D = p\tau$

$$D = \{p_i, \tau_j / i = 1, 2, \dots, \beta; j = 1, 2, \dots, \alpha\}. \quad (2.8)$$

Тогда прямое произведение множеств L и D представляет собой множество возможных состояний биотехнологической системы.

$L' = L * D$

$$L' = \{l_n p_i, \tau_j / n = 1, 2, \dots, c; i = 1, 2, \dots, \beta; j = 1, 2, \dots, \alpha\}. \quad (2.9)$$

В этой связи, пространство (L, T) называется пространством состояний биотехнологической системы:

$$L, T = \{t_{11}, t_{21}, \dots\}. \quad (2.10)$$

Если в множестве L вместо элементов l записать значения их характеристик в момент времени t , то получим множество $L'(t)$, которое называется состоянием биотехнологической системы приготовления пищевых продуктов в момент времени t .

$$L'(t) = \{[\rho \cdot l_1, \tau \cdot l_1(t)], [\rho \cdot l_2, \tau \cdot l_2(t)], \dots, [\rho \cdot l_c, \tau \cdot l_c(t)]\}. \quad (2.11)$$

Технологический процесс приготовления поликомпонентных продуктов – это процесс целенаправленного движения биологической системы в пространстве ее состояний в результате управляющих воздействий, при которых характеристики каждого элемента этой системы принимают ряд последовательных значений из множества D от (p_{τ_1}, τ_1) до полной готовности продукта. Тогда выполняются следующие условия:

$$\left. \begin{array}{l} l_i(t_i) = l(\rho_i, \tau_i), \\ \text{если } l_i(t_j) = l(\rho_j, \tau_j), t_j > t_i, \\ \text{то } \tau_j > \tau_i, \text{ а } \rho_j > \rho_i. \end{array} \right\} \quad (2.12)$$

Такие условия указывают на то, что при движении ингредиента пищевой системы в биотехнологическом процессе приготовления продукта его пищевая ценность и усвояемость должны повышаться, стремясь к потенциально возможным. Поэтому, чтобы определить биотехнологический процесс приготовления пищевого продукта, необходимо для каждого $t \in T$ определить соответствующую характеристику (p_1, τ_1) .

Нахождение τ_1 не представляет сложности, так как $\tau_1 = t - t_p^l$, где t_p^l – время подачи ингредиента продукта на обработку; l – величина известна для каждого τ_1 .

Так как τ_1 и t связаны между собой родственными зависимостями, то для определения биотехнологического процесса приготовления пищевого продукта необходимо для каждого $t \in T$ найти соответствующее значение $p \in \Pi$. Решение данной задачи в рамках детерминированных процессов представляет значительные трудности, поэтому сформулируем данную задачу в терминах стохастических процессов. В этом случае рассмотрим совокупность трех множеств:

$\Pi = \{p_1, p_2, \dots, p_\beta\}$ – множество возможных значений усвояемости;

$T = \{\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_\alpha\}$ – множество возможных значений продолжительности обработки отдельных компонентов продукта;

$\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{i-j}, \dots, \lambda_{\alpha-\beta}\}, i = 1 - \beta, j = 1 - \alpha$ – множество, характеризующее распределение вероятностей принятия элементами компонентов продукта значений из множества Π для всех моментов времени из T . Биотехнологический процесс приготовления пищевого продукта данного вида представим

как случайный процесс $\zeta(\tau)$ движения биотехнологической системы в вероятностном пространстве.

Так как закон движения каждого элемента биотехнологической системы в пространстве ее состояний одинаков, то в дальнейшем для удобства будем рассматривать биотехнологический процесс обработки одного их ингредиентов комбинированного пищевого продукта.

Обозначим через $E\tau i$ событие, состоящее в том, что в момент времени τ ингредиент находится в состоянии i , то есть значение средней усвояемости органических веществ в момент времени τ составляет $p \in \Pi, i = 1, \beta$ тогда описание эволюции вероятного биотехнологического процесса приготовления продукта состоит в определении вероятности события:

$$E\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_\alpha; i_1, i_2, \dots, i_\beta = E\tau_1 i_1 P E\tau_1 i_1 P E\tau_1 i_2, \dots, P E\tau_2 i_\beta = \prod_{k=1}^{\alpha} \prod_{i=1}^{\beta} E\tau_k i_k, \quad (2.13)$$

то есть, в заданные моменты времени, функционально значимый ингредиент продукта находится в заданных состояниях.

Вероятность происходящих событий $E\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_\alpha; i_1, i_2, \dots, i_\beta$ может быть вычислена через систему условных вероятностей переходов компонентов в момент времени из одного состояния в другой.

Для биотехнологического процесса приготовления пищевого продукта условия вероятности переходов из состояния i в состояние j в следующий момент времени не зависят от условий вероятностей переходов компонентов в состояние i , а определяются состоянием i и j . В этом случае описание вероятности событий $E\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_\alpha; i_1, i_2, \dots, i_\beta$ через систему условных вероятностей может быть получено в виде:

$$P \left[\prod_{k=1}^{\alpha\beta} E\tau_k i_k \right] = P[E\tau_1 i_1] \prod_{k=1}^{\alpha\beta} P \left[E\tau_k i_k / E\tau_{k-1} i_{k-1} \right]. \quad (2.14)$$

Зависимость описываемого процесса обладает марковским свойством. Следовательно, биотехнологический процесс приготовления пищевого продукта моделируется конечной марковской цепью.

Для смежных моментов времени условная вероятность переходов качества ингредиентов из состояния i в момент времени τ , в состояние j в момент времени $\tau+1$ описывается как:

$$P_{ij} = P \left[E\tau + 1, j / E\tau, i \right]. \quad (2.15)$$

Под i и j , понимается $i, j \in \Pi$.

Они образуют стохастическую матрицу переходов:

$$P = \begin{vmatrix} P_{11}, & P_{12}, \dots, & P_{1\beta} \\ P_{21}, & P_{22}, \dots, & P_{2\beta} \\ P_{\beta 1}, & P_{\beta 2}, \dots, & P_{\beta\beta} \end{vmatrix}. \quad (2.16)$$

Элементы матрицы удовлетворяют состояниям:

$$\left. \begin{array}{l} P_{ij} = 1; i \in \Pi \\ \sum_{j=1}^{\beta} P_{ij} = 0; o \in \Pi \end{array} \right\} . \quad (2.17)$$

При этом между элементами векторов $\lambda(\tau) \tau \in T$ существует зависимость

$$\lambda_j(\tau_{k+1}) = \sum_{i=1}^{\beta} \lambda_i(\tau_i) P_{ij}, j = i; \bar{\beta}; k = 1, \bar{a} , \quad (2.18)$$

Тогда для векторов $\lambda(\tau)$ получим:

$$\bar{\lambda}(\tau_{i+1}) = \bar{\lambda}(\tau_i) P, i = 1, \bar{a} \quad (2.19)$$

Для каждого $\tau(i)$ можно определить распределение вероятностей качества компонентов в продукте, если известно начальное распределение в момент времени τ_1 .

Так как рекуррентно имеем

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}(\tau_2) &= \bar{\lambda}(\tau_1) P, \\ (\tau_3) &= \bar{\lambda}(\tau_1) P \cdot \bar{\lambda}(\tau_1) P = \bar{\lambda}(\tau_1) P^2 , \end{aligned} \quad (2.20)$$

то общее выражение имеет вид

$$\bar{\lambda}(\tau_n) = \bar{\lambda}(\tau_1) P^n, n = 2, 3, \dots, a . \quad (2.21)$$

В этой связи, для определения процесса приготовления пищевого продукта, формализованного в терминах конечной марковской цепи, необходимо знать начальное распределение вероятностей состояний в момент времени τ начала обработки сырья и матрицу перехода P . Для всех остальных $\tau_1 \in T$ можно вычислить значения векторов состояний $\lambda(\tau_1)$ и полученная система будет решением модели биотехнологического процесса приготовления пищевого продукта данного вида как конечной марковской цепи

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}(\tau_1) &= [\lambda_1(\tau_1), \lambda_2(\tau_2), \dots, \lambda_{\beta}(\tau_1)], \\ \bar{\lambda}(\tau_2) &= [\lambda_1(\tau_2), \lambda_2(\tau_2), \dots, \lambda_{\beta}(\tau_2)] , \\ \bar{\lambda}(\tau_a) &= [\lambda_1(\tau_a), \lambda_2(\tau_a), \dots, \lambda_{\beta}(\tau_a)]. \end{aligned} \quad (2.22)$$

После того, как определены распределения вероятностей состояний элементов системы для каждого $\tau \in T$, то можно найти значение математических ожиданий переваримости и усвояемости отдельных органических веществ компонентов для каждого $\tau \in T$

$$\left. \begin{aligned} \bar{P}(\tau_1) &= \sum_{i=1}^{\beta} \lambda_i(\tau_1) P_i ; \\ \bar{P}(\tau_2) &= \sum_{i=1}^{\beta} \lambda_i(\tau_2) P_i ; \\ \bar{P}(\tau_a) &= \sum_{i=1}^{\beta} \lambda_i(\tau_{a1}) P_i ; \\ \bar{P}(\tau_j) &\in \Pi, j = 1, \bar{a}; P_i \in \Pi, i = 1, \bar{\beta} \end{aligned} \right\} \quad (2.23)$$

Данная система уравнений полностью определяет положение пищевой и энергетической ценности компонентов пищевого продукта в пространстве их состояний в любой момент времени $\tau \in T$.

Решив эту систему уравнений для каждого элемента $l \in T$, можно определить биотехнологический процесс приготовления пищевого продукта данного вида.

Для каждого состояния элемента биотехнологической системы L , определяемого величиной $P(\tau_1)$, $i = 1, a$, существует некоторое множество уравнений $Z' \in Z$, допустимых в состоянии $P(\tau_i)$.

Отображение Π в множестве Z в виде $E \Pi \rightarrow$; $E \in \Pi \times Z$ устанавливает для каждого $P_1 \in \Pi$ некоторое подмножество $Z_1 \in Z$, называемое образом элемента P_i .

Множество E представляет собой множество пар (P_i, Z'_i) , то есть

$$E = \left\{ (P_i; Z_i) / i = 1, \bar{\beta} \right\}, Z'_i \subseteq Z. \quad (2.24)$$

Определив биотехнический процесс приготовления поликомпонентного пищевого продукта в виде конечной марковской цепи, приходим к управлению вероятностями переходов элементов биотехнологической системы из одного состояния в другое.

Таким образом, для каждого $Z_1 \in Z$ будет существовать своя матрица переходов P_{Zi} , то есть

$$P \left\{ P_{Zi} / i = 1, \bar{m} \right\}, \quad (2.25)$$

и, соответственно, свои значения $P_{Zi} = Z_i(\tau_i)$.

Ограничения на управляющие воздействия запишем в виде системы неравенств:

$$\left. \begin{aligned} \Pi_1^H Z_i &\leq \Pi_1 Z_i \leq \Pi_1^B Z_i \\ \Pi_2^H Z_i &\leq \Pi_2 Z_i \leq \Pi_2^B Z_i \\ \Pi_n^H Z_i &\leq \Pi_n Z_i \leq \Pi_n^B Z_i \end{aligned} \right\}, \quad (2.26)$$

где $\Pi_2^H Z_i$ и $\Pi_2^B Z_i$ — соответственно нижняя и верхняя границы значений управляющих воздействий $\Pi_n Z_i$.

Ограничения на затраты по управлению Z_{Zi} равны

$$Z_{Zi} = C_1 \cdot \Pi_1 \cdot Z_i + C_2 \cdot \Pi_2 \cdot Z_i + \dots + C_n \cdot \Pi_n \cdot Z_i \leq Z_{\text{доп}}, \quad (2.27)$$

где C_1, C_2, C_n — затраты на соответствующие воздействия;

$Z_{\text{доп}}$ — допустимые затраты на управление.

Состояние $P(\tau_i)$ элемента l биотехнологической системы определяется состоянием $P_i(\tau_i)$ и принятым в нем управлением, выбранным из множества $Z'_d(\tau_{i-1})$.

При этом целевая функция управления биотехнологическим процессом приготовления поликомпонентного пищевого продукта данного вида будет иметь следующий вид:

$$F(\tau_a) = P^{-Z'0}(\tau_i) + \sum_{i=Z}^a P^{-Z_1 P(\tau_{i-1})} \cdot (\tau_i) - P^{-Z' P(\tau_{i-2})} \cdot (\tau_{i-1}), \quad (2.28)$$

где $P^{-Z'0}(\tau_i)$ — среднее значение переваримости и усвояемости компонентов ингредиентов пищевого продукта в начальный момент времени;

$P^{-Z_1 P(\tau_{i-1})} \cdot (\tau_i)$ — среднее значение переваримости и усвояемости компонентов в последующий момент времени;

$P^{-Z'P}(\tau_{i-2}) \cdot (\tau_{i-1})$ – среднее значение переваримости и усвояемости компонентов и ингредиентов продукта в момент времени.

Анализ выражения (2.28) показывает, что целевая функция $F(\tau)$ представляет собой зависимость средних значений переваримости и усвояемости ингредиентов пищевого продукта в момент времени τ от принятых управлений.

Очевидно, что процесс приготовления поликомпонентных пищевых продуктов данного вида преследует цель повышения переваримости и усвояемости продукта как пищевой системы.

Исходя из этого, условие оптимального управления биотехнологическим процессом приготовления продукта имеет вид

$$\max F(\tau_\alpha) = \max_{Z'_0} P^{-Z'_0}(\tau_i) + \max_{Z'_t} \sum_{i=Z}^{\alpha} [P^{-Z'_{i-1}}(\tau_i) - P^{-Z'_{i-2}}(\tau_{i-1})] . \quad (2.29)$$

При этом, прирост Δ среднего значения переваримости и усвояемости, при переходе из состояния $P(\tau_{i-1})$ под воздействием управления Z_{i-1} в состояние $P(\tau_i)$, составит

$$\Delta^{Z'_{i-1}}(\tau_i) = P^{-Z'_{i-1}}(\tau_i) - P^{-Z'_{i-2}}(\tau_{i-1}) . \quad (2.30)$$

Тогда, если разности между смежными моментами времени примем равными одной секунде, то получим $\Delta(\tau_i)$ – среднесекундный прирост переваримости и усвояемости органических веществ продукта.

Перепишем начальное уравнение с учетом последующего и получим

$$\max F(\tau_\alpha) = \max_{Z_0} P^{-Z'_0}(\tau) + \max_{Z_i} \sum_{i=Z}^{\alpha} \Delta P^{Z'_{i-1}}(\tau_i) . \quad (2.31)$$

Вторую часть выражения (2.31) можно представить в виде:

$$\Delta = \max_{Z_0} \sum_{i=1}^{\alpha} P^{-Z'_0}(\tau) \cdot e^{-Z(t)} , \quad (2.32)$$

где α – количество компонентов и ингредиентов.

Составляющая $P^{-Z'_0}(\tau)$ характеризует качество (состав и свойства) пищевого сырья.

Вторая составляющая характеризует потенциальную способность способов обработки сырья к их $\max$ эффективности (к. п. д.).

Данные положения позволяют в качестве математической модели создания продуктов функцию начальной направленности принять следующую:

$$\text{если } \frac{1000 \sum_{i=1}^n X_i \alpha_i}{100[\Phi_i^{\text{РСНП}}]} = 0,15 - \Delta_i, \text{ при каком-то } k = \frac{1000 \sum_{j=1}^m Y_j \alpha_j}{100[\Phi_i^{\text{РСНП}}]} \rightarrow \Delta_i,$$

то необходимо выполнить условие

$$\frac{1000[\sum_{i=1}^n X_i \alpha_i + \sum_{j=1}^m Y_j \alpha_j] \cdot \eta}{100[\Phi_i^{\text{РСНП}}]} \geq 0,15 \rightarrow \text{ГОСТ Р 54059} - 2010 \rightarrow$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 2p - I \left[\begin{array}{l} \text{Витамин С} - (A - II - 1 - \text{БВДЕ}) \\ \text{Витамин Р} - (B - I - 1 - 2 - 3 - \text{АВД}) \\ \text{Витамин Е} - (B - I - 1 - 2 - 3 - \text{ВЕ}) \end{array} \right] \\ 2p - II[\text{Витамин А} - (B - I - 1 - 2 - 3 - \text{Е})] \\ 2p - III[\text{Пищевые волокна} - (A - I - 3 - 4 - II - 1 - III - 1 - 2 - 3 - \text{ВГЕ})] \\ 2p - IV \left[\frac{\omega-3}{\omega-6} = \frac{C_{18:2}}{C_{18:3}} - (A - I - 1 - II - 2 - III - 1 - 2 - \text{В}) \right] \end{array} \right\} \quad (2.33)$$

а $N \rightarrow [N]$ и $t_r \rightarrow [t_r]$,

где n, m – физиологически ценные ингредиенты (ФЦИ) соответствующего вида, состава и свойств;

Δ_i – недостаток i – го ФЦИ в сырье;

k – показатель соотносительности фактического присутствия ФЦИ в сырье к требуемому по рекомендуемой суточной норме его потребления (РСНП);

Φ – рекомендуемая суточная норма потребления ФЦИ согласно формуле сбалансированного питания;

N – органолептический показатель качества функционального пищевого продукта (ФПП);

$[N]$ – допустимое значение показателя качества соответствующего ФПП;

t_r – срок годности ФПП;

$[t_r]$ – допустимый срок годности ФПП.

На основании разработанных подходов и модели создания ФПП определены научные направления, по которым возможно и целесообразно вести исследования:

1. Разработка технологии и научное обоснование рецептур соево-ягодных (белково-витаминно-углеводных) пастообразных продуктов;
2. Разработка технологии и научное обоснование рецептур кваса и других напитков брожения на основе белково-витаминной и соево-ягодной сыворотки;
3. Разработка технологии и научное обоснование рецептур хлебобулочных изделий с использованием белково-углеводной (соево-ягодно-овощной) муки;
4. Разработка технологии и научное обоснование рецептур белково-витаминных (соево-ягодных) соусов-майонезов;
5. Разработка технологии и научное обоснование рецептур белково-витаминных (соево-ягодных) соусов концентратов;
6. Разработка технологии и научное обоснование рецептур мучных кулинарных изделий в виде торта и рулета с белково-витаминной (соево-ягодной) начинкой.

На рисунке 2.2 приведена обобщенная технологическая схема безотходного получения продуктов функциональной направленности с использованием соевого, корнеплодно-овощного, ягодного и другого вспомогательного сырья.

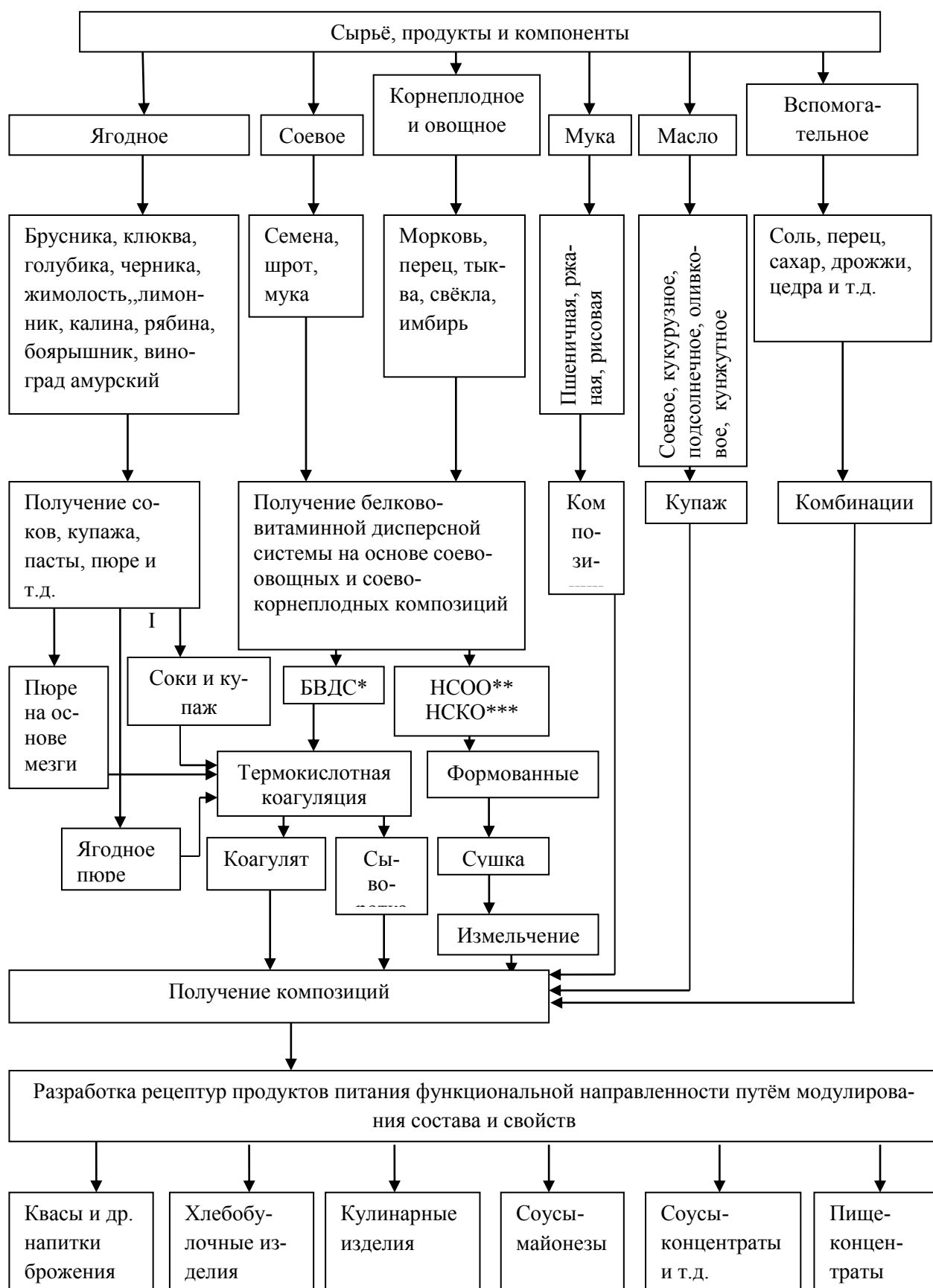


Рис. 2.2. Обобщённая технологическая схема получения продуктов питания функциональной направленности:

*БВДС – белково-витаминная дисперсная система;

**НСОО – нерастворимый соево-овощной остаток;

***НСКО – нерастворимый соево-корнеплодный остаток.

На рисунке 2.3 приведен алгоритм выбора оптимального варианта при конструировании продуктов функциональной направленности

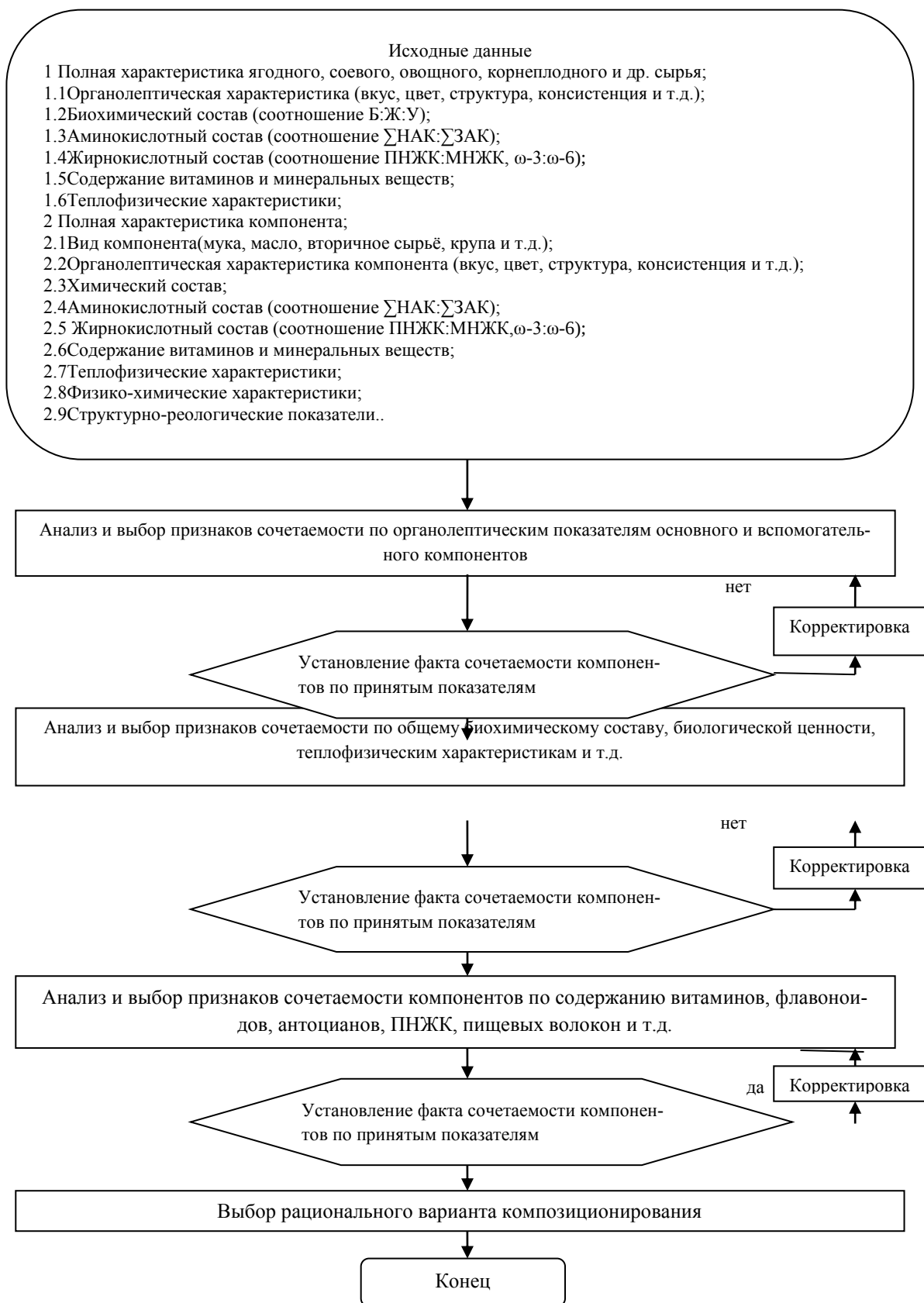


Рис. 2.3. Блок-схема выбора рационального варианта при конструировании продуктов питания функциональной направленности

2.2 Физико-химические основы и кинетика получения концентрированных форм поликомпонентных пищевых систем функциональной направленности

Процесс получения концентрированных форм поликомпонентных систем с использованием соевого компонента включает следующие операции:

- 1) замачивание семян сои в водной среде с целью набухания белковых веществ в них;
- 2) приготовление белковой дисперсной системы, путем измельчения данных семян и осуществления экстракции белковых веществ в водную среду методом конвективной диффузии;
- 3) концентрирование белковых веществ, путем осаждения их методом коагуляции;
- 4) отделение коагулята от жидкой фракции с последующим отжимом влаги до заданного её значения;
- 5) формование полученного коагулята, его замораживание, сушка, фасовка, маркировка.

Процесс замачивания семян сои рассмотрели гипотетически как набухание белковых веществ, кинетика которого описывается следующей зависимостью

$$R_b = A - B \cdot e^{-ct_H}, \quad (2.34)$$

где R_b – коэффициент водонасыщения белковых веществ;

A, B, c – эмпирические коэффициенты;

t_H – продолжительность водонасыщения белковых веществ.

В данной зависимости, коэффициент R_b по сути есть отношение объёма набухших семян V_W к объёму сухих семян V_S , с начальной влажностью W_H .

Приняв семя за правильный эллипсоид, имеем

$$R_W = \frac{a_W b_W^2}{a_S b_S^2}, \quad (2.35)$$

где a_W, b_W, a_S, b_S – соответствующие полуоси эллипсоида.

Представим, увеличение линейных размеров по длине как

$$R_1 = \frac{2a_W}{2a_S} = \frac{a_W}{a_S}, \quad (2.36)$$

$$R_2 = \frac{2b_W}{2b_S} = \frac{b_W}{b_S},$$

и тогда коэффициент водонасыщения белковых веществ сои по своей сути есть произведение

$$R_b = (R_1 \cdot R_2^2) \cdot 100\%, \quad (2.37)$$

которое характеризует физико-химические свойства белковых веществ семян любого из сортов сои с точки зрения его кинетики набухания.

Интенсивность процесса набухания зависит от приращения линейных размеров семян в процессе их водонасыщения

$$\vartheta_W = 2 \cdot (a_W - a_S) / t_W. \quad (2.38)$$

Процесс измельчения замоченных семян сои и экстракции белковых веществ из полученных частиц в водную среду рассмотрели с точки зрения конвективной диффузии.

При этом выход белковых веществ G^δ в водную среду зависит от степени измельчения и может быть определен по формуле

$$G^\delta = \frac{2 \cdot \pi \cdot \Delta C \cdot F}{\left[\frac{1,24 \cdot \left(\frac{4\pi \cdot a \cdot b^2}{3} \right)^{1/3}}{D_r \cdot \lambda} + \frac{1}{\beta} \right] \cdot \omega}, \quad (2.39)$$

где ΔC – разность концентраций белковых веществ;

F – площадь частицы;

D_r – коэффициент внутренней диффузии;

λ – степень измельчения семян;

β – коэффициент массоотдачи;

ω – угловая скорость вращения пульпы.

Кинетическая модель процессов измельчения и экстракции белковых веществ имеет следующий вид

$$t = \frac{G^\delta \cdot \left[1,24 \cdot \frac{\left(\frac{4\pi \cdot a \cdot b^2}{3} \right)^{1/3}}{D_r \cdot \lambda} + \frac{1}{\beta} \right]}{(C_1 - C_2) \cdot F}, \quad (2.40)$$

где C_1, C_2 – концентрация экстрагируемого белка в частице и на границе частица – водная среда.

На основе разработанной гипотезы и поисковых опытов установлено, что зависимость $t_3(c)$, от степени измельчения λ (ед.) имеет следующий характер:

$$t = a_H - b_H \cdot \lambda, \quad (2.41)$$

где a_H, b_H – электрические коэффициенты.

Остаточное (неизвлеченное) количество пищевых веществ (белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, витаминов и т.д.) G_0 характеризуется зависимостью следующего вида:

$$G_0 = G_H \cdot e^{-c\lambda}, \quad (2.42)$$

где G_H – начальное содержание пищевых веществ в семенах сои; – эмпирический коэффициент; λ – степень измельчения семян сои.

Параметр λ определен согласно следующему выражению:

$$\lambda = 2,3(1/c) \ln \left(G_H / G_0 \right). \quad (2.43)$$

С другой стороны, параметр λ может быть определен как

$$\lambda = R d_{\text{кг}}, \quad (2.44)$$

где R – коэффициент пропорциональности, м^{-1} ; $d_{\text{кг}}$ – эквивалентный диаметр частиц измельченного соевого сырья, $R = 1/D_\Sigma$.

Приравняв правые части уравнений (2.43) и (2.44) и решив равенство относительно $d_{\text{кг}}$, получим

$$d_{\text{кг}} = 2,3(1/c_R) \ln(G_H/G_0) . \quad (2.45)$$

При этом содержание белков $-G_{\text{б}}$, жиров $-G_{\text{ж}}$, углеводов $-G_{\text{у}}$, минеральных веществ $-G^{\text{МВ}}$ и витаминов $-G_{\text{в}}$ в жидкой фазе (в сумме $G_{\text{сухих}}$ веществ) определили как

$$G_i = (G_{Hi} - G_{0i})\alpha_i\eta \quad (2.46)$$

где G_i – содержание соответствующего i -го пищевого вещества в соевой белковой дисперсной системе (СБДС); α_i – массовая доля i -го пищевого вещества в СБДС; η – гидромодуль.

В то же время процесс термокислотной коагуляции белковых веществ с СБДС характеризуется агрегацией белковых частиц растительного $G_{\text{БР}}$ и животного $G_{\text{БЖ}}$ происхождения и их осаждением в количестве, определяемом соотношением и конечной суммарной массой белковых веществ $G_{\text{Б}}$

$$G_{\text{Б}} = G_{\text{БР}}\alpha_{\text{БР}} + G_{\text{БЖ}}\alpha_{\text{БЖ}} \quad (2.47)$$

При этом значение $G_{\text{Б}} = f(t)$ и $G_{\text{Б}} = f(t^0)$ характеризуется зависимостями

$$G_{\text{Б}} = A - Be^{-ct} , \quad (2.48)$$

где t – время коагуляции;

$$G_{\text{Б}} = A - Be^{-ct^0} , \quad (2.49)$$

где t^0 – температура коагуляции.

Посредством соответствующих преобразований выражений (2.48.) (2.49) определено, что параметры могут быть определены как t и t^0

$$t = F - D \ln(F - G_{\text{Б}}) , \quad (2.50)$$

$$t^0 = F_1 - D_1 \ln(F_1 - G_{\text{Б}}) , \quad (2.51)$$

где F, D – эмпирические коэффициенты.

Кинетику процесса коагуляции белковых веществ в СБДС, с помощью кислотно- ядного комплекса, рассмотрели как процесс их агломерирования.

При этом, если диаметр исходных белковых молекул составляет $-d_i$ при объеме V_m , то объем агломераторов V_i через промежуток времени составит

$$V_i = \sum_{i=1}^n d_i^3 . \quad (2.52)$$

Соответственно объем конгломераторов

$$V_Z = \sum_{j=1}^m V_i = \sum_{j=1}^m \cdot \sum_{i=1}^n d_i^3 . \quad (2.53)$$

Представим, что

$$V_Z = \sum_{j=1}^m D_{\alpha i}^3 , \quad (2.54)$$

где D_{α} – диаметр частиц агломераторов.

Тогда объем коагулята составит

$$V_k = \sum_{\gamma=1}^R \cdot \sum_{j=1}^m \cdot \sum_{i=1}^n d_i^3 . \quad (2.55)$$

С учетом данного подхода кинетическая модель процесса коагуляции имеет вид

$$t_k = \frac{V_k - V_m}{v_k} , \quad (2.56)$$

где v_k – интенсивность приращения объемов.

Теоретически принято что, математической модели, характеризующей процесс коагуляции белковых веществ в белковой или белково - витаминной дисперсной системе является уравнение следующего вида:

$$Y(t_k) = a_0 \mp a_1 \cdot X_1 \mp a_2 \cdot X_2 \mp a_3 \cdot X_3 \mp a_{12} \cdot X_{12} \mp a_{13} \cdot X_{13} \mp a_{11} \cdot X_{11}^2 \mp a_{22} \cdot X_{22}^2 \mp a_{33} \cdot X_{33}^2 \rightarrow \min, \quad (2.57)$$

где Y, t_k – продолжительность коагуляции;

X_1 – активная кислотность среды;

X_2 – массовая доля сухих веществ ягодного компонента в коагулирующем растворе;

X_3 – температура коагуляции.

Аналитическую зависимость для определения желательной (прогнозируемой) конечной влажности коагулята W_k^δ , получили используя следующий подход.

Во-первых, установили характер изменения W_k^δ в следующем виде:

$$W_k^\delta = W_W^\delta \cdot e^{-R(P)} = W_W^\delta - W_i, \quad (2.58)$$

где W_W^δ – начальная влажность белково-витаминного коагулята, %;

W_i – количество, влаги которую необходимо удалить из белково-витаминного коагулята, %;

P – давление прессования белково-витаминного коагулята;

R – коэффициент пропорциональности.

При этом масса влаги, отжатой из окрашенного белково- витаминного коагулята за один цикл отжима равна:

$$W_i = \int_0^H \omega_i(h) \cdot d_h, \quad (2.59)$$

где $\omega_i(h)$ – функция распределения жидкой фазы по высоте слоя h белково-витаминного коагулята;

H – высота слоя белково-витаминного коагулята.

Характер функции $\omega_i(h)$ зависит от равномерности распределения жидкой фазы по высоте слоя, структурно-механических свойств белково-витаминного коагулята и его пористости. При этом, выход жидкой фракции, к концу процесса отжима уменьшается, а плотность коагулята увеличивается. Таким образом, при отжиме жидкой фракции из белково-витаминного коагулята, её масса в продукте убывает.

Для определения закона изменения отжима жидкой фракции из белково-витаминного коагулята в зависимости от времени t_1 принимаем, что выход жидкой фракции прямопропорционален её количеству в каждый момент времени t_1 .

Учитывая, что при отжиме содержание жидкой фракции в коагуляте убывает, запишем дифференциальное уравнение

$$\frac{dW_i}{dt_1} = -\psi \cdot W_1; W_1 > 0; \psi > 0 \quad (2.60)$$

Где ψ – коэффициент пропорциональности.

Разделяя переменные, получаем:

$$\frac{dW_i}{dt} = -\psi \cdot t_1. \quad (2.61)$$

Проинтегрировав уравнение, получаем

$$\ln W_i = \psi \cdot t_1 + \ln c \text{ или } W_i = c \cdot e^{-\psi t_1} \quad (2.62)$$

При начальном значении времени, равном $t_1 = 0$:

$$W_i = W_W, \quad (2.63)$$

где W_W —содержание жидкой фракции в белково-витаминной в (2.63) начальный момент времени. В этом случае постоянная интегрирования равна начальной влажности W_W то есть $c = W_W$.

Тогда, зависимость изменения выхода жидкой фракции из белково-витаминного коагулята, в процессе её отжима, имеет следующий вид:

$$W_i = W_W \cdot e^{-\psi t_1}. \quad (2.64)$$

Продолжительность отжима t_R определили путём преобразования данного уравнения

$$t_i = 2,3 \frac{1}{\psi} \log \left(W_W / W_i \right). \quad (2.65)$$

Для конечной влажности, в момент времени t_1 его значение определится

$$t_1 = \psi_0 \log \left(W_W / W_k \right), \quad (2.66)$$

где ψ_0 — эмпирический коэффициент, равный $2,3/\psi$.

При этом, интенсивность отжима сыворотки, из белково-витаминного коагулята v_0 определится

$$v_0 = W_H \cdot \psi \cdot e^{-\psi t_1}. \quad (2.67)$$

Во-вторых, установили, что зависимость давления P от времени прессования белково-витаминного коагулята t_P имеет следующий характер

$$P = P_{max} \cdot (1 - e^{-ct_P}), \quad (2.68)$$

где P_{max} — максимальное давление прессования белково-витаминного коагулята;

c —эмпирический коэффициент

С учетом выражений (2.67) и (2.68) установлено, что конечная влажность белково-витаминного коагулята W_k зависит от его начальной влажности W_W

$$W_k = W_W \cdot e^{-R[P_{max} \cdot (1 - e^{-ct_P})]}. \quad (2.69)$$

Кинетическая модель процесса сушки характеризует продолжительность удаления влаги из белково-витаминной композиции

$$t_S = \frac{2,3}{c} \cdot \log \left(\frac{W_W}{W_k} \right), \quad (2.70)$$

где W_k — конечная влажность белково-витаминного коагулята;

c —эмпирический коэффициент.

Выразив объёмы гранул до V_g^W и после V_g^S сушки как

$$V_g^W = \frac{\pi \cdot d_g^W}{4} \cdot h_W, \quad (2.71)$$

$$V_g^{WS} = \frac{\pi \cdot d_g^S}{4} \cdot h_S,$$

где d_g^W и d_g^S — диаметр гранул, соответственно влажных и сушеных;

h_W и h_S — длина гранул, соответственно влажных и сушеных, определим скорость (интенсивность) сушки

$$v_S = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{(d_g^W \cdot h_W - d_g^S \cdot h_S)}{t_S}. \quad (2.72)$$

С учетом равенства (2.72) кинетическая модель процесса сушки принимает вид

$$t_s = \frac{\pi \cdot (d_g^W \cdot h_W - d_g^S \cdot h_S)}{4v_s} . \quad (2.73)$$

При этом так называемый коэффициент степени усушки составит

$$R_s = \frac{v_g^W}{v_g^S} = \frac{d_g^S \cdot h_S}{d_g^W \cdot h_W} . \quad (2.74)$$

На гипотетическом уровне принята зависимость, характеризующая кинетику процесса сушки влажного гранулята

$$t_s = A - B \cdot \ln(D - \Pi_p) , \quad (2.75)$$

где Π_p – прочность сушеного гранулированного концентрата.

Основными показателями свойств сушеных концентратов является их набухаемость, развариваемость и экстрактивность.

Два вторых показателя в значительной степени зависят от набухаемости, в связи с чем проведен теоретический анализ процесса набухаемости гранулированного концентрата с соевым компонентом.

Уравнение кинетики процесса набухания гранулированного концентрата имеет следующий вид:

$$t_w = R^{-1} \cdot \ln \left(1 - \frac{M_k^{max}}{M_{ki}} \right) , \quad (2.76)$$

где t_w – продолжительность набухания белков сушеной поликомпонентной системы;

R – коэффициент, характеризующий способность белков к набуханию.

Глава 3

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО СЫРЬЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

3.1 Характеристика ягодного сырья по наличию и изменчивости физиологически ценных ингредиентов

Известно, что химический, витаминный и минеральный состав сырья варьирует в широких пределах, так как зависит от многих факторов – места произрастания, погодно-климатических условий и так далее, данное обстоятельство даёт основание для проведения исследований физико-химических исследований физико-химических показателей сырья - ягод брусники, клюквы и черники в связи с их использованием в настоящей работе при разработке продуктов поликомпонентного состава.

Несмотря на широкое распространение и использование плодов клюквы, брусники, черники и голубики в пищевой промышленности и фармацевтическом производстве, до настоящего времени практически нет исследований по сравнительной комплексной оценке биохимического разнообразия и микробиологических параметров ягод, взятых из различных эколого-географических регионов. Проведенные исследования могут обеспечить один из основных принципов технологии производства продуктов функционального питания - подбор экологически чистого сырья с оптимальным составом ингредиентов.

На основании вышеизложенного была дана товароведная оценка качества свежего плодово-ягодного сырья. Объектом исследования служили ягоды различных мест произрастания в Амурской области: Селемджинского, Мазановского, Магдагачинского, Шимановского и Тындинского районов.

Исследование химического состава ягод брусники, клюквы, черники, голубики (в разные годы сбора) по содержанию основных пищевых веществ приведено в таблицах 3.1 – 3.4.

Таблица 3.1

Содержание пищевых веществ в свежих ягодах семейства вересковых
(разных лет сбора) ($\bar{X} \pm m$; $m \geq 0,05$)

Год сбора	Вода, %	Белок, %	Зольность, %	Титруемые кислоты, % (по лимонной кислоте)	Углеводы, мг на 100 г		
					сахара, % к сырой массе	пектиновые вещества	клетчатка
1	2	3	4	5	6	7	8
Брусника							
2006	85,02	0,68	1,28	2,08	7,94	447,2	1661,3
2007	84,32	0,74	1,71	2,13	8,06	434,8	1700,2
2008	83,59	0,71	1,25	2,31	7,83	411,2	1666,1
2009	83,67	0,63	1,99	2,19	7,74	432,1	1709,4
2010	83,09	0,72	1,68	2,24	8,15	415,2	1659,9

1	2	3	4	5	6	7	8
Клюква							
2006	93,07	0,45	2,65	2,31	6,23	1163,5	1738,8
2007	85,31	0,52	2,94	2,64	7,14	1189,2	1633,4
2008	84,01	0,48	2,78	2,59	6,92	1123,4	1679,1
2009	88,54	0,49	2,83	2,78	7,03	1206,6	1589,3
2010	91,09	0,52	2,72	2,46	6,51	1174,1	1793,7
Голубика							
2006	88,23	1,03	2,85	2,13	7,72	620,5	1256,3
2007	87,93	0,94	2,79	2,01	7,95	590,8	1308,1
2008	88,21	0,97	2,73	1,75	8,05	604,3	1376,8
2009	88,05	1,01	2,80	1,98	8,01	599,1	1369,2
2010	88,01	1,05	2,71	2,05	7,89	613,4	1345,4
Черника							
2006	88,16	1,12	2,43	3,17	7,23	452,1	1560,4
2007	85,21	1,01	2,40	3,54	7,05	416,3	1507,9
2008	86,28	0,98	2,51	2,95	7,39	438,3	1523,1
2009	84,32	0,96	2,56	3,29	7,42	401,9	1499,3
2010	85,77	1,05	2,55	3,01	7,28	455,6	1547,6

Анализ содержания пищевых веществ в свежих плодах семейства вересковых (ягод брусники, клюквы, черники, голубики) (табл. 3.1) показывает, что общее содержание воды в ягодах, произрастающих в указанных выше районах, отличается незначительно. В ягодах наибольшее количество воды было отмечено в 2006 году по причине выпадения большого количества осадков и составило: для брусники – 85,02%, для клюквы – 88,23%, для черники – 88,16%.

Количество свободных кислот, выраженное в пересчете на лимонную кислоту, в плодах брусники составляет в среднем, 2,08 – 2,31 %, в плодах клюквы – 2,36 – 2,78 %, в плодах голубики – 1,75 – 2,13 %, в плодах черники – 2,95 – 3,54 % от сырой массы.

Содержание белка в бруснике, клюкве, голубике, чернике незначительно и составляет 0,63–0,74 % от сырой массы ягод брусники, 0,45–0,52 % - у клюквы, 0,94–1,05 % - у голубики, 0,96–1,12 % - у черники.

Пектин не усваивается организмом, однако способствует осуществлению многих положительных функций: выводит из организма токсичные металлы и радионуклиды, подавляет развитие гнилостных бактерий, препятствует избыточному брожению углеводов, способствует связыванию эндогенных и экзогенных токсинов и выделению избытка углеводов и т. д.

При анализе содержания пектиновых веществ установлено, что в клюкве их в 3 раза больше, чем в бруснике и чернике, и в 2 раза больше, чем в голубике. Наибольшее их содержание составило в 2009 году – 1206,6 мг/100 г.

Клетчатка – основной компонент грубых пищевых волокон. В желудочно-кишечном тракте она не переваривается. Роль клетчатки многогранна и заключается не только в механическом раздражении стенок кишечника, что усиливает выделение пищеварительных соков, перистальтику кишок, но она также

повышает выделение холестерина из организма и таким образом предупреждает развитие атеросклероза.

Исследования показали, что среднее значение содержания клетчатки составило: для брусники – 1679,38 мг/100 г, для клюквы – 1686,86 мг/100 г, для голубики – 1331,6 мг/100 г, для черники – 1527,66 мг/100 г.

Количественно в свежих ягодах семейства вересковых оценивалось содержание основных групп БАВ: гидроксикоричные кислоты, антоцианы, дубильные вещества, водорастворимые полисахариды, полифенольные окисляемые вещества, флавоноидные гликозиды.

Результаты количественного определения БАВ в свежих ягодах семейства вересковых (бруснике, клюкве, чернике, голубике) в разные годы сбора представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Содержание биологически активных веществ в свежих плодах брусники, клюквы, черники, голубики (разных лет сбора) ($\bar{X} \pm m$; $m \geq 0,05$)

Год сбора	Содержание БАВ, %				
	дубильные вещества	полифенольные окисляемые вещества	водорастворимые полисахариды	гидроксикоричные кислоты	антоцианы
1	2	3	4	5	6
Брусника					
2006	0,37	0,951	2,1	0,265	0,11
2007	0,23	0,779	1,4	0,281	0,15
2008	0,41	0,853	2,5	0,272	0,09
2009	0,32	0,912	2,8	0,259	0,15
2010	0,39	0,806	1,9	0,275	0,14
Данные статистической обработки (n=5):					
$\bar{x}$	0,344	0,8602	2,14	0,2704	0,128
S^2	0,00518	0,05128	0,293	0,0738	0,00072
V	20,92	8,32	25,29	3,18	20,96
Клюква					
2006	0,25	0,667	1,3	0,402	0,16
2007	0,18	0,602	0,9	0,399	0,10
2008	0,40	0,583	1,1	0,405	0,10
2009	0,19	0,616	0,8	0,393	0,12
2010	0,35	0,649	1,0±0,3	0,404	0,15
Данные статистической обработки (n=5):					
$\bar{x}$	0,274	0,6234	1,02	0,4006	0,126
S^2	0,00953	0,001175	0,037	0,0000233	0,00078
V	35,63	5,50	18,85	1,20	22,16
Голубика					
2006	3,23	1,202	1,6	0,359	0,94
2007	3,55	1,187	1,3	0,335	0,87
2008	3,56	1,201	1,5	0,356	0,91
2009	3,80	1,193	1,6	0,338	0,98
2010	3,84	1,197	1,2	0,361	0,88
Данные статистической обработки (n=5):					

1	2	3	4	5	6
$\bar{x}$	3,596	1,196	1,44	0,3498	0,908
S^2	0,05963	0,000038	0,033	0,000152	0,00187
V	6,79	0,51	12,61	3,52	4,76
Черника					
2006	3,54	1,603	2,5	0,506	1,53
2007	4,01	1,554	2,0	0,498	1,40
2008	3,97	1,596	1,9	0,510	1,44
2009	3,90	1,567	2,4	0,490	1,36
2010	3,68	1,588	2,5	0,512	1,47
Данные статистической обработки (n=5):					
$\bar{x}$	3,82	1,5816	2,26	0,5032	1,44
S^2	0,041	0,00042	0,083	0,832	0,00425
V	5,28	1,29	12,74	1,81	4,52

Анализируя приведённые данные эксперимента необходимо отметить следующее, что наибольшее количество полифенольных окисляемых веществ (рис. 3.1) обнаружено в плодах дикорастущей черники от 1,554 до 1,603 %, при среднем значении равном 1,5816 %. Наименьшее в плодах клюквы от 0,583 до 0,667 %, при среднем значении равном 0,6234.

Гидроксикоричные кислоты обладают выраженным иммуностимулирующим действием и повышают устойчивость организма к внешним отрицательным факторам. Максимальное содержание гидроксикоричных кислот в рассматриваемом ягодном сырье (рис. 3.2) колеблется от 0,281 % в бруснике до 0,512 % в чернике.

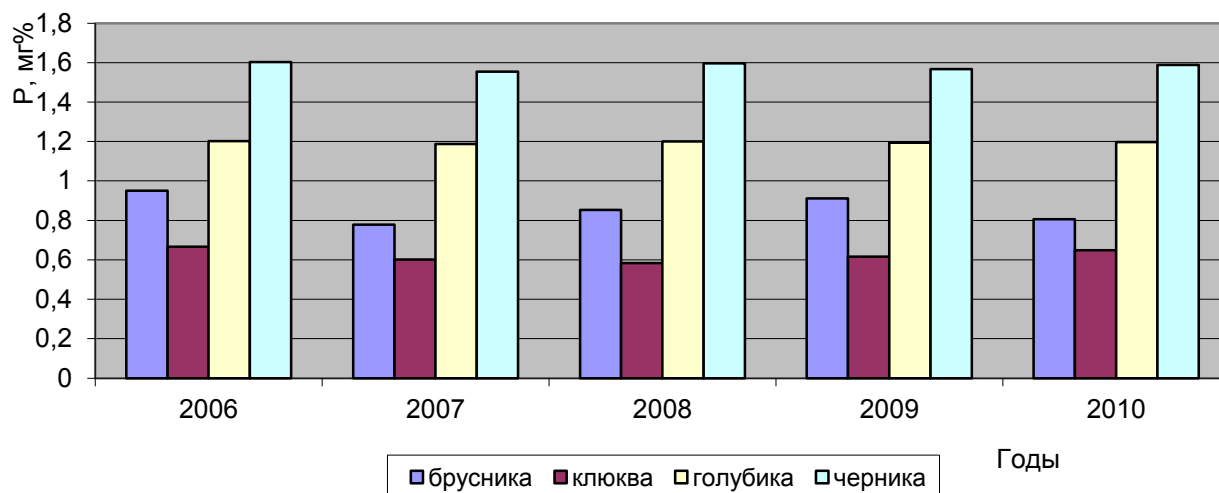


Рис. 3.1. Содержание полифенольных окисляемых веществ в свежих ягодах брусники, клюквы, голубики, черники (2006-2010 гг.), %

Антоцианы – это группа веществ естественного происхождения фенольного ряда, ответственные за окрашивание многих цветов, плодов и овощей. Антоцианы оказывают антиоксидантную защиту, способствуют улучшению ночного зрения, улучшая состояние клеточных мембран, восстанавливают нарушенную микроциркуляцию при различных заболеваниях, в том числе при атеросклерозе, диабете.

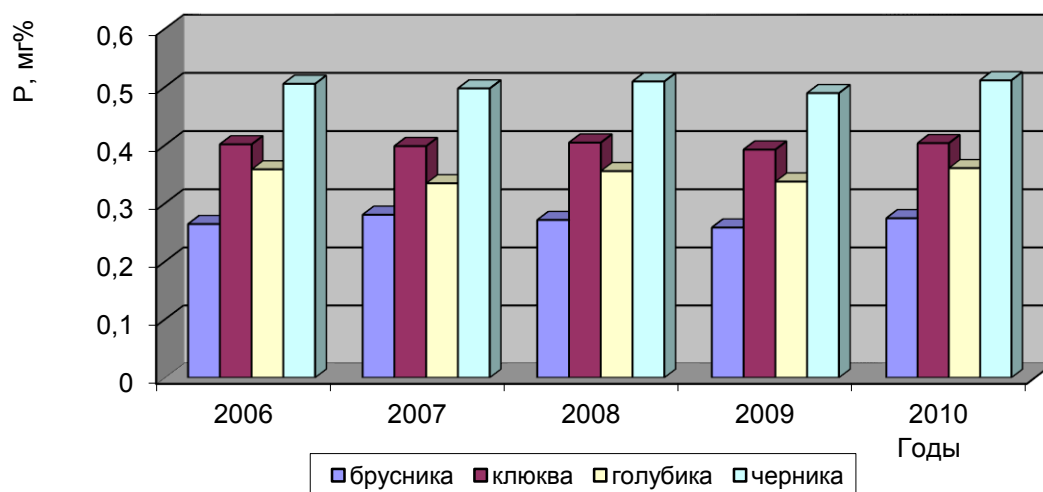


Рис. 3.2. Содержание гидроскоричных кислот в свежих ягодах семейства вересковых (2006-2010 гг.), %

Содержание антоцианов в рассматриваемом сырье различно (рис. 3.3) и составляет: для ягод брусники – 0,09 % – 0,15 %, для ягод клюквы – 0,10 % – 0,16 %, для ягод голубики – 0,87 % – 0,98 %, для черники – 1,36 % – 1,53 %. при средних значениях равных соответственно: 0,128 %, 0,126 %, 0,908 %, 1,44 %.

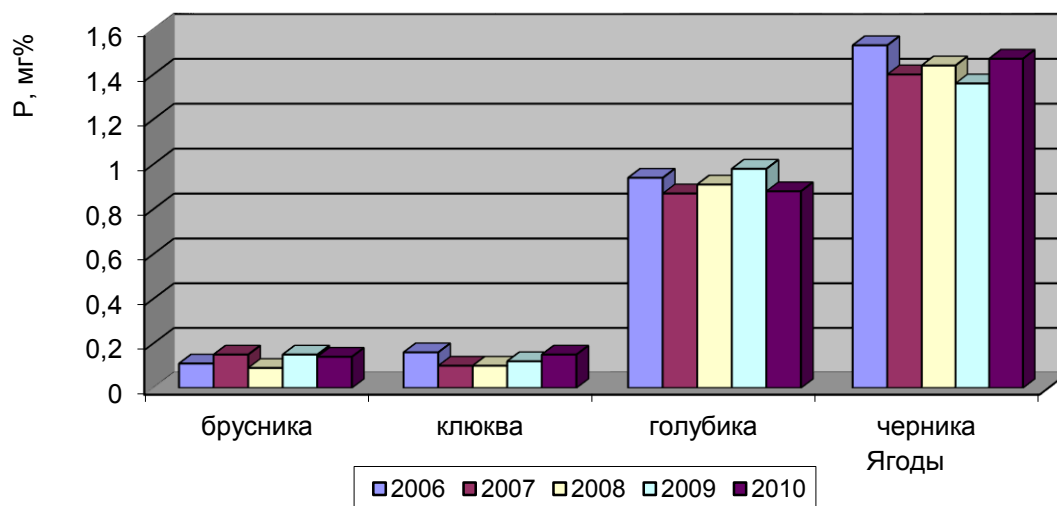


Рис. 3.3. Содержание антоцианов в свежих ягодах брусники, клюквы, голубики, черники (2006-2010 гг.), %

Витамины — группа низкомолекулярных органических соединений относительно простого строения и разнообразной химической природы. Витамины не образуются в организме человека или образуются в недостаточных количествах, поэтому должны поступать извне. И хотя то количество, которое требуется человеку ежедневно, совсем невелико, даже незначительный недостаток витаминов уже может привести к нарушениям обмена веществ и даже к заболеваниям.

Организм человека не может сам вырабатывать витамины, поэтому необходимо, чтобы они в достаточном количестве поступали в него с питанием. Они обеспечивают нормальное протекание биохимических и физиологических

процессов. Водорастворимые витамины осуществляют коферментную функцию, участвуя в структуре и реакциях ферментов. Основное значение жирорастворимых витаминов заключается в их постоянном участии в структуре и функции клеточных мембран.

Витамин С является одним из самых необходимых веществ, регулирующих обменные процессы. Достаточная обеспеченность витамином С создает нужные условия для течения окислительных реакций в организме, являющихся ведущими в сложной цепи обмена веществ. Одним из важных свойств витамина С является также укрепляющее действие его на кровеносные сосуды, особенно на мелкие сосуды - капилляры. Под влиянием аскорбиновой кислоты снижается проницаемость сосудистой стенки, повышается ее эластичность и прочность. Сосуды становятся менее ломкими и хрупкими. Основным критерием характеризующим качество ягодного сырья для производства функциональных продуктов, является его биохимический состав.

В таблице 3.3 представлено содержание витаминов и витаминоподобных соединений в ягодах брусники, клюквы, голубики, черники разных лет сбора.

Таблица 3.3

Содержание витаминов и витаминоподобных соединений в ягодах брусники, клюквы, голубики, черники разных лет сбора ($\bar{X} \pm m$; $m \geq 0,05$)

Год сбора	Витамины, мг/100 г					
	витамин В ₁ (тиамин)	витамин В ₂ (рибофлавин)	витамин В ₆ (пиродоксин)	витамин С (аскорбиновая кислота)	β-каротин (ретинол)	витамин Е (токоферол)
Брусника						
2006	0,031	0,033	0,039	14,5	0,044	0,99
2007	0,024	0,030	0,040	16,2	0,040	1,06
2008	0,035	0,026	0,042	14,9	0,035	0,85
2009	0,029	0,029	0,037	15,5	0,037	0,95
2010	0,030	0,030	0,043	16,3	0,048	0,92
Клюква						
2006	0,015	0,021	0,057	21,9	0,114	0,93
2007	0,012	0,018	0,056	22,0	0,123	0,84
2008	0,010	0,025	0,052	18,9	0,110	0,90
2009	0,009	0,019	0,060	21,2	0,130	0,96
2010	0,014	0,020	0,052	20,3	0,128	1,01
Голубика						
2006	0,021	0,018	0,023	26,6	0,041	0,90
2007	0,019	0,016	0,031	32,3	0,036	0,96
2008	0,020	0,021	0,028	35,9	0,038	1,05
2009	0,017	0,019	0,029	31,0	0,040	0,98
2010	0,021	0,016	0,020	34,8	0,039	0,89
Черника						
2006	0,019	0,021	0,025	10,1	0,564	0,58
2007	0,025	0,027	0,020	11,8	0,499	0,66
2008	0,023	0,024	0,026	8,9	0,672	0,63
2009	0,026	0,020	0,018	9,2	0,452	0,56
2010	0,020	0,021	0,022	10,3	0,564	0,69

Согласно анализу литературных данных, дикорастущие ягоды семейства вересковых не отличаются высоким содержанием аскорбиновой кислоты. Однако анализируя полученные результаты (табл. 3.3), следует отметить, что в рассматриваемых видах сырья, произрастающего в Амурской области, содержание аскорбиновой кислоты колеблется в широких пределах. Небольшое её содержание отмечено в плодах черники от 8,9 мг/100 г. Значительное её содержание наблюдалось в ягодах голубики до 35,9 мг/100 г. Соответственно исследуемые плоды и ягоды могут быть использованы как дополнительный источник витамина С.

В организме человека β -каротин играет две важные роли: участвует в антиоксидантной защите организма и является предшественником витамина А. В работе иммунной системы активно участвуют лимфоциты – клетки, которые постоянно образуют свободные радикалы в результате своей жизнедеятельности. Кроме того, свободные радикалы возникают и в обычных клетках под действием различных факторов внешней среды и многих вирусов. Свободные радикалы всегда присутствуют в клетках и участвуют в некоторых биологических процессах, однако их избыток вреден, поскольку они являются весьма активными веществами и способны разрушать клеточные мембраны, белки и нуклеиновые кислоты.

Для защиты от повреждений, которые ему могут нанести свободные радикалы, организм синтезирует эндогенные антиоксиданты. Эти вещества связывают излишек свободных радикалов и таким образом поддерживают оптимальное соотношение оксидантов и антиоксидантов в организме, необходимое для его нормального функционирования. При окислительном стрессе (чрезмерном избытке свободных радикалов) требуется большее количество антиоксидантов. Их организм может получить из пищи или в составе витаминно-минеральных комплексов.

Одним из мощных антиоксидантов является бета-каротин. Благодаря своим антиоксидантным свойствам, β -каротин способствует укреплению иммунитета, снижает риск инфекционных заболеваний, смягчает действие вредных факторов окружающей среды, таких как электромагнитные излучения, химические и радиоактивные загрязнения, а также повышает адаптационные возможности организма и устойчивость к стрессам.

Витамин А не синтезируется в организме человека, а поступает из пищи, содержащей витамин А или каротиноиды, одним из которых является β -каротин.

β -каротин под воздействием ферментов в нашем организме может превращаться в витамин А, поэтому β -каротин называют провитамином А. Из одной молекулы β -каротина образуются две молекулы витамина А.

Анализируя представленные данные можно отметить, что содержание провитамина А в исследуемом ягодном сырье различно (рис. 3.4) и составляет: для ягод брусники – 0,035 мг/100 г – 0,048 мг/100 г, для ягод клюквы – 0,110 мг/100 г – 0,130 мг/100 г, для ягод голубики – 0,0358 мг/100 г – 0,031 мг/100 г, для черники – 0,452 мг/100 г – 0,0672 мг/100 г, при средних значениях равных соответственно: 0,041 мг/100 г; 0,121 мг/100 г; 0,038 мг/100 г; 0,550 мг/100 г.

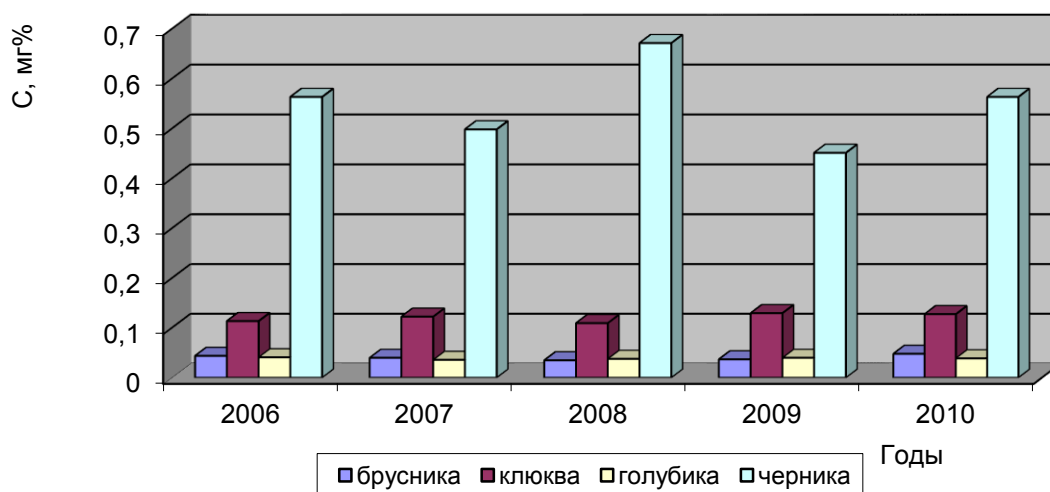


Рис. 3.4. Содержание β -каротина в свежих ягодах брусники, клюквы, голубики, черники (2006-2010 гг.), %

Биологическое значение минеральных элементов давно уже не подлежит сомнению, а в последнее время учение о минеральных веществах пополнилось новыми данными, имеющими прямое отношение к здоровью человека. Минеральные вещества участвуют во всех физиологических и биохимических процессах. Они обеспечивают нормальное образование живого вещества, сообщают клеточным и тканевым белкам свойства живой протоплазмы; да и вообще живой белок не может существовать без минеральных веществ. Основу опорных тканей (и в частности, костной ткани) составляют кальций и фосфор, а соединения фтора, стронция, марганца дают ей необходимую прочность. Во всех межклеточных и межтканевых жидкостях широко представлены минеральные вещества: они играют важную роль в водном обмене, регулируют осмотические свойства жидкостей.

С целью наиболее полного изучения образцов исследуемых ягод и возможности использования их в пищевых технологиях для производства продуктов функционального назначения (здоровых продуктов питания), определялось содержание минеральных соединений (табл. 3.4).

Анализируя данные, приведенные в таблице 3.4 необходимо отметить следующее: ягоды семейства вересковых богаты калием, брусника – 61,9 – 69,8 мг/100 г, клюква – 67,5 – 72,3 мг/100 г, голубика – 51,5 – 59,2 мг/100 г, черника – 47,8 – 55,3 мг/100 г.

Исследуемое ягодное сырье богато кальцием, магнием, фосфором. Максимальное содержание кальция в бруснике обнаружено – 20,9 мг/100 г, в клюкве – 19,4 мг/100 г, в голубике – 17,3 мг/100 г, чернике – 16,8 мг/100 г. Содержание магния максимально в бруснике – 9,2 мг/100 г, меньше всего магния содержится в плодах черники – 6,0 мг/100 г.

Железо входит в состав крови и выполняет важнейшую биологическую функцию - перенос и активирование молекулярного кислорода. Оно входит в состав важнейшего белка миоглобина и ферментов: каталазы, пероксидазы, цитохромоксидазы.

В голубике обнаружено значительное содержание железа – 170,5 мг/кг, что в 7 раз больше чем в клюкве и бруснике, и в 2 раза больше чем в чернике (рис. 3.5).

Таблица 3.4

Содержание минеральных веществ в ягодах брусники, клюквы, голубики, черники разных лет сбора ($\bar{X} \pm m$; $m \geq 0,05$)

Год сбора	Макроэлементы, мг/100 г					Микроэлементы, мг/кг								
	калий (K)	кальций (Ca)	сера (S)	магний (Mg)	фосфор (P)	железо (Fe)	марганец (Mn)	цинк (Zn)	медь (Cu)	хром (Cr)	свинец (Pb)	кадмий (Cd)	мышьяк (As)	ртуть (Hg)
Брусника														
2006	61,9	20,2	9,8	8,6	13,04	22,6	90,5	9,8	4,8	0,08	0,033	0,007	Не обн.	Не обн.
2007	69,8	17,6	9,9	8,1	13,66	19,8	94,3	9,2	5,1	0,09	0,031	0,008	Не обн.	Не обн.
2008	65,4	18,9	8,1	8,9	13,17	21,2	111,2	9,7	5,0	0,11	0,030	0,007	Не обн.	Не обн.
2009	68,1	20,9	8,8	8,4	13,49	22,1	108,7	9,6	5,2	0,07	0,027	0,009	Не обн.	Не обн.
2010	66,	19,5	9,5	9,2	13,18	21,9	99,3	9,4	4,9	0,10	0,030	0,007	Не обн.	Не обн.
Клюква														
2006	69,6	18,1	9,8	7,4	12,49	24,1	88,5	9,5	4,6	0,062	0,081	0,008	Не обн.	Не обн.
2007	72,3	19,4	8,7	7,1	12,17	25,6	82,1	10,8	5,1	0,066	0,070	0,006	Не обн.	Не обн.
2008	67,5	18,8	10,2	7,8	12,64	24,7	85,9	9,1	4,9	0,055	0,076	0,007	Не обн.	Не обн.
2009	71,8	19,3	10,0	7,5	12,58	24,5	89,4	9,7	4,5	0,059	0,079	0,007	Не обн.	Не обн.
2010	70,3	19,5	9,6	8,1	12,62	25,1	83,2	10,2	4,7	0,062	0,077	0,008	Не обн.	Не обн.
Голубика														
2006	58,2	16,4	12,1	7,5	8,14	170,5	112,4	24,1	3,6	0,084	0,062	0,011	Не обн.	Не обн.
2007	51,5	17,3	11,5	7,1	8,01	163,8	108,1	21,9	3,1	0,062	0,058	0,010	Не обн.	Не обн.
2008	57,1	15,9	11,1	7,0	7,97	165,1	107,6	23,5	3,4	0,077	0,055	0,009	Не обн.	Не обн.
2009	59,2	16,6	11,8	7,1	8,55	166,9	111,1	24,2	3,3	0,059	0,063	0,010	Не обн.	Не обн.
2010	55,5	16,8	12,4	7,3	8,38	171,1	110,2	22,8	3,7	0,072	0,060	0,011	Не обн.	Не обн.
Черника														
2006	51,	15,5	20,0	6,4	13,01	80,9	103,6	10,3	5,5	0,055	0,040	0,006	Не обн.	Не обн.
2007	49,7	14,6	19,1	6,3	12,45	72,6	97,4	10,1	5,0	0,047	0,041	0,007	Не обн.	Не обн.
2008	55,3	15,0	18,9	6,0	12,59	81,1	101,8	9,8	5,3	0,041	0,037	0,006	Не обн.	Не обн.
2009	47,8	14,2	19,5	6,0	12,64	79,4	99,6	10,5	4,9	0,053	0,042	0,006	Не обн.	Не обн.
2010	49,4	16,8	20,2	6,1	12,38	76,8	105,1	9,9	5,1	0,050	0,039	0,009	Не обн.	Не обн.

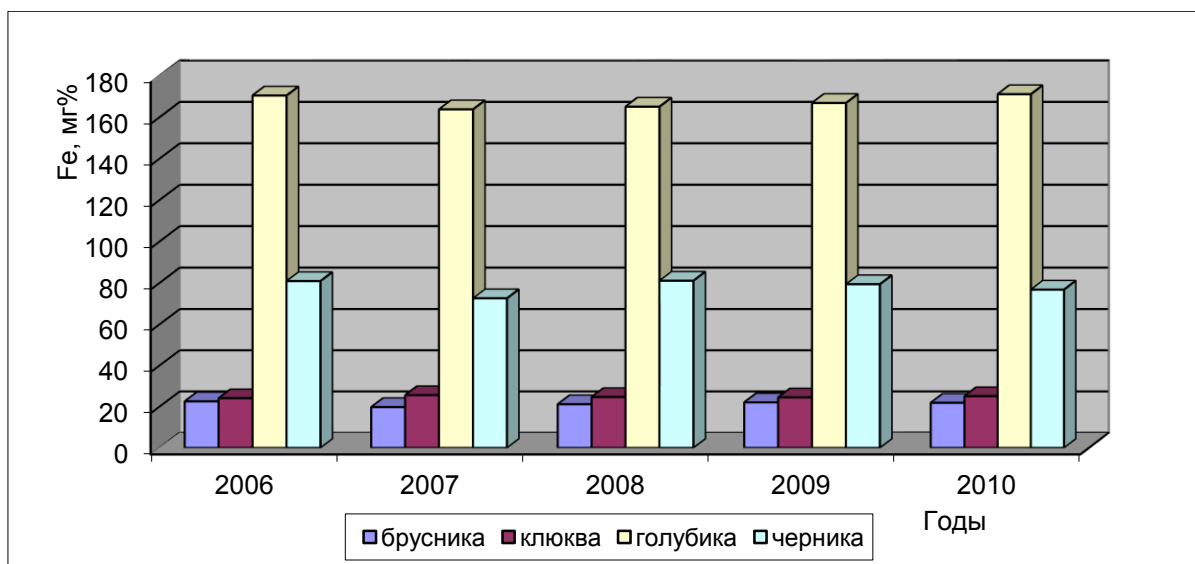


Рис. 3.5. Содержание железа в свежих ягодах брусники, клюквы, голубики, черники (2006-2010 гг.), %

В процессе исследования получены данные, характеризующие содержание флавоноидов в ягодах – бруснике, клюкве, голубике, чернике.

Данные биологически активные вещества были экстрагированы спиртом из ягодного сырья. При этом были получены зависимости, в результате аппроксимации которых получены следующие эмпирические формулы:

- для брусники

$$\Phi_1 = 405 + 3,083t_3; \quad (3.1)$$

- для клюквы

$$\Phi_2 = 198 + 7,790t_3; \quad (3.2)$$

- для голубики

$$\Phi_3 = 480 + 2,560t_3; \quad (3.3)$$

- для черники

$$\Phi_4 = 450 + 3,611t_3, \quad (3.4)$$

где t_3 – продолжительность экстракции.

3.2 Характеристика соевого сырья по технологическим свойствам

Набор получаемых из сои пищевых продуктов и их гарантированное качество во многом определяется свойствами исходного сырья. При этом наиболее ценной частью семени являются семядоли с сосредоточенными в них 90% белка и масла. В тоже время изменение массы семени функционально зависит от условий возделывания данной культуры, которые заметно корректируют общее содержание маслопротеинового комплекса.

Основной район возделывания сои в России – Дальний Восток, где резкие колебания погоды во время вегетации данной культуры часто нарушают есте-

ственные процессы роста и развития растений, снижают массу семян и ухудшают качество соевого сырья. По данным исследований за предыдущие годы в Дальневосточном регионе содержание белка в семенах сои менее изменчиво по сравнению с содержанием в них масла. Вариабельность признаков в значительной мере зависит от условий года выращивания. Наиболее сильно варьируют в составе масла линоленовая и олеиновая жирные кислоты. В составе белка высокая изменчивость содержания следующих аминокислот: метионина+цистина, гистидина, треонина и тирозина. Масса 1000 семян составляет 107,7-256,3 г, а трипсинингибирующая активность протеаз (ТИА) – 18,6-60,9 мг/г. Большинство партий соевых семян удовлетворяют требованиям пищевой промышленности по содержанию белка – выше 37% и по содержанию масла – выше 17% (Ющенко Б.И. и др.).

Технологические свойства соевого сырья, которые учитываются при выборе способов обработки, зависят от его биохимических особенностей, размерных и массовых характеристик. К основным показателям, используемым при оценке технологических свойств сырья, относят: органолептические свойства получаемой из сырья продукции; выход основной продукции из единицы сырья; возможность применения высокопроизводительной техники при обработке данного вида сырья; пригодность сырья для производства различных групп продуктов (т.е. универсальность).

Исходя из этого, основной целью исследований являлось сравнительное изучение технологического и биохимического состава соевого сырья следующих основных сортов, районированных на Дальнем Востоке: «Октябрь 70», «Соната», «Марината», «Даурия», «Лазурная», «Гармония», «Нега», «Грация», «Актай», «Лидия» и др.

Анализ крупности, натуры, набухаемости и трипсинингибирующей активности (ТИА) основных сортов сои, выращенных на Дальнем Востоке, показал, что заметных различий между среднезональными показателями не отмечено. Размах изменчивости признаков в исследуемых образцах зерна сои по зонам Амурской области представлен в таблице 3.5. Наиболее широкий размах наблюдали по крупности – в центральной зоне, по набухаемости и по объёмной массе – в северной, по ТИА – в южной зоне. В течение 2006-2008 гг. В целом по Амурской области разница между максимальным и минимальным показателем составила по массе 1000 семян 125 г, по натуре – 71 г/л, по набухаемости – 60%, ТИА – 3,6 мг/г. Самые крупные семена были у сортов «Маринита», «Лазурная», «Даурия». Мелкие семена по всем зонам области были у сортов «Актай» и «Грация». Разница крупности семян составила в южной зоне – 117, в центральной – 125 и в северной – 83 г по объёмной массе семян была соответственно – 54, 57 и 59 г/л. По набухаемости семян – 50, 48 и 60% и по ТИА – 3,5; 3,1 и 3,4 мг/г. Размах изменчивости показателей технологических свойств сортов сои между годами исследований представлен в таблице 3.5.

Таблица 3.5

Размах изменчивости технологических свойств семян сои в Амурской области, 2006-2008 гг.

Показатели	Годы			
	2006	2007	2008	2006 – 2008
Крупность семян, г	107-224	99-222	107-202	99-224
Объёмная масса, г/л	694-748	705-762	696-765	694-765
Набухаемость, %	210-260	212-260	696-765	205-265
Трипсинингибирующая активность (ТИА), мг/г	23,7-27,2	23,8-26,9	205-265	23,6-27,2

Разница между пределами показателей составила по крупности в 2006 г. – 117, в 2007 г. 123 и в 2008 г. – 95 г, по объёмной массе соответственно 71, 64 и 59 г/л, по набухаемости – 58, 60 и 20% и по трипсинингибирующей активности – 3,2; 3,1 и 2,5 мг/г, следовательно, размах изменчивости признака по годам примерно такой же величины, как и по зонам, и составляет 70-99% от областных значений.

Данные, представленные в таблице 3,6, показывают, что средний показатель крупности семян по зонам ближе к среднеобластному значению, чем средний показатель по годам. Максимальное отклонение от средней крупности по области составило по зонам 8 г (5,7%) и по годам – 26 г (18,6%). У остальных признаков разница между среднезональными и среднегодовыми показателями менее заметна. Она была по объёмной массе, соответственно, 1,4 и 0,8 %; по набухаемости – 1,3 и 5,6% и по ТИА – 1,2% у обоих показателей. Самые близкие к областным значениям были по крупности в южной зоне в 2008 г., по объёмной массе – в северной зоне в 2007 г., по набухаемости – в центральной зоне в 2006 г., по ТИА – в центральной зоне в 2006 в 2007 гг.

Таблица 3.6

Средние параметры технологических свойств семян сои по зонам Амурской области, 2006-2008 гг.

Показатели	Годы			В среднем за 2006-2008 гг
	2006	2007	2008	
Крупность семян, г	114	158	147	140
Объёмная масса, г/л	729	731	740	734
Набухаемость, %	243	225	246	238
Трипсинингибирующая активность (ТИА), мг/г	25,4	25,1	25,1	25,2

Аналогичная картина наблюдается при анализе вариабельности изучаемых признаков, выраженных через коэффициент вариации, данные по которым представлены в таблице 3.7 максимальные. Вариабельность наблюдали по крупности в южной зоне в 2007 г., по объёмной массе – в центральной зоне в 2006 г., по набухаемости – в центральной и северной зонах в 2007 г, по ТИА – в южной зоне в 2008 г.

Таблица 3.7

Коэффициенты вариации технологических свойств семян сои по зонам Амурской области в 2006-2008 гг., v , %

Показатель	Коэффициент вариации по годам, v , %			В среднем за 2006-2008 гг
	2006	2007	2008	
Крупность семян, г	13,0	21,4	16,6	17,0
Объёмная масса, г/л	1,8	1,7	2,0	1,8
Набухаемость, %	2,8	4,3	1,8	3,0
Трипсинингибирующая активность (ТИА), мг/г	0,8	1,0	1,9	1,2

Основные биохимические показатели – содержание белка и масла в зерне сои, в зависимости от условий года и зон выращивания изменялись незначительно. В среднем за 2006-2008 гг стандартное отклонение по содержанию масла колебалось от 3,4 до 11,5%. Отклонения от среднеобластного значения у коэффициента вариации по зонам были более значительными, чем по годам. Максимальное значение зональных отклонений составило 2,8%, при максимуме у годовых отклонений – 1,5%. Стандартные отклонения по содержанию белка в семенах сои за эти же годы изменялись от 0,9 до 3,2% и были примерно одинаковые в среднем по годам и зонам. В среднем за годы исследований минимальное значение признака было в южной зоне и заметна тенденция к увеличению коэффициента вариации в северных районах. Самые крупные семена были в южной зоне у сорта Марината, в центральной у сорта Лазурная, в северной – у сорта Даурия. Мелкие семена по всем зонам области были у сорта Актай. Размах изменчивости указанного признака составил в южной зоне 57, в центральной и северной 69 г.

По объёмной массе семян колебания признака внутри зоны были соответственно – 40, 35 и 37 г/л. По набухаемости семян – 37, 43 и 58%. Заметное снижение указанного признака связано со склонностью к твёрдосемянности сортов Соната и Актай, которая максимально проявилась в северной зоне, где достигла 23-40%. Твёрдосемянность, которая показывает, какой процент семян остаётся ненабухшими после замачивания, особенно важна при изготовлении продуктов, требующих предварительного замачивания семян в воде. Сорт Соната непригоден для такого вида соевых продуктов, нежелательно использовать сорт Актай.

Таблица 3.8

Размах изменчивости показателей биохимического состава у зерна сои

Показатели	Значения показателей по годам			
	2006	2007	2008	2006-2008
1	2	3	4	5
Масло, %	17,8-21,4	18,8-20,8	16,9-21,4	16,9-21,4
Пальмитиновая кислота	7,8-10,1	9,7-10,4	8,7-9,9	7,8-10,4
Стеариновая кислота	3,8-4,0	3,4-3,5	3,5-3,6	3,4-4,0
Олеиновая кислота	7,4-29,1	15,7-27,8	14,7-24,9	7,4-29,1
Линолевая кислота	49,5-52,7	51,4-54,3	50,7-54,3	49,5-54,3
Линоленовая кислота	4,0-11,4	3,5-8,0	3,5-12,4	3,5-12,4

Продолжение табл. 3.8

1	2	3	4	5
Белок, %	39,5-41,3	39,3-40,6	37,8-39,8	37,8-41,3
Аргинин	8,1-8,7	8,3-8,5	8,2-8,6	8,1-8,7
Лизин	6,1-7,4	7,1-7,5	6,6-7,3	6,1-7,5
Гистидин	8,1-14,1	8,3-11,1	3,4-10,7	3,4-14,1
Фенилаланин	3,7-3,8	4,1-4,2	3,5-3,8	3,5-4,2
Тирозин	4,3-5,3	3,6-4,1	2,9-3,4	2,9-5,3
Лейцин	11,6-12,5	9,6-10,0	10,8-11,2	9,6-12,5
Изолейцин	4,8—5,7	5,0-5,4	4,2-5,5	4,2-5,7
Валин	6,5-8,4	6,9-7,9	5,6-7,3	5,6-8,4
Аланин+глицин	7,0-7,4	7,1-7,3	7,0-7,5	7,0-7,5
Пролин	6,6-6,8	6,5-6,6	6,5-6,6	6,5-6,8
Глутамин	14,7-15,6	15,7-16,2	15,7-16,2	14,7-16,2
Треонин	2,0-3,6	3,3-3,8	2,7-3,4	2,0-3,8
Аспарагиновая кислота	13,2-13,8	12,1-12,4	12,3-12,6	12,1-13,8
Серин	3,3-3,6	3,3-3,4	3,3-3,5	

Результаты проведения анализов биохимического состава семян сои, выращенных в южной зоне Амурской области, представлены в таблице 3.9., 3.10.

Таблица 3.9

Биохимический состав зерна сои, % ($\bar{x} \pm m$; $m \geq 0,05$)

Показатели	Годы			В среднем за 2006-2008 гг
	2006	2007	2008	
Масло, %	19,6	20,1	18,9	19,5
Пальмитиновая кислота	9,3	9,9	9,3	9,5
Стеариновая кислота	3,9	3,4	3,5	3,6
Олеиновая кислота	15,6	26,7	20,5	20,9
Линолевая кислота	51,2	52,3	52,6	52,0
Линоленовая кислота	9,1	5,4	3,2	5,9
Белок, %	40,3	40,2	38,7	39,7
Аргинин	8,5	8,4	8,4	8,4
Лизин	6,9	7,3	7,0	7,1
Гистидин	11,8	9,6	6,9	9,4
Фенилаланин	3,7	4,1	3,6	3,8
Тирозин	4,8	3,8	3,2	3,9
Лейцин	12,1	9,8	11,1	11,0
Изолейцин	5,3	5,2	4,8	5,1
Валин	7,6	7,6	6,6	7,3
Аланин+глицин	7,2	7,2	6,9	7,1
пролин	6,7	6,5	6,5	6,6
Глутамин	15,0	16,0	15,9	15,6
Треонин	3,0	3,5	3,1	3,2
Аспарагиновая кислота	13,5	12,3	12,5	12,8
Серин	3,4	3,4	3,4	3,4

Изменчивость биохимического состава зерна сои, v, %

Признак	Коэффициент вариации, v, %			
	2006	2007	2008	Средний
Масло, %	5,8	3,4	7,2	5,5
Пальмитиновая кислота	8,0	2,8	3,7	4,8
Стеариновая кислота	2,0	1,0	1,0	1,3
Олеиновая кислота	44,0	30,2	19,3	31,2
Линолевая кислота	2,3	1,2	2,0	1,8
Линоленовая кислота	31,6	25,7	33,1	30,41
Белок, %	1,5	1,0	1,5	1,3
Аргинин	2,5	1,2	1,4	1,8
Лизин	6,1	2,2	2,9	3,7
Гистидин	17,2	11,6	28,4	19,1
Фенилаланин	1,5	1,2	2,6	1,8
Тирозин	7,5	4,4	5,3	5,7
Лейцин	2,6	1,4	1,9	2,0
Изолейцин	5,3	3,4	7,3	5,3
Валин	9,4	4,3	7,1	6,9
Аланин+глицин	2,1	1,2	1,8	1,7
пролин	1,0	0,5	0,5	0,7
Глутамин	2,5	1,0	1,1	1,5
Треонин	16,9	2,6	7,8	5,8
Аспарагиновая кислота	1,6	0,8	0,8	1,1
Серин	2,6	1,1	1,8	1,8

Наиболее широкий размах изменчивости наблюдали по содержанию масла в зерне сои. Он составил 3,5%, что больше, чем в 2006 г на 0,9% и чем 2007 г на 1,5%. По содержанию белка в семенах сои максимальный размах изменчивости был отмечен в 2008 г, где указанный показатель был больше, чем в 2006 г – на 0,2% и чем 2007 г – на 0,7%.

Состав жирных кислот по годам изменялся незначительно, за исключением олеиновой кислоты. Размах изменчивости указанного признака достаточно велик (заключительный отчет по НИР, 2005 г).

По аминокислотному составу заметных расхождений по годам не отмечалось. В составе белка отмечена относительно высокая изменчивость содержания гистидина и треонина. Сравнение данных по биохимическому составу изучаемых сортов сои Амурской селекции с общими данными показали, что исследуемые образцы не выходят за пределы общей характеристики соевого сырья Амурской области и изменяются в зависимости от условий, как года, так и зоны выращивания. Слабая изменчивость наблюдается по содержанию белка в семенах сои (0,9- 3,2%), по содержанию пролина, аспарагиновой кислоты, аргинина, лейцина, аланина и глутамина в соевом белке. А также по содержанию пальмитиновой и линолевой кислоты в масле. Заметно выше коэффициент вариации – по содержанию масла в семенах сои (3,4-11,5%), по содержанию тирозина, изолейцина в белке. Сильно варьируют содержание олеиновой кислоты в масле и гистидина в белке.

Агротехнические особенности возделывания в достаточной степени изменяли качество соевого сырья. Крупность семян растений, посеянных в июне,

была ниже, чем у майского посева, особенно у позднеспелых сортов. По данным таблицы 3.11 максимальное снижение массы 1000 семян было между первым и третьим сроками сева и составило по сорту Гармония – 17,0%, по сорту Даурия 16,8%, по сорту Лазурная – 13,6%, по сорту Октябрь 70 – 9,5%, по сорту Лидия – 7,0%. Интенсивность уменьшения массы семян между первым и вторым, и вторым и третьим сроками сева зависела от индивидуальных особенностей сорта и сроков созревания. Отношение разностей между ними составило у сорта Октябрь 70 - 1,8; у сорта Гармония – 0,2; у сорта Даурия – 0,3; у сорта Лидия – 0,25; у сорта Лазурная – 0,88.

Таблица 3.11

Крупность семян сортов сои (масса 1000 семян, г)

Сорт	Сроки посева		
	30 мая	10 июня	20 июня
Октябрь 70 (контроль)	164,8	155,3	149,1
Гармония	157,7	153,2	130,9
Даурия	189,0	165,3	157,2
Лидия	132,0	130,1	122,7
Лазурная	172,5	161,5	149,0

Обратная картина наблюдается при рассмотрении объёмной массы семян, данные которой представлены в таблице 3.12, запаздывание сроков посева повышало значение признака. Разница между показателями первого и третьего сроков сева составила у сортов Октябрь 70 – 2,6%, Гармония – 4,3%, Даурия – 4,4%, Лидия – 3,5%, Лазурная – 1,6%. Интенсивность повышения признака, выраженная через отношение разницы между первым-вторым и вторым-третьим сроками сева составила соответственно по сортам 0,5; 0,67; 2,0; 1,17 и 2,0. Сортотиповые отличия по натуре были более заметны, чем по срокам сева. Разница в показаниях признака была при посеве 30 мая – 1,2-7,0%, при посеве 10 июня 0,9-6,9%, при посеве 20 июня – 0,6-6,7%. Минимальное значение показателя наблюдали у сортов Даурия и Октябрь 70, максимальное – у сорта Лидия.

Таблица 3.12

Объёмная масса семян сои по сортам, г/л

Сорт	Сроки посева		
	30 мая	10 июня	20 июня
Октябрь 70 (контроль)	694	700	712
Гармония	708	720	738
Даурия	686	706	716
Лидия	734	748	760
Лазурная	718	726	730

Набухаемость сои поздних сроков посева снижалась на 2,5-14,3% в зависимости от содержания протеина в семенах (табл. 3.13)

Трипсинингибирующая активность семян колебалась между сортами незначительно от 22,5 до 27,7 мг/г (табл. 3.14).

Таблица 3.13

Набухаемость семян сои по сортам, % от начальной массы

Сорт	Сроки посева		
	30 мая	10 июня	20 июня
Октябрь 70 (контроль)	248	230	228
Гармония	241	235	235
Даурия	250	233	227
Лидия	251	240	215
Лазурная	246	225	225

Таблица 3.14

Трипсинингибирующая активность семян сои по сортам, мг/г

Сорт	Сроки посева		
	30 мая	10 июня	20 июня
Октябрь 70 (контроль)	25,2	27,2	22,5
Гармония	25,6	24,9	23,9
Даурия	26,0	23,9	24,2
Лидия	26,9	24,5	24,5
Лазурная	26,2	24,3	24,5

Следовательно, изменение условий выращивания при задержке сроков сева может повлиять на технологические свойства соевого сырья, которое выражается через снижение крупности и набухаемости семян и увеличении объёмной массы.

Следовательно, сорт сои, находящийся в государственном сортоиспытании, может иметь следующие параметры: масса 1000 семян – 140 г; объёмная масса – 734 г/л; набухаемость – 23,8%; трипсинингибирующая активность протеаз (ТИА) – 25,2 у.е. массовая доля белка – 39,7%, масла – 19,5%. Состав аминокислот в белке представлен лизином – 7,1; лейцином – 11,0; изолейцином – 5,1; аргинином – 8,4; гистидином – 9,4; фенилаланином – 3,8; тирозином – 3,9; валином – 7,3; аланином+глицином – 7,1; пролином – 6,6; треонином – 3,2; серином – 3,4; глютаминовой кислотой – 15,6; аспарагиновой кислотой – 12,8% от общего содержания белка. В масле содержание жирных кислот составляет: пальмитиновой – 9,5; стеариновой – 3,6; олеиновой – 20,9; линолевой – 52,0; линоленовой – 5,9% от общего содержания. Биохимический и технологический состав указывает на универсальность сортов амурской селекции, которые находятся в сортоиспытании. Специфичность сортов по отдельным признакам опровергается параллельным испытанием в разных зонах или последующим во времени.

Органолептические показатели изучаемого сырья представлены в таблице 3.15.

Органолептическая характеристика сортов по цвету зерна, окраске рубчика и пигментации не имела зональных особенностей и соответствовала описанию сортов, представленному при госсортоиспытании. Отсутствие пигментации указывает на равные возможности в использовании изучаемых сортов в поликомпонентной продукции. Обычно проявление пигментации наблюдается при низких температурах и высокой влажности воздуха во время налива и созревания сои. В 2007 г. этот период был сухим и тёплым во всех зонах. Замет-

ный коричневый рубчик у сортов Октябрь 70 и Лидия может оказать негативное влияние на вид продукта в ряде блюд с использованием белковых паст, придав соевому компоненту сероватый оттенок.

Таблица 3.15

Органолептическая характеристика сортов сои

Сорт	Цвет зерна	Окраска рубчика	Пигментация
Грация	кремовый	отсутствует	нет
Янкан	светло-кремовый	отсутствует	нет
Нега	жёлтый	светло-серая, слабовыраженная	нет
Октябрь 70	светло-бежевый	коричневая	нет
Гармония	жёлтый, лянцевый	светло-коричневая	нет
Соната	бежевый	светло-коричневая	нет
Даурия	светло-кремовый	светлый	нет
Актai	жёлтый, глянцевый	светлый	нет
Лазурная	жёлтый	отсутствует	нет
Лидия	бежевый	коричневая	нет

При изучении соевого зерна было отмечено, что различия технологического характера между сортами были более заметны на первом этапе производства поликомпонентных продуктов при приготовлении соевого компонента. Они основывались на заметных расхождениях в характеристике сортов, как по биохимическим, так и по технологическим показателям. По технологическим свойствам семена сои между изучаемыми сортами заметны различия по крупности, как в весовой, так и в размерной характеристиках (масса 1000 семян и длина, ширина, толщина семян). Масса 1000 семян входит в общий показатель по южной зоне Амурской области за 2007 г. данные по этим показателям представлены в таблице 3.16. Выход полезной части семени, доля семядолей примерно равна у всех изучаемых сортов и составляет около 90%. Максимальное значение признака наблюдали у сорта Октябрь 70, минимальное – у сорта Лидия.

Таблица 3.16

Технологическая характеристика соевого сырья изучаемых сортов

Показатель	Сорт сои				
	Октябрь 70 (контроль)	Гармония	Даурия	Лазурная	Лидия
Масса 1000 семян, г	168,8	157,7	193,2	180,2	135,7
Объёмная масса, г/л	712	738	716	730	760
Набухаемость	252	244	246	237	241
Толщина семени, мм	5,56	5,4	6,27	5,74	4,96
Ширина семени, мм	6,44	6,46	6,89	6,47	6,04
Длина семени, мм	7,1	7,28	7,81	7,58	7,08
Доля семени, %, в т.ч.					
зародыш	3,2	2,7	3,0	2,4	2,6
семенная оболочка	6,1	7,3	6,5	8,0	8,3
семядоли	90,7	90,0	90,5	89,6	89,1

Биохимическая характеристика образцов изучаемых сортов, из которых был приготовлен соевый компонент продукта (соевая белковая паста и соевый белковый продукт), представлен в таблице 3.17. У образцов были отмечены достоверные различия по содержанию белка и масла. Максимальное содержание

белка наблюдали у сорта Лидия, масла – у сорта Лазурная. Минимальное содержание белка – у сорта Гармония, масла – у сорта Даурия.

Изучение соевого белкового продукта (СБП), полученного из изучаемых сортов, показало, что основные отличия между сортами наблюдали по внешнему виду и цвету продукта. У сортов Октябрь 70 и Лидия были отмечены вкрапления, которые снизили общую оценку качества продукта. По вкусу, запаху, цвету и консистенции заметных различий у СБП, полученных из разных сортов, отмечено не было. Во всех вариантах наблюдали слабый бобовый запах, травянистый или бобовый привкус продукта и рыхлую консистенцию.

Таблица 3.17

Биохимическая характеристика соевого сырья изучаемых сортов

Показатель	Сорт сои					НСР ₀₅
	Октябрь 70 (контроль)	Гармония	Даурия	Лазурная	Лидия	
Массовая доля сырого протеина (N*6,25), в том числе аминокислоты (% от общего содержания сырого протеина)	40,0	38,3	40,0	40,8	41,8	0,2
Аргинин	8,6	8,7	8,4	8,5	8,1	0,03
Лизин	7,9	7,6	7,5	8,2	7,9	0,13
Гистидин	8,3	3,4	8,3	10,8	7,6	1,18
Фенилаланин	3,7	3,7	3,7	3,5	3,6	0,01
Тирозин	3,3	2,6	2,0	3,3	2,6	0,07
Лейцин	11,5	10,9	10,5	11,5	10,9	0,06
Изолейцин	5,0	5,3	5,1	4,8	5,0	0,07
Валин	9,7	8,5	8,0	10,0	10,1	0,19
Аланин+глицин	7,2	7,1	7,3	7,3	7,6	0,01
Пролин	6,7	6,6	6,5	6,7	6,6	0,01
Глютамин	14,9	15,7	16,1	14,9	15,6	0,09
Треонин	4,2	3,9	3,7	4,6	3,7	0,06
Аспарагиновая кислота	12,6	12,1	11,8	12,6	12,1	0,05
Серин	3,0	3,2	3,2	3,0	3,0	0,06
Массовая доля сырого жира в том числе жирные кислоты (% от общего содержания сырого жира)	20,6	18,7	18,6	22,7	21,7	0,13
Пальмитиновая кислота	10,9	10,5	10,3	11,5	10,4	0,22
Стеариновая кислота	3,6	3,4	3,3	3,6	3,4	0,02
Олеиновая кислота	25,7	24,0	26,3	25,1	26,1	0,72
Линолевая кислота	51,3	50,5	51,2	51,3	51,6	0,40
Линоленовая кислота	6,5	8,5	7,1	5,3	8,6	0,45

Органолептические показатели, характеризующие соевый компонент, полученный из зерна сортов Октябрь 70, Гармония, Даурия, Лидия и Лазурная, имеет заметные различия: по цвету продукта до 6%, по внешнему виду – до 4,6%, по вкусу – до 3,1%. В поликомпонентном продукте эти различия уменьшаются в 1,5 – 2 раза, но остаются ещё достаточно заметны при органолептической оценке. Более высокое качество соево-овощной пасты обеспечивало ис-

пользование сорта Лазурная. Основные технологические и биохимические характеристики указанного сорта были следующие: содержание белка в семенах – 40,8%, масла - 22,7% и самое низкое содержание линоленовой кислоты в масле – 5,3% от общего содержания масла, что на 0,8-3,3% ниже, чем у остальных изучаемых сортов. Биохимические и технологические свойства соевого сырья, полученного из основных сортов сои амурской селекции в условиях среднего Приамурья, обеспечивают высокое качество соево-овощных паст, как и других поликомпонентных продуктов. Сортные различия, заложенные при получении соевого компонента, оказывают достаточно сильное влияние на весь поликомпонентный продукт. Из изученных сортов амурской селекции наиболее пригодны для производства соево-овощной пасты сорта Даурия и Лазурная.

Учитывая, что в предыдущие годы влияние качества соевого сырья было более заметно на первом этапе производства поликомпонентных продуктов – при приготовлении соевого компонента, основное внимание было уделено свойствам сгустка и сыворотки изучаемых молочно-растительных паст. Образцы зерна изучаемых сортов по своим технологическим и биохимическим свойствам не выходили за пределы размаха изменчивости признаков для южной зоны Амурской области за 2008 г. по сравнению с предыдущими годами наблюдали снижение размерных характеристик и крупности семян. Данные по этим показателям представлены в таблице 3.18.

Биохимическая характеристика образцов изучаемых сортов, из которых был приготовлен соевый компонент продукта соевая белковая паста и соевый белковый продукт представлен в таблице 3.19. У образцов были отмечены достоверные различия по содержанию белка и масла. Разница между крайними значениями по белку составила 1,2%, по маслу – 3,1%.

Таблица 3.18

Технологическая характеристика соевого сырья изучаемых сортов

Показатели	Сорт				
	Октябрь 70 (контроль)	Гармония	Даурия	Лазурная	Лидия
Масса 1000 семян, г	120,3	115,8	159,1	155,3	117,2
Объёмная масса, г/л	748	699	724	730	727
Набухаемость	246	248	252	251	255
Толщина семян, мм	4,78	4,65	5,23	5,18	4,38
Ширина семян, мм	5,60	5,51	6,20	6,15	5,56
Длина семян, мм	6,40	6,29	7,16	7,06	6,62
Доля в семени, %					
Зародыш	4,5	3,3	4,3	4,8	3,3
Семенная оболочка	7,6	8,9	6,8	7,7	6,6
Семядоли	87,9	87,8	88,9	87,5	90,1

Таблица 3.19

Биохимическая характеристика сырья изучаемых сортов сои

Показатель	Сорт сои					НСР ₀₅
	Октябрь 70 (контроль)	Гармония	Даурия	Лазурная	Лидия	
1	2	3	4	5	6	7
Массовая доля сырого протеина (N*6,25)	38,2	39,2	38,0	39,0	38,0	0,22
В т.ч. % от общего содержания сырого протеина						
Аргинин	9,0	8,5	8,9	9,0	9,0	0,03

Продолжение табл. 3.19

1	2	3	4	5	6	7
Лизин	7,0	6,7	7,2	7,2	7,3	0,05
Гистидин	11,1	10,3	6,0	14,7	16,8	2,3
Фенилаланин	3,6	3,7	3,4	3,5	3,5	0,05
Тирозин	3,4	3,1	3,4	3,4	3,3	0,07
Лейцин	11,2	10,9	11,2	11,2	11,2	0,06
Изолейцин	5,1	5,2	4,2	4,3	4,6	0,07
Валин	8,2	8,6	8,8	9,5	9,2	0,19
Аланин+глицин	7,2	7,3	7,1	7,1	7,3	0,01
Пролин	6,6	6,5	6,6	6,6	6,6	0,01
Глютамин	15,7	16,1	15,7	15,7	15,8	0,32
Треонин	3,2	2,8	3,3	3,4	3,4	0,16
Аспарагиновая кислота	15,3	13,7	13,4	15,0	15,3	0,27
Серин	3,5	3,6	3,5	3,4	3,5	0,06
Массовая доля сырого жира	18,2	18,3	21,4	20,9	20,5	0,11
В т.ч. % от общего содержания сырого жира						
Пальмитиновая кислота	10,9	10,5	10,3	11,5	10,4	0,22
Стеариновая кислота	3,6	3,4	3,3	3,6	3,4	0,02
Олеиновая кислота	24,5	25,5	23,5	24,8	25,5	0,72
Линолевая кислота	52,9	52,2	52,0	52,6	53,7	0,40
Линоленовая кислота	10,8	11,2	3,7	3,5	6,5	0,32

Изучение характеристик молочно-растительного коагулята, полученного из анализируемых сортов сои, показало, что небольшие отличия между сортами наблюдали по внешнему виду, запаху и цвету продукта. Цвет продукта у сортов Октябрь 70 и Лидия был более тёмный, чем у остальных сортов. Отмечены отличия по интенсивности кисломолочного аромата в запахе и плотности сгустка в консистенции продукта, которые снизили общую оценку его качества. По вкусу заметных различий у продуктов, полученных из разных сортов, отмечено не было. Во всех вариантах наблюдали слабый молочнокислый запах, кисловатый привкус кисломолочного продукта, свойственный применяемому коагулянту.

Биохимические и технологические свойства амурских сортов сои обеспечивают высокое качество коагулята, а также паст и напитков, полученных на их основе. В зависимости от применяемых сортов сои технологическая характеристика продукта может изменяться. Органолептические показатели, характеризующие соевый белковый коагулят, полученный из семян сортов Октябрь 70, Гармония, Даурия, Лидия и Лазурная, имеет заметные различия по цвету продукта, внешнему виду, по вкусу и запаху.

Среди испытанных сортов более высокое качество продукта обеспечивает использование сортов Лазурная и Даурия. Непременным условием производства десертных и закусочных растительно-молочных паст и напитков высокого качества является использование соевого сырья таких сортов, у которых содержание белка в семенах сои – не менее 38, масла – не менее 18%. Улучшение вкусовых свойств продукта достигается сочетанием высокой маслячности соевого сырья с низким содержанием в масле линоленовой кислоты. Снижение содержания линоленовой кислоты в соевом масле повышает потребительские свойства продукта. На протяжении всех лет исследований минимальное значе-

ние линоленовой ЖК было у сорта Лазурная. Выход продукции этого сорта на 1,5-3% выше, чем остальных сортов.

Таблица 3.20

Содержание белка в семенах сои, выращенных в южной зоне, %

Сорт	Годы					Среднее
	2006	2007	2008	2009	2010	
Лидия	40,6	39,7	38,0	39,9	39,0	39,4
Гармония	39,7	38,3	39,2	38,2	36,0	38,4
Нега 1	39,6	39,2	39,0	39,4	37,0	38,8
Октябрь 70	39,5	40,0	38,2	38,9	37,3	38,8
Даурия	40,4	40,5	38,0	39,8	39,3	39,6

Таблица 3.21

Содержание масла в семенах сои, выращенных в южной зоне, %

Сорт	Годы					Среднее
	2006	2007	2008	2009	2010	
Лидия	20,1	20,5	20,5	17,8	19,1	19,6
Гармония	20,7	19,9	18,3	16,1	20,6	19,1
Нега 1	21,4	21,5	20,9	18,6	19,8	20,3
Октябрь 70	19,2	20,6	18,6	16,4	18,7	18,7
Даурия	19,5	19,2	21,4	17,9	18,8	19,4

Размах изменчивости признаков в образцах семян сои, урожая 2006-2007 гг. по зонам Амурской области представлен в таблице 3.22.

Таблица 3.22

Размах изменчивости технологических свойств семян сои основных сортов по зонам Амурской области

Признак	Южная зона	Центральная зона	Северная зона
Крупность (масса 1000 семян), г	118-218	107-224	122-191
Объёмная масса, г/л	694-734	721-756	718-765
Набухаемость, %	215-252	212-255	207-265
Трипсинингибирующая активность (ТИА)	24,0-27,0	25,2-26,9	25,7-26,0

Анализ технологических свойств сортов сои, выращенных в Амурской области, показал, что заметных различий по среднезональным показателям не наблюдалось.

Самые крупные семена были в южной зоне у позднеспелого сорта хабаровской селекции Марината, а в центральной - у сорта Лазурная, в северной – у сорта Актай (оба сорта амурской селекции). Размах изменчивости указанного признака составил в южной зоне 57, в центральной и северной 69 г.

По объёмной массе семян колебания признака внутри зоны были соответственно – 40,35 и 37 г/л. По набухаемости семян – 37,43 и 58%. Заметное снижение указанного признака связано со склонностью к твёрдосемянности сортов Соната и Актай, которая максимально проявилась в северной зоне, где достигла 23-40%. Твёрдосемянность, которая показывает какой процент семян остаётся набухшими после замачивания, особенно важна при изготовлении продуктов, требующих предварительного замачивания семян в воде. Для такого вида сое-

вых продуктов сорт Соната непригоден, нежелательно использование сорта Актан.

Активность ингибиторов трипсина в семенах сои варьирует от 24 до 27,2 мг/г, это свидетельствует о том, что исследуемые сорта сои характеризуются наименьшей трипсингибиторной активностью по сравнению с общими показателями соевого сырья по Амурской области. При этом следует отметить, что погодные условия в зонах соеосеяния вносят определённые коррективы в состав соевого сырья.

Результаты анализов на биохимический состав семян сои, выращенных в трёх зонах Амурской области, приведены в таблице 3.23.

Таблица 3.23

Размах изменчивости биохимических свойств семян сои основных сортов по зонам Амурской области

Признак	Южная зона	Центральная зона	Северная зона	Общий показатель за 10 лет
1	2	3	4	5
Масло, %	19,9-22,1	18,6-20,1	18,7-20,1	15,2-26,2
Жирные кислоты, % от масла, в т.ч.				
Пальмитиновая	9,2-9,6	8,2-8,8	8,1-8,6	8,6-12,2
Стеариновая	3,6-3,7	3,4-3,6	3,4-3,6	3,0-5,2
Олеиновая	8,6-14,3	18,6-22,1	19,4-25,1	2,9-27,7
Линолевая	53,2-54,7	51,8-54,0	51,6-53,4	48,1-58,7
Белок, %	38,6-40,5	39,7-40,8	38,9-40,9	34,9-44,6
Аминокислоты, % от белка				
Аргинин	8,3-8,7	8,1-8,4	7,9-8,4	7,9-9,9
Лизин	6,7-7,1	6,5-6,7	6,3-6,8	6,5-8,3
Гистидин	9,7-13,0	9,6-10,6	6,0-10,5	2,7-13,6
Фенилаланин	3,4-3,6	3,5-3,7	3,5-3,8	3,1-4,2
Тирозин	3,6-4,2	3,4-3,8	3,5-4,1	2,8-4,3
Лейцин	11,5-11,9	11,3-11,5	11,0-11,7	7,7-15,8
Изолейцин	4,1-4,7	4,7-5,0	4,5-5,4	4,0-7,2
Валин	6,2-7,2	5,5-6,4	6,0-7,2	7,4-12,0
Аланин+глицин	6,9-7,3	7,1-7,3	7,1-7,5	6,9-8,5
Пролин	6,5-6,7	6,5-6,7	6,4-6,6	5,9-6,7
Глутамин	15,0-15,5	15,4-16,0	15,2-16,2	17,3-20,0
Треонин	2,7-3,3	2,4-2,8	2,4-2,9	3,1-5,0
Аспарагиновая кислота	12,7-13,1	12,6-12,9	12,1-12,9	9,9-11,8
Серин	3,3-3,5	3,3-3,4	3,3-3,5	3,1-3,4

Анализируя данные, можно отметить, что содержание масла в семенах сои было наиболее высоким в южной зоне Амурской области, при этом данный показатель в указанной зоне был наиболее вариабельным, по сравнению с центральной и северной зонами. Максимальная масличность семян была отмечена у сорта сои Даурия – 19,9%, разница между сортовыми показателями признака составила 0,4-1,3%. Результаты анализа показывают, что по содержанию белка в семенах сои разница между зонами соеосеяния была незначительная. Наибольшее его содержание отмечено в северной зоне. Максимальное содержание белка наблюдалось у сортов Соната и Даурия – 39,0 и 39,2%, коэффициент вариации данных сортов составил 1,3 и 1,2% соответственно.

Состав жирных кислот по зонам изменялся незначительно, за исключением олеиновой кислоты. При высокой вариабельности этого признака, наибольшее содержание его наблюдалось в северной зоне.

По аминокислотному составу заметных расхождений по вариантам не отмечалось. В составе белка отмечена относительно высокая изменчивость содержания гистидина.

Таким образом, в результате исследований установлено, что сорта сои амурской селекции по размаху изменчивости технологических и биохимических показателей удовлетворяют требованиям пищевой промышленности к соевому сырью для производства поликомпонентных продуктов.

Биохимические и технологические свойства амурских сортов сои обеспечивают высокое качество продукции. В зависимости от применяемых сортов сои технологические характеристики продуктов изменялись при общей отличной оценке. Заметный серый оттенок, полученный из-за интенсивного цвета рубчика, снизил балл цветности продуктов из сорта Лидия. Заметный бобовый привкус отрицательно отразился на вкусовых качествах пищевой массы окары, полученной из сорта Гармония.

Непременным условием производства продуктов высокого качества является использование соевого сырья таких сортов, у которых содержание белка в семенах сои – не менее 38, масла – не менее 18%. Улучшение вкуса продукта достигается сочетанием высокой масличности соевого сырья с низким содержанием линоленовой кислоты. Снижение содержания линоленовой кислоты в соевом масле повышает потребительские свойства продукта (Заключительный отчет о НИР ВНИИ сои, 2005 г.).

3.3 Характеристика минеральных вод как источника физиологически ценных ингредиентов

При разработке технологий функциональных продуктов питания общеукрепляющего действия с выраженными антирадикальными, иммунокорректирующими, адаптационными, антиоксидантными свойствами были использованы минеральные воды доступных месторождений Дальнего Востока. Для выбора соответствующей водной среды как основы

Ю.В. Приходько Ю.В. и другие исследовали химический состав ряда углекислых источников Шмаковского (Восточно-Уссурийский, Пасечный и Медвежий участки), Горноводного (Центрально-горноводный, Северно-горноводный и Южно-горноводный участки), Покровского, Раковского и Гонжинского месторождений. В результате анализов элементного состава показано, что все образцы минеральных вод соответствуют бальнеологическим нормам, принятым в России по показателям для углекислых минеральных вод (ГОСТ 13273-88). Воды относятся к Дарасунскому типу, минерализация составляет 0,8-2 г/дм³, а воды «Амурской» - 2,5 г/дм³, что соответствует столовым и лечебно-столовым водам.

В качестве основы функциональных напитков важны составляющие этих вод: кремний, железо, кальций, магний. Из проанализированных вод наибольшее количество этих компонентов содержится в водах Шмаковского месторож-

дения (Пасечный и Медвежий участки) и Горноводного месторождения (Северно-горноводный участок).

Для дальнейших работ были выбраны два наиболее доступных источника: минеральная вода Шмаковского месторождения Медвежьего участка № 15-70, (гидрокарбонатная магниевая-кальциевая, железистая, кремнистая). Источники этих вод расположены достаточно близко к транспортным узлам. Имеют хорошее наполнение водами в течение всего года. Специфичность действия исследованных минеральных вод определяется присутствием высоких концентраций кремниевой кислоты (500 см^3) восполняют суточную потребность на 65%), железа (до 55%), кальция (до 15%) и магния (до 19%) (табл.3.24).

Таблица 3.24

Среднее содержание физиологически ценных ингредиентов в минеральных водах Медвежьего участка № 15-70 и Северно-горноводного участка № 37 (Приходько Ю.В.)

Наименование компонентов		Воды Медвежьего участка, мг/250 см ³ – мг/500 см ³	Воды Северно-горноводного участка, мг/250 см ³ – мг/500 см ³	Потребность организма в данном компоненте, мг/сут
Основные компоненты:	Натрий+калий	10,5-21	13,3-27	до 10000
	Магний	23-46	21,3-42	250
	Кальций	71,3-143	77,5-150	1000
Специфические компоненты:	Метакремниевая кислота	27,5-55	22,5-45	до 40
	Железо	4,75-10	следы	до 18

Анализ данных, приведённых в таблице 3.24, характеризует воду как потенциально ценное сырьё при его использовании в технологии пищевых продуктов.

В таблице 3.25 приведён химический состав минеральной воды Приморского края и Амурской области.

Таблица 3.25

Химический состав минеральной воды, мг/дм³

Показатели	Вода «Амурская» лечебно-столовая	Вода «Таёжная жемчужина»
Гидрокарбонат	720-1800	180-650
Сульфат	<100	<25
Хлорид	<20	<15
Кальций	90-200	<100
Магний	40-150	<50
Натрий+калий	100-200	<100
Фтор, г/дм ³	1,53	-
Метакремниевая кислота	-	50-150
общая минерализация, г/дм ³	1,0-2,5	0,2-0,9

Анализ данных, приведённых в таблице 3,25, показывает, что вода с такими свойствами может быть использована для создания продуктов питания функциональной направленности в соответствии с принятой в исследованиях концепции.

ГЛАВА 4

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БЕЛКОВО-ВИТАМИННЫХ КОАГУЛЯНТОВ НА ОСНОВЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

4.1 Разработка технологии белково-витаминных коагуляционных композиций на основе соевого и ягодного сырья

На данном этапе исследований, с учетом поставленных на решение цели и задач, предполагалось получить соевый белковый коагулят заданного состава и свойств для последующего его использования в поликомпонентных продуктах питания функциональной направленности.

В качестве основных требований к получаемому коагуляту были обозначены следующие:

- коагулят должен иметь рациональное содержание воды, определяющее необходимую и достаточную концентрацию основных и биологически активных нутриентов;
- прогнозируемую однородную и сметанообразную консистенцию;
- обладать приятным цветом, запахом и вкусом;
- быть безопасным, то есть не обладать токсикологическими свойствами и эффектами.

Всем этим требованиям в полной мере отвечает соевое и ягодное сырье, характеристика которого приведена в главе 3.

Из ягодного сырья на данном этапе исследований приготавливались соки и пюре, а на их основе коагулянт в виде ягодно-кислотного комплекса. Содержание основных нутриентов в ягодно-кислотном комплексе приведено в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Содержание основных нутриентов в ягодно-кислотном комплексе
($\bar{X} = \pm m; m \leq 0,05$)

Наименование ягодно- кислотного комплекса	Массовая доля, %									
	вода	белки	липиды	углеводы	клетчатка	минеральные вещества	органические кислоты в пересчете на яблочную	биофлавоноиды в пересчете на рутин	витамин С, мг/100г	энергетическая ценность ккал/100г
Из брусники	86,0	0,7	0,5	8,0	1,6	0,2	1,9	90,0	15,0	43,0
Из клюквы	89,5	0,5	-	3,8	2,0	0,3	3,1	74,0	15,0	26,0
Из голубики	88,2	1,0	-	7,0	1,2	0,3	1,6	68,0	20,0	36,8
Из черники	86,5	1,1	0,6	8,0	2,2	0,9	0,8-2,0	55,0	10,0	49,8
Из жимолости	89,0	0,8	0,11	7,2	2,3	0,5	1,0-3,1	85,0	30,0-130,0	40,3
Из ежевики	88,0	2,0	-	4,4	2,0	0,7	1,8-4,2	58,0	19,0-34,0	25,6
Из лимонника	88,2	0,5	0,3	13,5	-	0,15	6,2	53,0	42,0	59,7
Из калины	87,3	0,4	0,5	11,0	1,1	0,25	3,3	72,0	48,0	50,5
Из винограда амурского	80,2	0,6	0,2	15,0	0,6	0,5	1,7-3,0	78,0	6,0-13,0	66,6

Процесс осаждения соевых белков в дисперсной системе, изучен недостаточно полно. При этом, в качестве коагулянтов, в настоящее время, применяют лимонную и уксусную кислоты, а так же соли магния и т.д.

Основным способом осаждения соевого белка в соевой белковой дисперсной системе, является термокальциевая коагуляция хлористым кальцием. Однако по данным Суханова В.В. и других хлорид кальция противопоказан при склонности к тромбозам, при далеко зашедшем атеросклерозе и повышенном содержании кальция в крови. Биологическое действие хлорида кальция проявляется в кардиотоксическом эффекте, воздействием на свертывающуюся систему крови и снижении общей резистентности организма. Содержащие его продукты обладают сильным раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки.

По данным Толстогузова В.Б., в процессе коагуляции белка, при получении соевого творога-тофу, с сывороткой теряется часть полезных нутриентов сои. При этом он указывает, что белок такой сыворотки имеет на 65% больше серосодержащих аминокислот, чем белок сои.

При этом Толстогузов В.Б. отмечает что, в качестве осадителя соевого белка используют органические растворители (метанол, этанол, изопропанол, ацетон). Выбор осадителя белка (коагулянта) носит всегда компромиссный характер и зависит от специфических особенностей сырья, технологических возможностей, оборудования, а так же возможностей утилизации отходов и стоков.

Использование в качестве коагулянта ягодно-кислотного комплекса позволит исключить потери сыворотки и получить окрашенный в соответствующий цвет белково-витаминный коагулят, содержащий антиоксидантный комплекс, который по данным А.В. Шаброва и других может обладать радиопротекторной, онкопротекторной и другой активностью.

В таблице 4.2 приведены данные, характеризующие необходимые продукты.

Таблица 4.2

Биохимический состав соевой белковой дисперсной системы и ягодно-кислотного комплекса и их энергетическая ценность ($\bar{X} = \pm m; m \leq 0,05$)

Продукт	Массовая доля основных веществ, %						Витамины, мг/100г			биофлавоноиды в пересчете на рутин	энергетическая ценность, ккал/100г
	воды	белки N*6,25	липидов	углеводов	клетчатки	минеральных веществ	С	Е	β-каротин		
Соевая белковая дисперсная система	89,0	3,5	1,5	4,0	-	2,0	5,0	1,7	-	20,0	43,5
Ягодно-кислотный комплекс на основе сока брусничного	94,5	0,7	0,5	4,0	-	0,3	150,0	-	-	90,0	23,3
Ягодно-кислотный комплекс на основе сока клюквенного	96,3	0,5	-	3,2	-	0,3	145,0	-	-	74,0	14,8
Ягодно-кислотный комплекс на основе сока лимонника	89,8	0,5	0,3	9,4	-	0,15	155,0	-	-	53,0	40,8
Ягодно-кислотный комплекс на основе сока калины	92,0	0,4	0,4	7,2	-	0,25	180,0	-	-	72,0	34,0

Вид сырья, его биологическое состояние и химический состав при хранении, а также качество к моменту обработки обуславливают внешний вид, запах, вкус и структуру готового продукта, определяют тип применяемых добавок, технологию и, следовательно, их ассортимент. Исходя из результатов можно заключить, что комбинирование в композициях белка, витаминов и других биологических активных веществ, будет определять пищевую и биологическую ценность готовых продуктов.

В соответствии с действующей нормативной документацией требования к органолептическим показателям продуктов питания являются доминирующими ГОСТ Р 51074-2003 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования». Поэтому задачей настоящих исследований являлось обоснование состава, структуры и сенсорных показателей белково-углеводных композиций, а также окончательная оценка их качества.

Известно, что выбор методов органолептических исследований определяется постановленной целью (Кантере В.М., Родина Т.Г., Вукс Г.А. и др.). Поэтому для обнаружения различий в образцах белково-углеводных композиций использовали метод парных сравнений с указанием величины наблюдаемой разницы.

С этой целью разработаны специальные анкеты, которые были представлены членам дегустационной комиссии. Их органолептическая оценка включала проведение дегустации, обработку результатов дегустационных листов, вынесение заключения о качестве. После статистической обработки заполненных дегустационных индивидуальных анкет было определено общее мнение дегустаторов по отдельным образцам.

По всем органолептическим показателям (цвет, степень свойственности запаха, степень свойственного вкуса и структуры) предпочтение было отдано белково-витаминным композициям.

Общее положительное впечатление о внешнем виде белково-витаминных композициях, изготовленных из ягодного сырья и соевой белковой дисперсной системы, складывается за счет формирования цвета и запаха, свойственных ягодному компоненту, а так же вкусу, маскирующему соевый привкус. Таким образом, методом парных сравнений образцов полученных продуктов выявлена разница в перечисленных органолептических показателях.

Однако метод парных сравнений не предусматривает количественного выражения качества продукта, в то время как балльная система точна и более однозначна, так как позволяет заменить многообразие в описании ощущений цифровым индексом.

Для определения качества композиций использовали пятибалльную шкалу оценки. При разработке шкалы использованы основные положения органолептической оценки пищевой продукции (Кантере В.М., Родина Т.Г., Вукс Г.А. и др.). При этом соблюдалась следующая очередность основных операций – установлена номенклатура комплексных и единичных показателей качества и их расположение в соответствии с последовательностью осмотра продукции; – установлена градация качества показателей и присвоены им баллы;

– установлены коэффициенты значимости (весомости) отдельных органолептических признаков.

Для более четкой различимости баллов составлено словесное описание каждой градации, причем степень совершенства отдельных единичных показателей выражена в баллах согласно таблице 4.3.

Таблица 4.3

Вариант пятибалльной шкалы и общая характеристика уровней качества продукта

Число баллов	Процент качества	Словесное описание признаков
5	80-100	По соответствующему признаку продукт характеризуется положительно; заметных недостатков и дефектов не обнаружено
4	60-80	В продукте обнаружены незначительные недостатки или дефекты, почти не оказывающие отрицательного влияния на его ценность
3	40-60	В продукте обнаружены недостатки и дефекты, но при этом он соответствует минимальным требованиям стандарта
2	20-40	В продукте обнаружены недостатки или дефекты, в результате которых продукт, хотя и не соответствует минимальным требованиям стандарта, не утрачивает пригодности к употреблению в пищу и еще может поступать в продажу
1	0-20	В продукте обнаружены значительные недостатки или дефекты, поэтому он должен рассматриваться, как испорченный и не пригоден для употребления в пищу человеком

Количество, установленное каждому показателю, в зависимости от качественного состояния продукта, умножали на коэффициент весомости, определенный экспериментальным путём (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Порядок оценки качества белково-витаминной композиции по бальной шкале

Показатель	Баллы, max	Коэффициент весомости показателя, усл. ед.	Баллы, max (расчетное число)	Баллы, min (установленные для показателя)	Максимальная оценка для показателя
Внешний вид	5	1,0	5,0	1,8	16,70
Цвет	5	0,5	2,5	1,1	8,35
Запах	5	1,0	5,0	1,1	16,70
Вкус	5	2,0	10,0	1,8	33,30
Консистенция:					
- плотность	5	1,0	5,0	1,1	16,70
- сочность	5	0,5	2,5	1,1	8,35
Итого	-	-	30,0	-	100

Данная шкала пригодна как для комплексной оценки качества белково-витаминных композиций, так и для дифференцированной оценки отдельных показателей качества.

Степень совершенства отдельных единичных показателей выражена в баллах согласно таблице 4.5.

Таблица 4.5

Вариант пятибалльной шкалы

Характеристика качества	Качество, %	Балл
Отличное	80-100	5
Хорошее	60-80	4
Среднее	40-60	3
Неудовлетворительное	20-40	2
Плохое	0-20	1

Дегустации представленных образцов белково-витаминных композиций проводились в специализированной лаборатории. Образцы изделий кодировались с использованием произвольных трехзначных чисел. Результаты оценки образцов каждого дегустатора заносились в дегустационный лист. В них рассчитывали среднее арифметическое значение единичных показателей и фиксировали эти результаты (табл. 4.6). Общая оценка значения комплексных и единичных показателей служила основой для заключения о качестве продукции.

Таблица 4.6

Органолептическая характеристика белково-витаминных композиций

Белково-ягодная композиция	Массовая доля сухих веществ М _{св} , %	Внешний вид	Вкус	Цвет	Запах	Консистенция	Средний балл
Соевый белок + лимонник (калина и др.)	7,0	4,7	4,65	4,8	4,7	4,5	4,67
	11,0	4,7	4,75	4,8	4,8	4,7	4,77
	15,0	4,8	4,85	4,9	4,9	4,8	4,85
Соевый белок + брусника	7,0	4,7	4,55	4,6	4,4	4,5	4,55
	11,0	4,7	4,70	4,8	4,6	4,7	4,70
	15,0	4,8	4,85	4,9	4,8	4,9	4,85
Соевый белок + клюква	7,0	4,5	4,50	4,7	4,6	4,3	4,52
	15,0	4,6	4,60	4,7	4,6	4,5	4,60
	11,0	4,7	4,70	4,8	4,7	4,6	4,70
Соевый белок + голубика (черника и тд.)	7,0	4,6	4,55	4,7	4,4	4,6	4,57
	15,0	4,6	4,70	4,9	4,7	4,7	4,72
	11,0	4,8	4,85	5,0	4,9	4,8	4,87

При исследовании процесса коагуляции белков было установлено, что масса образующихся белковых частиц $M_{ч}$ зависит от pH жидкой фракции, которая в свою очередь зависит от концентрации сухих веществ в растворе ягодно-кислотного комплекса и температуры белковой дисперсной системы $t^{\circ}C$.

В результате поисковых опытов и априорного ранжирования факторов процесса структурообразования соевого белка, были выделены наиболее значимые факторы, существенно влияющие на данный процесс.

Таковыми факторами являются:

- массовая доля сухих веществ в растворе коагулянта - $M_{св}$, % (X_1);
- активная кислотность среды - pH, ед. (X_2);
- температура структурообразования - $t^{\circ}C$. (X_3).

Уровни и интервалы варьирования указанных факторов представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7

Факторы и уровни их варьирования

Уровни варьирования	Факторы		
	$X_1/\text{Мс.в., \%}$	$X_2/\text{pH, ед.}$	$X_3/\text{t}^\circ\text{C.}$
Верхний уровень	12,5	5,0	55-60
Основной уровень	10,0	4,5	50
Нижний уровень	7,5	4,0	40-45
Интервал варьирования	2,5	0,5	5-10

Исследования проводились согласно стандартной матрице полного факторного эксперимента для 15 опытов. Матрица и результаты эксперимента представлены в таблице 4.8.

После реализации эксперимента проведены обработка результатов и построение математической модели процесса структурообразования и получения окрашенного белково-витаминного коагулята в виде уравнений регрессий:

– в кодированной форме:

Таблица 4.8

Матрица и результаты полного факторного эксперимента
по изучению зависимости $Y_{1-4} = f(x_1; x_2; x_3)$

№ опыта	$X_1/\text{с.в., \%}$	$X_2/\text{pH, ед.}$	$X_3/\text{t}^\circ\text{C.}$	Y_1/N	Y_2	Y_3	Y_4
1	-1	-1	+1	15,5	10,0	10,0	10,0
2	+1	-1	-1	10,0	11,5	11,0	11,0
3	-1	+1	-1	12,0	9,0	9,0	9,0
4	+1	+1	+1	17,0	7,5	8,0	7,5
5	-1	-1	-1	15,0	9,0	10,5	11,0
6	+1	-1	+1	10,0	11,0	9,0	8,0
7	-1	+1	+1	15,5	11,0	9,0	7,5
8	+1	+1	-1	13,5	10,0	8,0	10,0
9	-1,215	0	0	16,0	10,0	11,0	10,0
10	+1,215	0	0	14,0	9,0	9,0	9,0
11	0	-1,215	0	12,0	8,0	8,0	7,5
12	0	+1,215	0	16,0	6,0	6,0	5,5
13	0	0	-1,215	12,0	10,5	10,0	10,0
14	0	0	+1,215	11,5	7,5	6,5	6,5
15	0	0	0	12,5	6,0	6,5	6,0

$$Y_1 = 13,21 + 0,90X_1 + 1,12X_2 + 0,57X_3 + 1,68X_1X_2 - 0,81X_2X_3 + 1,04X_1^2 + 0,98X_3^2 \rightarrow \min(4.1)$$

$$Y_2 = 6,66 - 0,58X_2 - 0,75X_1X_2 - 0,75X_1X_3 + 1,77X_1^2 + 1,43X_3^2 \rightarrow \min(4.2)$$

$$Y_3 = 7,09 - 0,45X_1 - 0,81X_2 - 0,61X_3 + 1,83X_1^2 + 0,65X_3^2 \rightarrow \min(4.3)$$

$$Y_4 = 6,54 - 0,20X_1 - 0,76X_2 - 1,11X_3 + 0,37X_1X_2 - 0,37X_1X_3 + 1,88X_1^2 + 1,03X_3^2 \rightarrow \min(4.4)$$

В таблицах 4.9 - 4.12 представлен регрессионный анализ полученных математических моделей (4.1 – 4.4).

Таблица 4.9

Регрессионный анализ зависимости $Y_1 = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \min$

		Шаг анализа			
		1	2	3	4
Коэффициенты модели	a_0	13,21885	13,21885	13,21885	13,21885
	a_1	-0,90665	-0,90665	-0,90665	-0,90665
	a_2	1,12852	1,12852	1,12852	1,12852
	a_3	0,57384	0,57384	0,57384	-
	a_{12}	1,68750	1,68750	1,68750	1,68750
	a_{13}	-0,06250	-	-	-
	a_{23}	0,81250	0,81250	0,81250	0,81250
	a_{11}	1,04677	1,04677	1,04677	1,04677
	a_{22}	0,36937	0,36937	-	-
	a_{33}	-0,98544	-0,98544	-0,98544	-0,98544
Стандартное отклонение – σ		5,9782	6,0094	6,6044	10,211
R – корреляция		0,95650	0,95626	0,95182	0,92445
F – критерий		5,3746	7,1254	8,4297	6,7178

Таблица 4.10

Регрессионный анализ зависимости $Y_2 = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \min$

		Шаг анализа					
		1	2	3	4	5	6
Коэффициенты модели	a_0	6,6623	6,6623	6,6623	6,6623	6,6623	7,6623
	a_1	-0,01196	-	-	-	-	-
	a_2	-0,5871	-0,5871	-0,5871	-0,5871	-0,5871	-
	a_3	-0,3328	-0,3328	-0,3328	-0,3328	-	-
	a_{12}	-0,7500	-0,7500	-0,7500	-0,7500	-0,7500	-0,7500
	a_{13}	-0,7500	-0,7500	-0,7500	-0,7500	-0,7500	-0,7500
	a_{23}	-0,1250	-0,1250	-0,1250	-	-	-
	a_{11}	1,7750	1,7750	1,7750	1,7750	1,7750	2,7750
	a_{22}	0,0815	-	-	-	-	-
	a_{33}	1,4363	1,4363	1,4363	1,4363	1,4363	2,4363
Стандартное отклонение – σ		6,03130	6,03550	6,06450	6,18950	7,40260	11,1780
R – корреляция		0,92710	0,92705	0,92669	0,92511	0,90971	0,86003
F – критерий		3,0592	4,0752	5,3196	6,7847	7,1998	5,6821

Согласно данным, представленным в таблицах, коэффициент корреляции равен $R_i = 0,92 - 0,98$ при вероятности $P = 0,95$

Таблица 4.11

Регрессионный анализ зависимости $Y_3 = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \min$

		Шаг анализа				
		1	2	3	4	5
Коэффициенты модели	a_0	7,09477	7,09477	7,09477	7,09477	7,09477
	a_1	-0,45013	-0,45013	-0,45013	-0,45013	-
	a_2	-0,81534	-0,81534	-0,81534	-0,81534	-0,81534
	a_3	-0,61653	-0,61653	-0,61653	-0,61653	-0,61653
	a_{12}	-0,18750	-	-	-	-
	a_{13}	-0,18750	-	-	-	-
	a_{23}	0,31250	0,31250	0,31250	-	-
	a_{11}	1,83581	1,83581	1,83581	1,83581	1,83581

	a_{22}	-0,19640		-	-	-
	a_{33}	0,65035	0,65035	0,65035	0,65035	0,65035
Стандартное отклонение – σ		4,2105	4,7730	4,9413	5,7225	7,9417
R – корреляция		0,93959	0,93122	0,92870	0,91692	0,88260
F – критерий		3,7673	5,7126	7,1684	7,9192	7,0494

Таблица 4.12

Регрессионный анализ зависимости $Y_4 = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \min$

		Шаг анализа			
		1	2	3	4
Коэффициенты модели	a_0	6,54049	6,54049	6,54049	6,54049
	a_1	-0,20224	-0,20224	-0,20224	-
	a_2	-0,76969	-0,76969	-0,76969	-0,76969
	a_3	-1,11870	-1,11870	-1,11870	-1,11870
	a_{12}	0,37500	0,37500	0,37500	0,37500
	a_{13}	0,37500	0,37500	0,37500	0,37500
	a_{23}	0	-	-	-
	a_{11}	1,88464	1,88464	1,88464	1,88464
	a_{22}	-0,14757	-0,14757	-	-
	a_{33}	1,03789	1,03789	1,03789	1,03789
Стандартное отклонение – σ		1,2468	1,2468	1,3418	1,7897
R – корреляция		0,98587	0,98587	0,98479	0,97985
F – критерий		17,320	23,093	28,102	27,232

Адекватность модели (4.1-4.4) оценена по критерию Фишера ($F_R > F_T$) (табл. 4.13)

Таблица 4.13

Результаты регрессионного анализа

Кри- те- рий	a_0	a_1	a_2	a_3	a_{12}	a_{13}	a_{23}	a_{11}	a_{33}	Заключение об адекват- ности	
										F_R	F_T
Y_1	13,219	-0,907	1,129	0,574	1,688	-	0,81 3	1,047	-0,985	8,42	3,79
Y_2	6,662	-	-0,587	-	-0,750	-0,750	-	1,775	1,436	7,20	4,77
Y_3	7,095	-0,450	-0,815	-0,617	-	-	-	1,836	0,650	7,92	4,77
Y_4	6,540	-0,202	-0,770	-1,119	0,375	-0,375	-	1,885	1,038	28,10	3,79

По результатам выявленной адекватности моделей (4.1-4.4) построены уравнения в их раскодированной форме

$$t_1 = 53,03 - 9,78M_{CB} - 27,49(pH) + 2,59t^\circ + 1,35M_{CB}(pH) + 0,32(pH)t^\circ + 0,16M_{CB}^2 - 0,04(t^\circ)^2 \rightarrow \min \quad (4.5)$$

$$t_2 = 124,87 - 0,49(pH) + 3,08M_{CB} + 0,76t^\circ - 0,75(pH)M_{CB} - 0,15(pH)t^\circ + 7,10(pH)^2 + 0,043(t^\circ)^2 \rightarrow \min \quad (4.6)$$

$$t_3 = 182,86 - 66,98(pH) - 0,40M_{CB} - 0,71t^\circ + 7,43(pH)^2 + 0,06(t^\circ)^2 \rightarrow \min \quad (4.7)$$

$$t_4 = 194,33 - 67,87(pH) - 2,07M_{CB} - 0,81t^\circ + 0,37(pH)M_{CB} - 0,07(pH)t^\circ + 7,53(pH)^2 - 0,10(t^\circ)^2 \rightarrow \min. \quad (4.8)$$

Для определения оптимального сочетания факторов, при которых $t_i \rightarrow \min$ были заданы области их экстремальных значений.

В таблице 4.14 представлены области экстремальных значений зависимости $Y_i = f(x_1; x_2; x_3) \rightarrow \min$.

Таблица 4.14

Области экстремальных значений

Критерий	X_1	X_2	X_3	Y_i
$Y_1\text{-min}$	1,00	-1,00	1,00	9,31
	0,98	-1,00	1,00	9,32
	0,96	-1,00	1,00	9,34
	0,94	-1,00	1,00	9,35
	0,92	-1,00	1,00	9,36
	0,90	-1,00	1,00	9,37
	0,88	-1,00	1,00	9,39
	0,86	-1,00	1,00	9,40
	0,84	-1,00	1,00	9,42
	0,82	-1,00	1,00	9,44
$Y_2\text{-min}$	0,22	1,00	0,06	5,99
	0,22	1,00	0,04	5,99
	0,24	1,00	0,06	5,99
	0,22	1,00	0,08	5,99
	0,24	1,00	0,08	5,99
	0,20	1,00	0,06	5,99
	0,20	1,00	0,04	5,99
	0,24	1,00	0,04	5,99
	0,22	1,00	0,02	5,99
	0,20	1,00	0,08	5,99
$Y_3\text{-min}$	0,12	1,00	0,48	6,1
	0,12	1,00	0,46	6,1
	0,12	1,00	0,50	6,1
	0,14	1,00	0,48	6,1
	0,14	1,00	0,46	6,1
	0,12	1,00	0,44	6,1
	0,10	1,00	0,48	6,1
	0,14	1,00	0,50	6,1
	0,10	1,00	0,46	6,1
	0,14	1,00	0,44	6,1
$Y_4\text{-min}$	0,00	1,00	0,54	5,47
	0,02	1,00	0,54	5,47
	0,00	1,00	0,52	5,47
	0,00	1,00	0,56	5,47
	0,02	1,00	0,56	5,47
	0,02	1,00	0,52	5,47
	-0,02	1,00	0,54	5,47
	-0,02	1,00	0,52	5,47
	0,00	1,00	0,50	5,47
	0,02	1,00	0,58	5,47

Изучение влияния области экстремальных значений исследуемых факторов на критерии оптимизации t_{1-3} позволило определить оптимальные значения данных факторов: $t=5,5\text{-}6,1$ минут при $pH=4,5\text{-}4,61$ ед.; $M_{CB}=10,5\text{-}11,0$ %; $t^\circ=50,6\text{-}55,4$ °C.

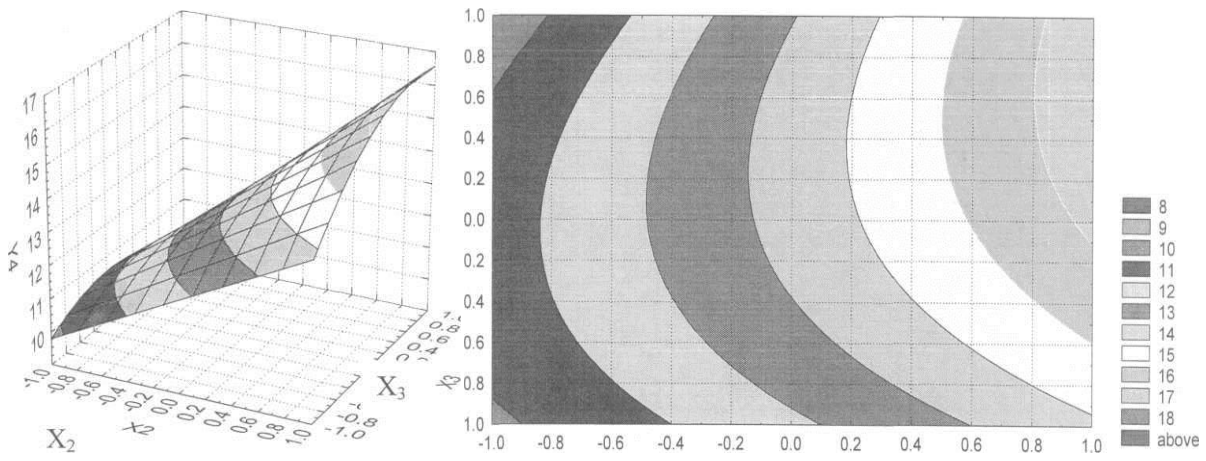


Рис. 4.1. Поверхность отклика $Y_1 = f(X_1=1; X_2; X_3) \rightarrow \min$ и ее сечения

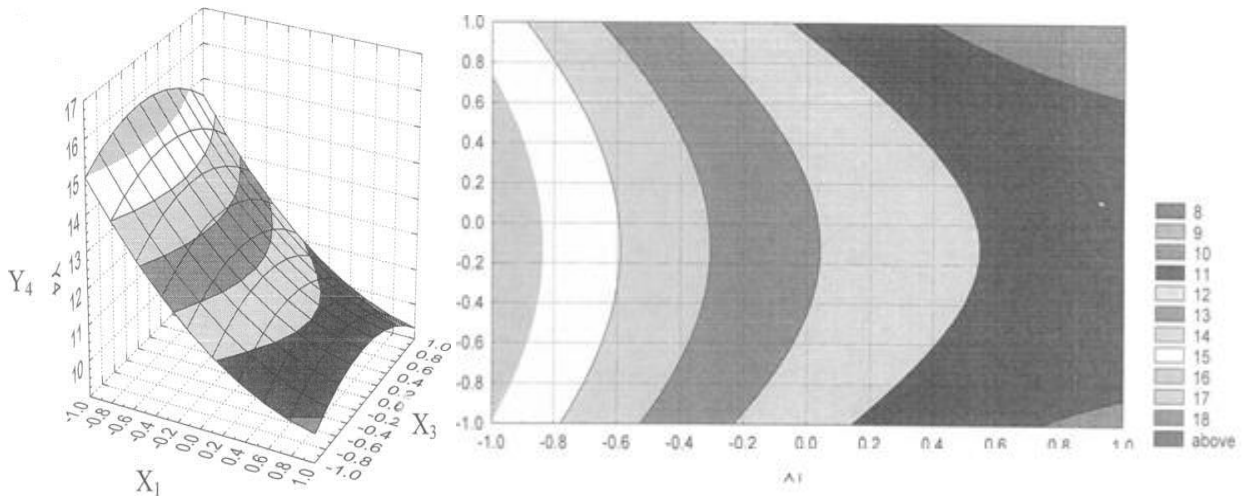


Рис. 4.2. Поверхность отклика $Y_1 = f(X_1; X_2=-1; X_3) \rightarrow \min$ и ее сечения

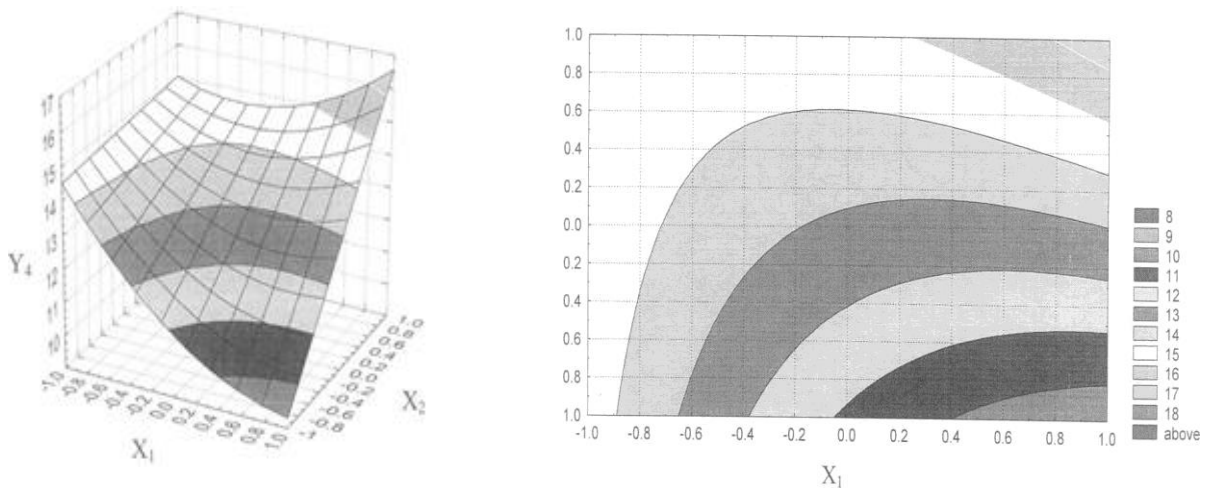


Рис. 4.3. Поверхность отклика $Y_1 = f(X_1; X_2; X_3=1) \rightarrow \min$ и ее сечения

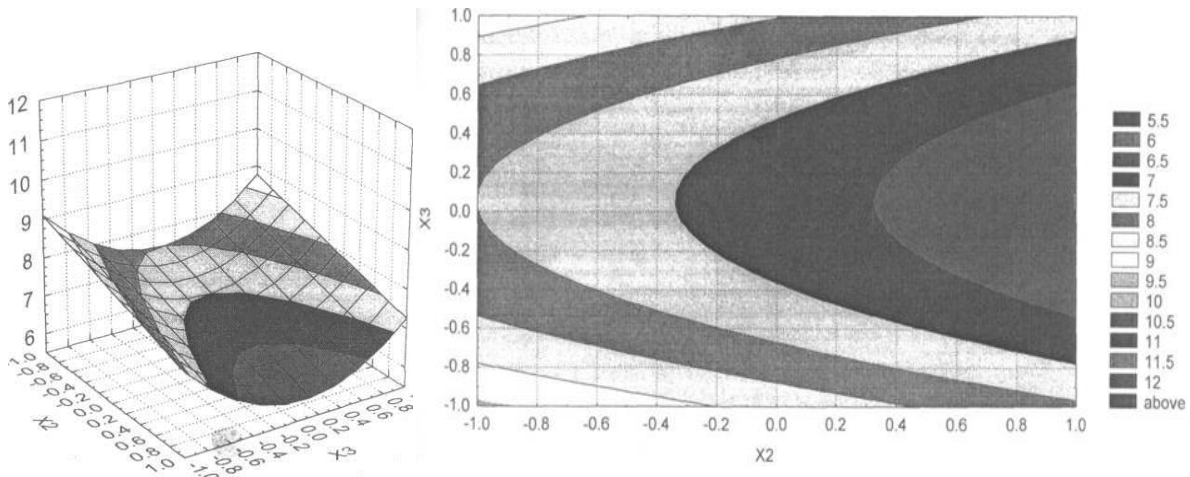


Рис. 4.4. Поверхность отклика $Y_2 = f(X_1=0.22; X_2; X_3) \rightarrow \min$ и ее сечения

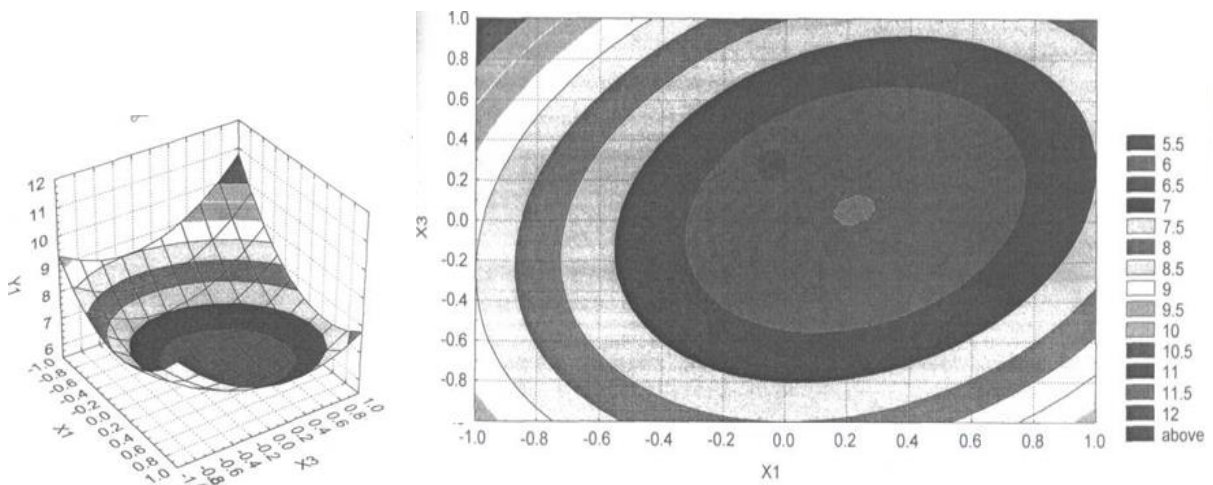


Рис. 4.5. Поверхность отклика $Y_2 = f(X_1; X_2=1; X_3) \rightarrow \min$ и ее сечения

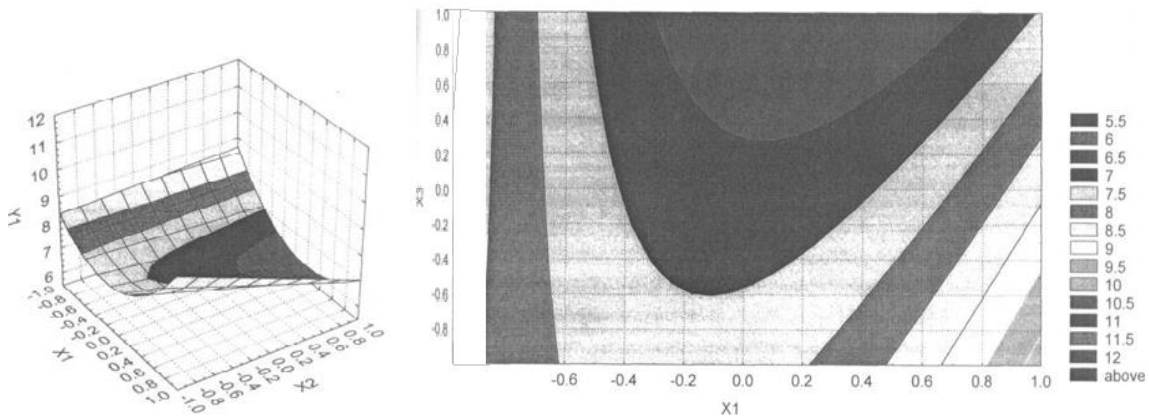


Рис.4.6. Поверхность отклика $Y_2 = f(X_1; X_2; X_3=0.06) \rightarrow \min$ и ее сечения

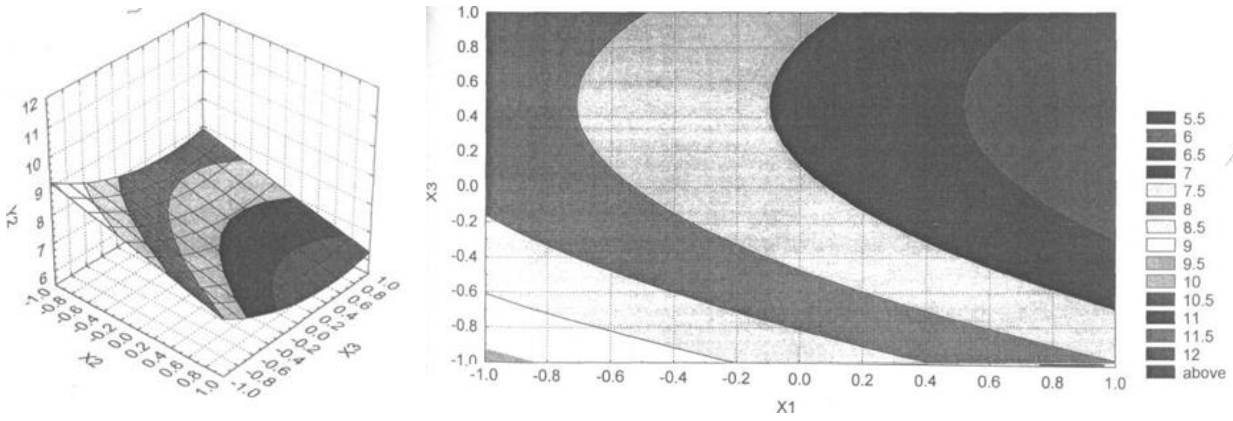


Рис. 4.7. Поверхность отклика $Y_3 = f(X_1=0, 12; X_2; X_3) \rightarrow \min$ и ее сечения

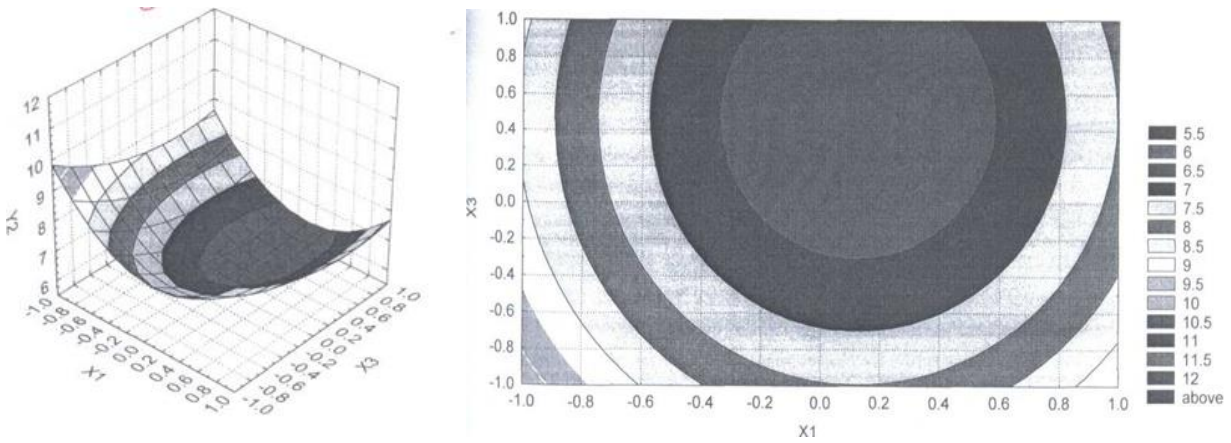


Рис. 4.8. Поверхность отклика $Y_3 = f(X_1; X_2=1; X_3) \rightarrow \min$ и ее сечения

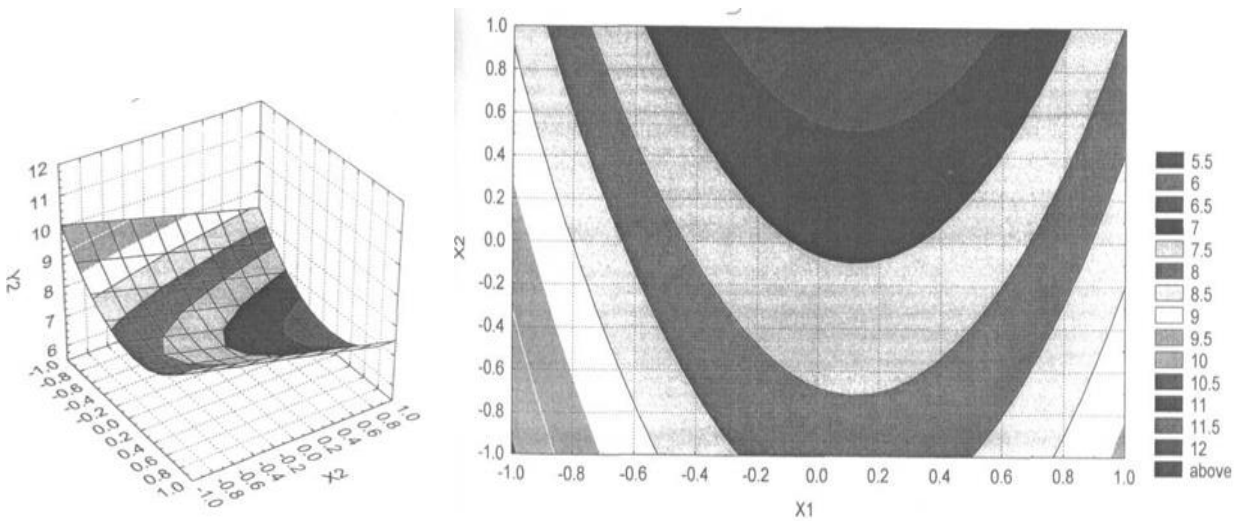


Рис. 4.9. Поверхность отклика $Y_3 = f(X_1; X_2; X_3=0, 48) \rightarrow \min$ и ее сечения

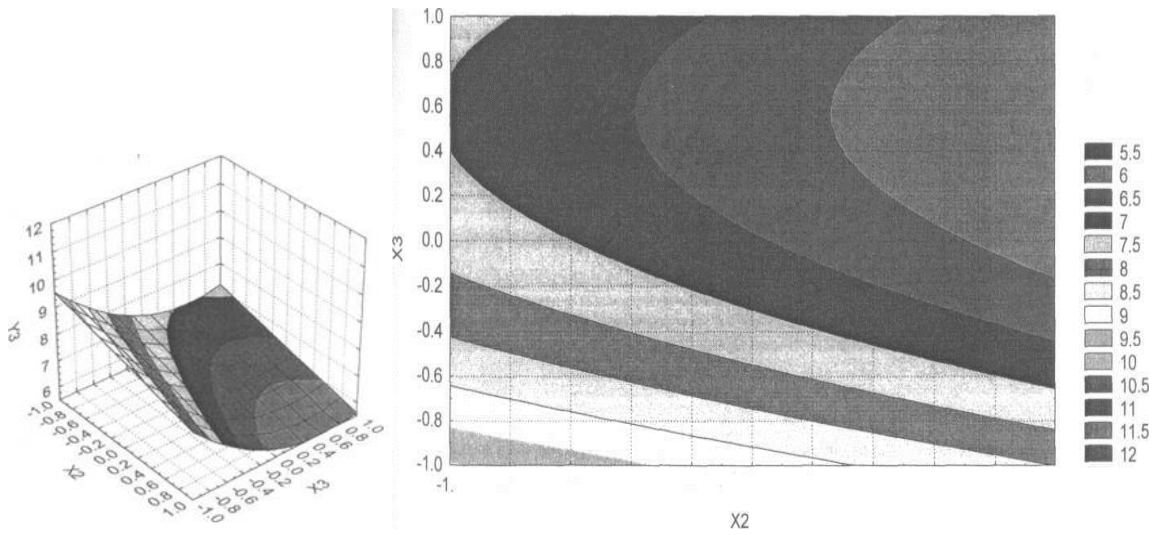


Рис. 4.10. Поверхность отклика $Y_4 = f(X_1=0; X_2; X_3) \rightarrow \min$ и ее сечения

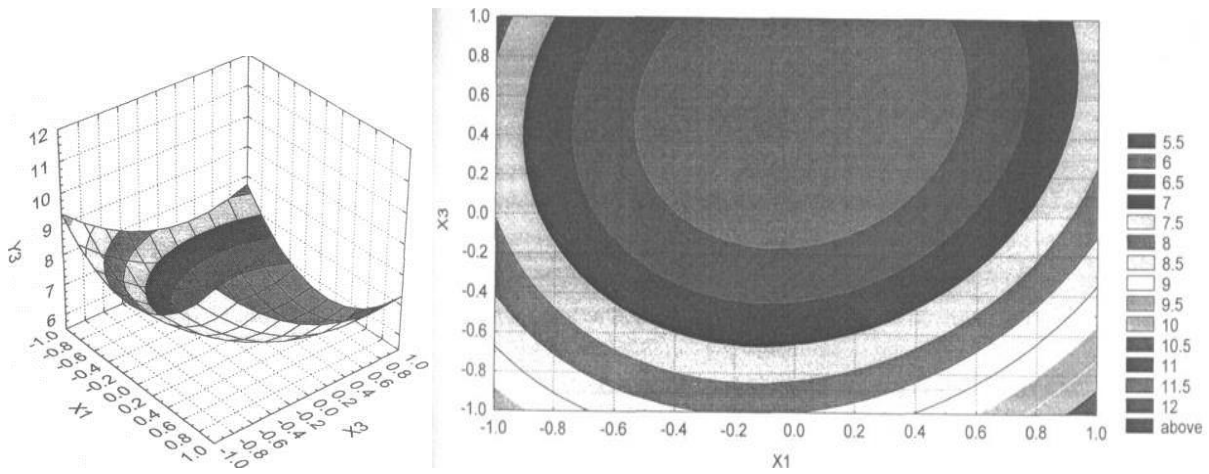


Рис. 4.11. Поверхность отклика $Y_4 = f(X_1; X_2=1; X_3) \rightarrow \min$ и ее сечения

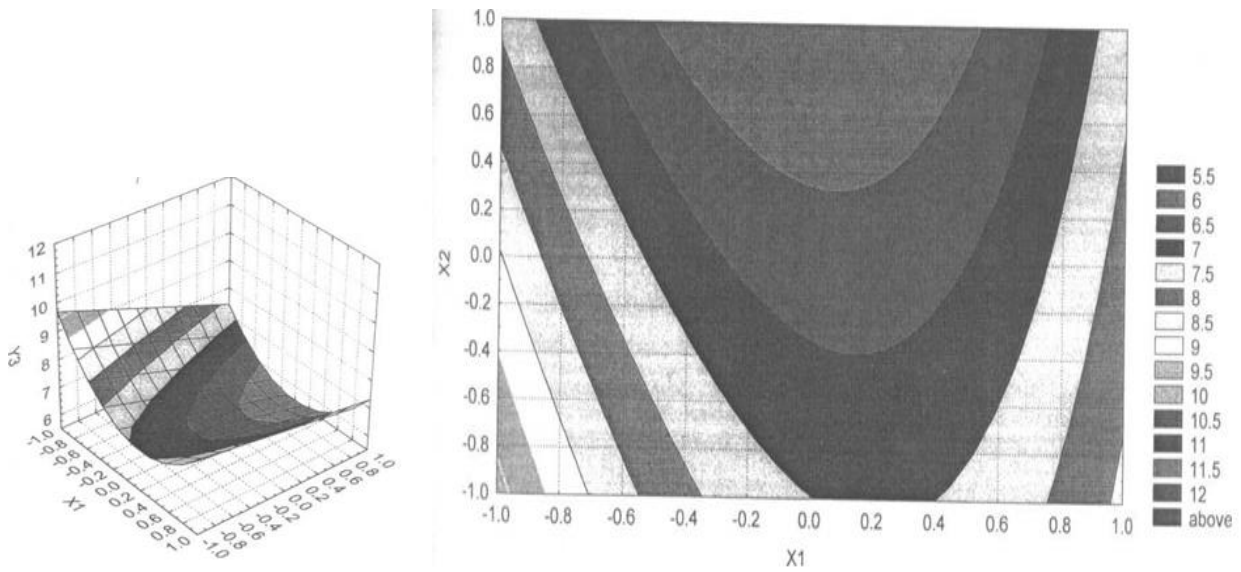


Рис. 4.12. Поверхность отклика $Y_4 = f(X_1; X_2; X_3=0,54) \rightarrow \min$ и ее сечение

На рисунке 4.13 приведена технологическая схема получения белково-витаминных пастообразных продуктов

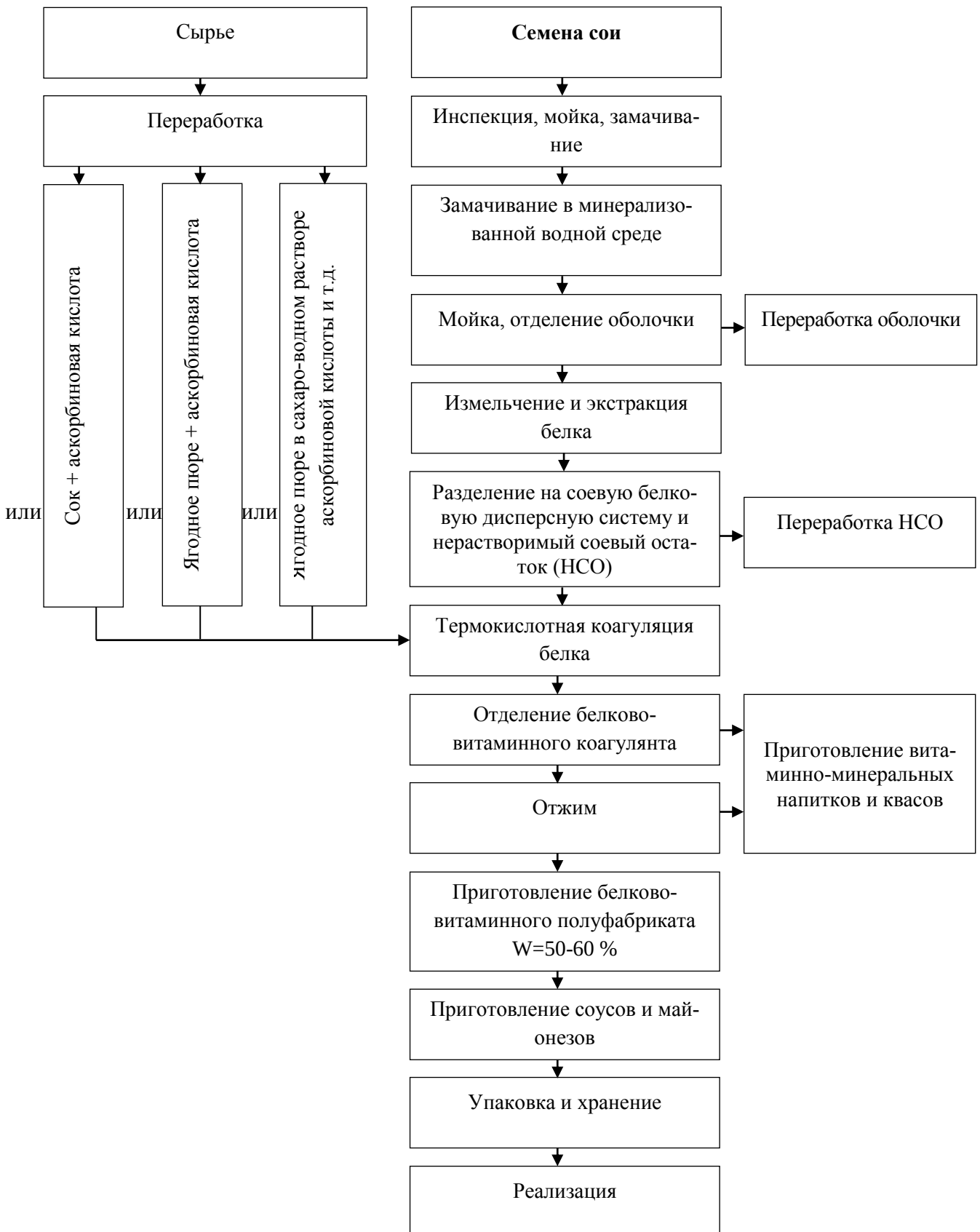


Рис. 4.13. Технологическая схема производства белково-витаминных пастообразных продуктов питания

В таблице 4.15 представлены данные характеризующие полученные продукты-коагуляты.

Таблица 4.15

Биохимический состав и энергетическая ценность полученных белково-витаминных коагулятов ($\bar{X} \pm m$; $m \leq 0.05$), %

Продукт-коагулят	Содержание, %								биофлавоноиды в пересчете на рутин	энергетическая ценность, ккал/100г
	воды	белки N*6.25	липидов	углеводов	минеральных веществ	Витамины мг/100г				
						С	Е	β-каротн		
Соево-брусничный	51,0	19,0	5,0	19,8	5,2	142,0	5,9	-	21,0	207,2
Соево-клюквенный	50,5	19,0	6,4	18,6	5,5	150,0	5,0	-	19,5	201,0
Соево-калиновый	50,3	18,5	4,8	21,4	5,0	155,3	5,2	-	22,0	202,8
Соево-голубичный	51,5	18,3	4,7	20,4	5,1	130,4	5,95	-	20,4	198,0
Соево-черничный	52,3	18,6	4,5	19,3	5,3	120,7	5,9	-	18,5	196,1

На рисунке 4.14 приведена технологическая схема получения белково-витаминных продуктов.



Рис. 4.14. Технологическая схема получения белково-витаминных продуктов

В таблице 4.17 приведен химический состав и энергетическая ценность белково-ягодных продуктов питания.

Таблица 4.17

Содержание пищевых веществ и энергетическая ценность белково-ягодных продуктов ($\bar{X} \pm m$; $m \leq 0.05$), %

Продукт-коагулянт	Содержание, %								биофлавоноиды в пересчете на рутин	энергетическая ценность, ккал/100г
	воды	белки N*6.25	липидов	углеводов	минеральных веществ	Витамины мг/100г				
						С	Е	Р-витаминная активность		
Белково-витаминные пасты на основе лимонника	65,0	14,7	6,3	6,2	7,8	22,1	0,02	12,32	0,5-2,4	140,3
Белково-витаминные пюре на основе брусники	78,0	8,4	3,6	3,1	6,9	15,3	0,01	8,4	0,3-1,2	78,4
Белков-витаминные соусы на основе клюквы	82,0	5,1	2,9	1,8	5,5	11,8	0,01	6,2	0,15-1,3	53,7

Таким образом, органолептическая оценка белково-витаминных коагулянтов с помощью пятибалльной шкалы дала возможность не только оценить уровень качества в баллах, но и получить математические модели, позволяющие определить оптимальные значения факторов рН, M_{CB} , t° при которых $t_{1-4} \rightarrow \min$, $aN_{1-4} \rightarrow \max$.

На следующем этапе исследований изучались реологические характеристики полученных композиций в диапазоне их влажности, равной $W=70-75\%$.

Установлено, что белково-витаминные композиции, при данных значениях влажности, представляют собой пластичную коллоидно-дисперсную систему. Дисперсная фаза в них представлена окрашенными в соответствующий цвет белково-ягодными микрочастицами. Растворимые белки придают такой системе определенную пластичность и липкость. Результаты исследований структурно-механических свойств белково-витаминных композиций, содержащих различное количество углеводного компонента, представленные в таблице 4.17, показывают, что они изменяются в зависимости от массовой доли углеводного компонента и его влажности.

При различной влажности (50-75%) в составе белково-витаминной композиции содержится: белка – 10,1-21,0%; липидов – 6,9-11,0%; углеводов – 5,8-13,0%; минеральных веществ – 2,2-5,0%.

Таблица 4.18

Структурно-механические свойства белково-витаминных композиций с различным содержанием углеводного компонента ($\bar{X} = \pm m$; $m \leq 0,05$).

Показатель	Структурно-механические характеристики модельных образцов			
	контрольный образец	опытный образец ($M_{CB}=7,0\%$)	опытный образец ($M_{CB}=9,0\%$)	опытный образец ($M_{CB}=11,0\%$)
Липкость, кПа (время контакта $t=3$ с.)	6,7	6,3	6,3	6,1
Предельное напряжение сдвига, Па	700	680	670	660
Вязкость, Па*с	18,0	15,0	14,0	14,5

Анализ результатов, приведенных в таблице 4.18 показывает, что реологические характеристики для указанного диапазона значений влажности и массовой доли ягодного компонента изменяются незначительно. Экспериментально установлено, что адгезия белково-витаминных композиций существенно зависит от времени их контактирования с пластиной из нержавеющей стали, а также скорости ее отрыва от них. При этом установлено, что значения сдвиговых характеристик существенно зависят от давления.

Исследованиями так же установлено, что с увеличением влажности композиций с 70 до 75% вязкость образцов снижается на 8-10%. Это, по-видимому, связано с физико-химическим взаимодействием функциональных групп белков, ягодного компонента и воды.

На этом же этапе исследований определялся химический и аминокислотный состав белков новых видов белково-витаминных коагулятов и соево-ягодной сыворотки, которые представлены в таблице 4.19.

Таблица 4.19

Аминокислотный состав белков коагулятов и соево-ягодной сыворотки

Незаменимые аминокислоты (НАК)	Шкала ФАО/ВОЗ		Показатели и их значения			
	А, мг/100г	С, %	белок коагулята		белок сыворотки	
			А, мг/100г	С, %	А, мг/100г	С, %
Валин	5,0	100	6,1	122	4,5	90
Лейцин	7,0	100	7,8	111	60,0	85,7
Изолейцин	4,0	100	5,3	132	4,0	100
Лизин	5,5	100	6,1	109	5,5	100
Метионин+цистин	3,5	100	3,1	88	4,9	140
Треонин	4,0	100	4,0	100	5,2	130
Фенилаланин+тирозин	6,0	100	7,8	130	5,8	97
Тринтофан	1,0	100	1,3	130	1,0	100
Σ НАК	36,0	100	41,5	115	36,9	102,5

Анализ оценки качества белково-витаминных коагулятов позволяет их расположить в следующей последовательности: соево-брусничный, соево-клюквенный, соево-голубичный, соево-черничный.

В таблице 4.20 представлены регламентируемые показатели пищевой и энергетической ценности разработанного ассортимента белково-витаминных коагулятов.

Таблица 4.20

Физико-химические и энергетические показатели белково-витаминных коагулятов

Наименование показателя	Норма для белково-витаминных коагулятов
Массовая доля белка, % не менее	13,0
Массовая доля жира, % не менее	10,0
Минеральные вещества, % не менее	4,0
Углеводы, % не менее	100,0
Витамин С, % не менее	120,0
Массовая доля влаги, % не более	63,0
Энергетическая ценность, ккал/100г.	182,5

В таблице 4.21 представлены требования к органолептическим показателям данных продуктов питания.

Таблица 4.21

Органолептические показатели белково-витаминного коагулята

Наименование показателя	Характеристика продукта
Внешний вид	однородная пастообразная паста
Цвет	свойственный ягоднему компоненту с оттенками
Структура и консистенция	однородная, умеренно вязкая
Запах, вкус и аромат	чистый, свойственный ягоднему компоненту

В процессе исследований установлено, что изменения прочности – P_p сушеных гранул из нерастворимого соевого остатка (НСО) – окары в зависимости от температуры – $T, ^\circ\text{C}$ и продолжительности сушки – τ подчиняются экспоненциальному закону следующего вида:

$$T = 100,89 - 16,25 * \ln(91,3 - P_p) \quad (4.9)$$

$$\tau = 38,66 - 8,95 \ln(96,04 - P_p) \quad (4.10)$$

4.2 Разработка технологии белково-витаминных коагуляционных композиций на основе соевого, корнеплодного и ягодного сырья

Технология получения данного вида продуктов включает получение белково-витаминно-углеводной суспензии путём совместной дезинтеграции предварительно замоченных семян сои с измельченным компонентом в виде или моркови, или тыквы, или свеклы при соотношении 1:1 и гидромодуле 1:6. Затем полученную дисперсную систему отделяют от нерастворимой фракции. В подогретую до температуры 50-60 $^\circ\text{C}$ вносят водный раствор ягодно-кислотного комплекса с целью проведения процесса коагуляции. Полученный белково-витаминный коагулят отделяют от сыворотки, гранулируют и сушат с получением белково-витаминного концентрата. Влажный коагулят направляется для приготовления соусов и майонезов. Отделённая нерастворимая фракция (окара) направляется на гранулирование и сушку для получения белково-углеродного гранулята. Оставшуюся сыворотку используют для приготовления напитков брожения - кваса.

В таблице 4.22 представлены данные характеризующие биохимический состав соевых, белково-витаминных дисперсных систем, ягодно-кислотных комплексов, а так же их энергетическая ценность.

На основе разработанного подхода, путём априорного ранжирования, выделены наиболее значимые факторы процесса, влияющие на процесс коагуляции белковых веществ в белково-углеводной дисперсной системе, а так же на процесс получения концентрата и гранулята.

В качестве основных выделены три фактора для получения белково-витаминного коагулята: массовая доля раствора ягодно-кислотного комплекса $M_g, \%$; концентрация аскорбиновой кислоты $K, \%$; продолжительность коагуляции $T, \text{мин.}$ (табл. 4.23). За критерий оптимизации принята температура коагуляции – $t, ^\circ\text{C}$.

Таблица 4.22

Биохимический состав соевых белково-витаминных дисперсных систем, ягодно-кислотных комплексов и их энергетическая ценность ($\bar{X} = \pm m; m \leq 0,05$)

Продукт	Массовая доля основных веществ, %						Витаминов, мг/100г			энергетическая ценность, ккал/100г
	воды	белков N*6.25	липидов	углеводов	клетчатки	минеральных веществ	С	Е	β-каротин	
Соевая белково-витаминная дисперсная системы (СБВДС):										
- соево-морковная	86,4	3,5	1,5	4,1	2,0	2,5	5,0	1,7	4,5	52,3
- соево-тыквенная	86,4	3,5	1,4	4,2	2,5	2,0	4,5	1,5	10,0	53,4
- соево-свекольная	86,4	3,4	1,2	3,9	2,4	2,7	4,0	1,6	-	49,9
Ягодно-кислотный комплекс на основе сока брусники	86,0	0,7	0,5	8,0	1,6	0,2	150	-	-	43,0
Ягодно-кислотный комплекс на основе сока голубики	88,2	1,0	-	7,0	1,2	0,3	145	-	-	36,8
Ягодно-кислотный комплекс на основе сока черники	86,5	1,1	0,6	8,0	2,2	0,9	133	-	-	49,8
Ягодно-кислотный комплекс на основе сока жимолости	89,0	0,8	0,11	7,2	2,3	0,5	175	-	-	40,3
Ягодно-кислотный комплекс на основе сока ежевики	88,0	2,0	-	4,4	2,0	0,7	144	-	-	25,6
Ягодно-кислотный комплекс на основе сока винограда амурского	80,2	0,6	0,2	15,0	0,6	0,5	138	-	-	66,6

Таблица 4.23

Уровни и интервалы варьирования факторов для процесса термокислотной коагуляции соевых белков

Уровни варьирования факторов	Обозначения	Массовая доля ягодно-кислотного комплекса, М _g , %	Концентрация аскорбиновой кислоты, К, %	Продолжительность коагуляции, Т, мин.
		X ₁	X ₂	X ₃
Центр эксперимента	0	12,5	5,0	5,0
Интервал варьирования	Е	2,5	2,0	1,0
Верхний уровень	+1	15,0	7,0	6,0
Нижний уровень	-1	10,0	3,0	4,0

В таблице 4.24 представлены результаты опытов, полученные при проведении их по стандартной матрице полного факторного эксперимента.

Таблица 4.24

Матрица полного факторного эксперимента по термокислотной коагуляции белков в соево-корнеплодных системах

№ опыта	М _к -массовая доля ягодно-кислотного комплекса-М _г , %	К-концентрация кислоты в растворе, %	Т-продолжительность коагуляции, мин	Температура коагуляции, t °С		
				для соево-морковной дисперсной системы	для соево-тыквенной дисперсной системы	для соево-свекольной дисперсной системы
	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃
1	-1	-1	+1	79,0	77,0	74,0
2	+1	-1	-1	80,0	79,0	73,0
3	-1	+1	-1	73,0	71,0	72,0
4	+1	+1	+1	70,0	69,0	71,0
5	-1	-1	-1	73,0	73,0	74,0
6	+1	-1	+1	72,0	68,0	68,0
7	-1	+1	+1	78,0	74,0	74,0
8	+1	+1	-1	76,0	72,0	71,0
9	-1,215	0	0	85,0	73,0	73,0
10	+1,215	0	0	68,0	68,0	69,0
11	0	-1,215	0	72,0	72,0	70,0
12	0	+1,215	0	75,0	69,0	68,0
13	0	0	-1,215	73,0	71,0	72,0
14	0	0	+1,215	68,0	70,0	68,0
15	0	0	0	67,0	65,0	66,0

Регрессионный анализ зависимостей $Y_{1-3} = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \min$ представлен в таблицах 4.25-4.27.

Таблица 4.25

Регрессионный анализ зависимости $Y_1 = f(x_1; x_2; x_3) \rightarrow \min$

		Шаг анализа					
		1	2	3	4	5	6
Коэффициенты модели	a ₀	67,93255	67,93255	67,93255	67,93255	67,93255	67,93255
	a ₁	-1,23306	-1,23306	-1,23306	-1,23306	-1,23306	-
	a ₂	-0,30632	-0,30632	-	-	-	-
	a ₃	-0,82858	-0,82858	-0,82858	-0,82858	-	-
	a ₁₂	-0,62500	-0,62500	-0,62500	-	-	-
	a ₁₃	-3,12500	-3,12500	-3,12500	-3,12500	-3,12500	-3,12500
	a ₂₃	0,12500	-	-	-	-	-
	a ₁₁	2,20932	2,20932	2,20932	2,20932	2,20932	2,20932
	a ₂₂	3,56413	3,56413	3,56413	3,56413	3,56413	3,56413
	a ₃₃	1,53193	1,53193	1,53193	1,53193	1,53193	1,53193
Стандартное отклонение – σ		29,33400	29,45900	30,48700	33,61200	41,13100	57,78300
R – корреляция		0,93188	0,93157	0,92911	0,92153	0,90303	0,86067
F – критерий		3,2991	4,3774	5,5229	6,4367	6,6289	5,7148

Таблица 4.26

Регрессионный анализ зависимости $Y_2 = f(x_1; x_2; x_3) \rightarrow \min$

		Шаг анализа		
		1	2	3
Коэффициенты модели	a_0	66,81421	66,81421	66,81421
	a_1	-1,19380	-1,19380	-1,19380
	a_2	-1,33714	-1,33714	-1,33714
	a_3	-0,75006	-0,75006	-
	a_{12}	-0,12500	-	-
	a_{13}	-2,62500	-2,62500	-2,62500
	a_{23}	0,87500	0,87500	0,87500
	a_{11}	2,09350	2,09350	2,09350
	a_{22}	2,09350	2,09350	2,09350
	a_{33}	2,09350	2,09350	2,09350
Стандартное отклонение – σ		19,4510	19,5760	25,73800
R – корреляция		0,94428	0,94391	0,92554
F – критерий		4,1155	5,4481	5,2281

Таблица 4.27

Регрессионный анализ зависимости $Y_3 = f(x_1; x_2; x_3) \rightarrow \min$

		Шаг анализа			
		1	2	3	4
Коэффициенты модели	a_0	67,10092	67,10092	67,10092	67,10092
	a_1	-1,44808	-1,44808	-1,44808	-1,44808
	a_2	-0,31317	-	-	-
	a_3	-0,71765	-0,71765	-0,71765	-
	a_{12}	0,37500	0,37500	-	-
	a_{13}	-0,87500	-0,87500	-0,87500	-0,87500
	a_{23}	0,87500	0,87500	0,87500	0,87500
	a_{11}	2,39655	2,39655	2,39655	2,39655
	a_{22}	1,04173	1,04173	1,04173	1,04173
	a_{33}	1,71913	1,71913	1,71913	1,71913
Стандартное отклонение – σ		7,955900	9,030000	10,155000	15,796000
R – корреляция		0,95656	0,95058	0,94420	0,91177
F – критерий		5,3832	6,2486	7,1902	5,6328

Он позволил получить математические модели (1-4) приготовления белково-витаминного коагулята на основе сои и моркови, сои и свежей столовой тыквы, сои и свежей столовой свеклы:

в кодированной форме

-для дисперсной системы на основе соево-морковной композиции:

$$Y_1 = 67,93 - 1,23X_1 - 3,12X_1X_3 + 2,20X_1^2 + 2,56X_2^2 + 1,53X_3^2 \rightarrow \min \quad (4.11)$$

-для дисперсной системы на основе соево-тыквенной композиции:

$$Y_2 = 66,8142 - 1,1938X_1 - 1,3371X_2 - 0,7501X_3 - 2,6250X_1X_3 + 0,8750X_2X_3 + 2,0935X_1^2 + 2,0935X_2^2 + 2,0935X_3^2 \rightarrow \min \quad (4.12)$$

-для дисперсной системы на основе соево-свекольной композиции:

$$Y_2 = 67,10 - 1,44X_1 - 0,71X_3 - 0,87X_1X_3 + 0,87X_2X_3 + 2,39X_1^2 + 1,04X_2^2 + 1,71X_3^2 \rightarrow \min \quad (4.13)$$

в раскодированной форме

-для дисперсной системы на основе соево-морковной композиции:

$$t_1^{\circ} = 111,8 - 3,08M_d - 8,91K + 0,30T - 1,25M_dK + 0,35M_d^2 + 0,89K^2 + 1,51T^2 \rightarrow \min \quad (4.14)$$

-для дисперсной системы на основе соево-тыквенной композиции:

$$t_2^{\circ} = 142,95 - 3,6015M_d - 8,0898K - 10,7480T - 1,0500M_dT + 0,4375KT + 0,33496M_d^2 - 0,5234K^2 + 2,0935T^2 \rightarrow \min \quad (4.15)$$

-для дисперсной системы на основе соево-свекольной композиции:

$$t_3^{\circ} = 176,39 - 8,4154M_d - 4,7918K - 15,7200T - 0,3500M_dT + 0,4375KT + 0,3834M_d^2 + 0,2604K^2 + 1,7191T^2 \rightarrow \min \quad (4.16)$$

Таблица 4.28

Результаты регрессионного анализа зависимостей $Y_{1-3} = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \min$

Кри- те- рий	a_0	a_1	a_2	a_3	a_{13}	a_{23}	a_{11}	a_{22}	a_{33}	Заключение об адекватно- сти	
										F_R	F_T
Y_1	67,933	-1,233	-	-	-3,125	-	2,209	3,564	1,532	6,629	3,79
Y_2	67,101	-1,448	-	-0,718	-0,875	0,875	2,3966	1,0417	1,7191	7,1902	5,97
Y_3	66,814	-1,194	-1,337	-0,750	-2,625	0,875	2,094	2,094	2,094	5,448	3,79

Результаты регрессионного анализа, представленные в таблице 4.28, показывают, что модели адекватны, так как $F_{R(1-3)} > F_T$.

Области экстремальных значений для зависимостей $Y_{1-3} = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \min$ представлены в таблице 4.29.

Таблица 4.29

Области экстремальных значений для зависимостей $Y_{1-3} = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \min$

Критерий	X_1	X_2	X_3	X_4
1	2	3	4	5
$Y_1\text{-min}$	0,98	0,00	1,00	67,315
	1,00	0,00	1,00	67,316
	0,98	0,00	0,98	67,316
	0,96	0,00	0,98	67,316
	0,96	0,00	0,96	67,317
	0,98	-0,02	1,00	67,317
	0,98	0,02	1,00	67,317
	0,96	0,00	1,00	67,317
	1,00	-0,02	1,00	67,317
	1,00	0,02	1,00	67,317
$Y_2\text{-min}$	0,36	-0,14	0,34	66,717
	0,36	-0,16	0,34	66,717
	0,36	-0,14	0,32	66,717
	0,36	-0,12	0,34	66,717
	0,38	-0,14	0,34	66,717
	0,36	-0,12	0,32	66,717
	0,36	-0,12	0,32	66,717

Продолжение табл. 4.29

1	2	3	4	5
	0,38	-0,16	0,34	66,717
	0,36	-0,16	0,36	66,718
	0,36	-0,14	0,36	66,718
	0,36	-0,16	0,32	66,718
Y ₃ -min	0,62	0,22	0,52	66,116
	0,60	0,22	0,50	66,116
	0,62	0,20	0,52	66,116
	0,60	0,22	0,52	66,116
	0,60	0,20	0,52	66,116
	0,62	0,20	0,54	66,116
	0,60	0,20	0,50	66,116
	0,62	0,22	0,54	66,116
	0,58	0,22	0,50	66,117
	0,64	0,20	0,54	66,117

Данные модели исследованы на экстремум посредством их трёхмерной графической интерпретации (рис. 4.15-4.20), что дает наглядное представление о влиянии совокупности трёх факторов на процессы структурообразования в белковой дисперсной системе и сушки для получения концентрата и гранулята.

В результате решения задачи определена область оптимальных значений факторов:

– для процесса получения белково-витаминного коагулята: массовая доля ягодного коагулята 13,4-14,95%, концентрация раствора 5%, продолжительность коагуляции 5,3-6 мин. При этом оптимальная температура коагуляции составляет 66,1-67,3°C.

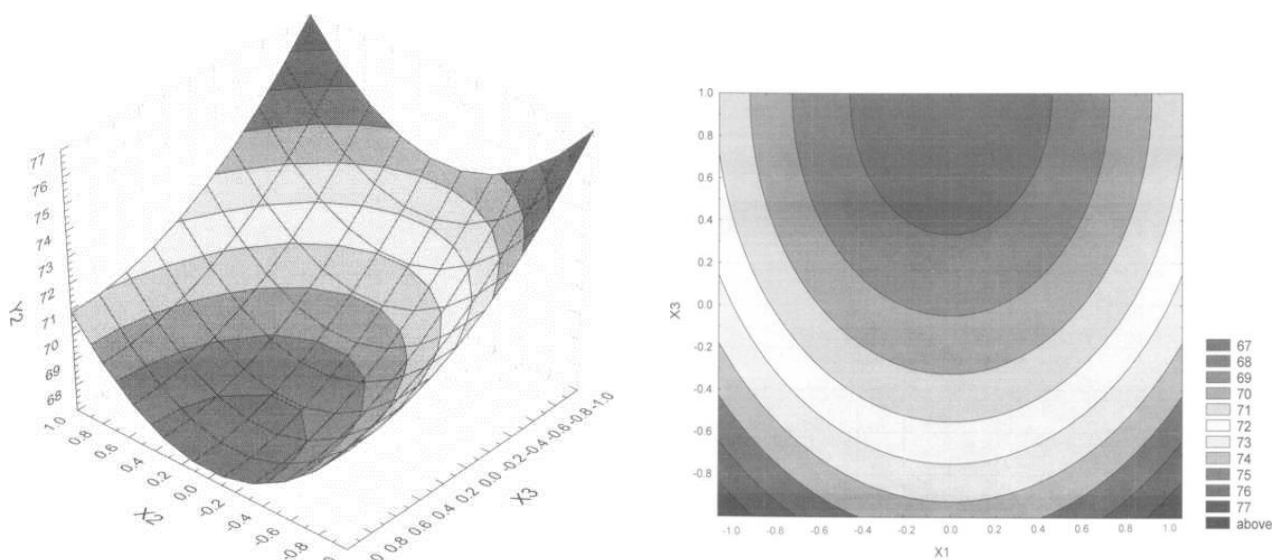


Рис. 4.15. Поверхность отклика $Y_1 = f(X_1=0,98; X_2; X_3) \rightarrow \min$ и ее сечения

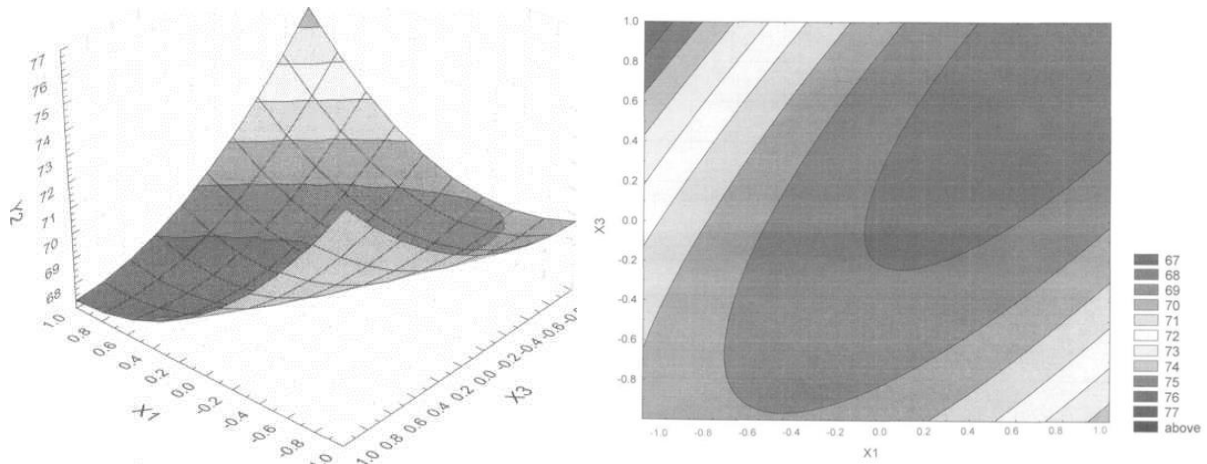


Рис. 4.16. Поверхность отклика $Y_1 = f(X_1; X_2=0, 0; X_3) \rightarrow \min$ и ее сечения

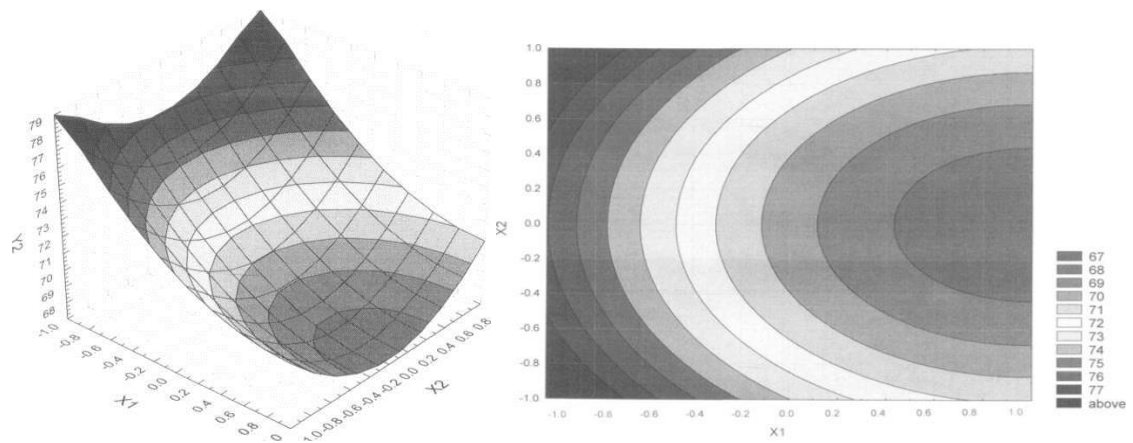


Рис. 4.17. Поверхность отклика $Y_1 = f(X_1; X_2; X_3=1, 0) \rightarrow \min$ и ее сечения

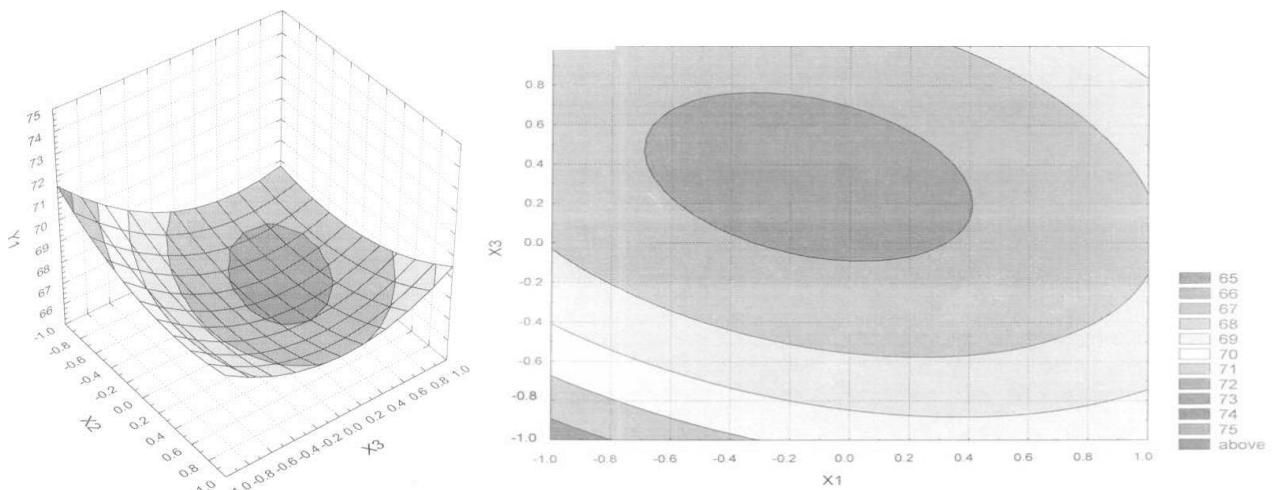


Рис. 4.18 Поверхность отклика $Y_2 = f(X_1=0, 36; X_2; X_3) \rightarrow \min$ и ее сечения

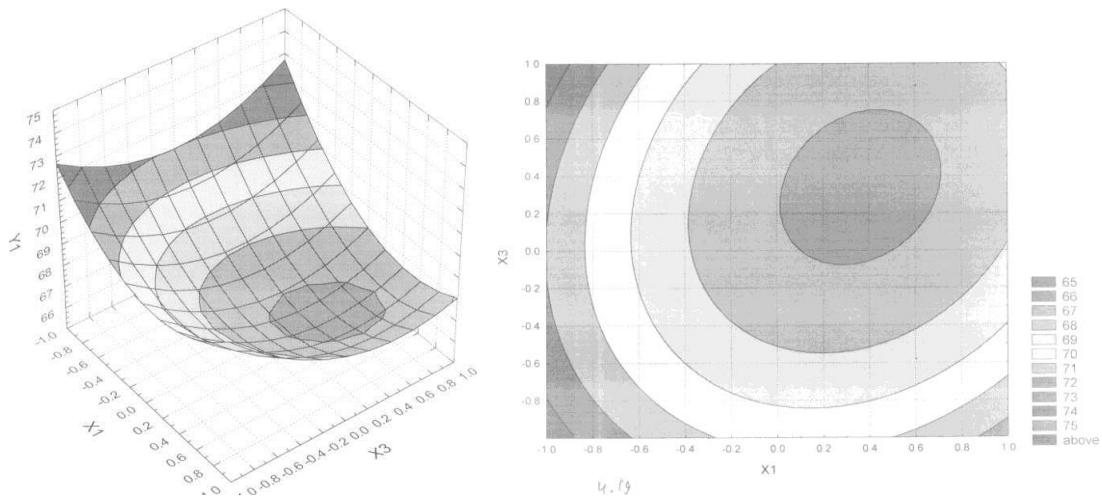


Рис. 4.19. Поверхность отклика $Y_2 = f(X_1; X_2 = -0.14; X_3) \rightarrow \min$ и ее сечения

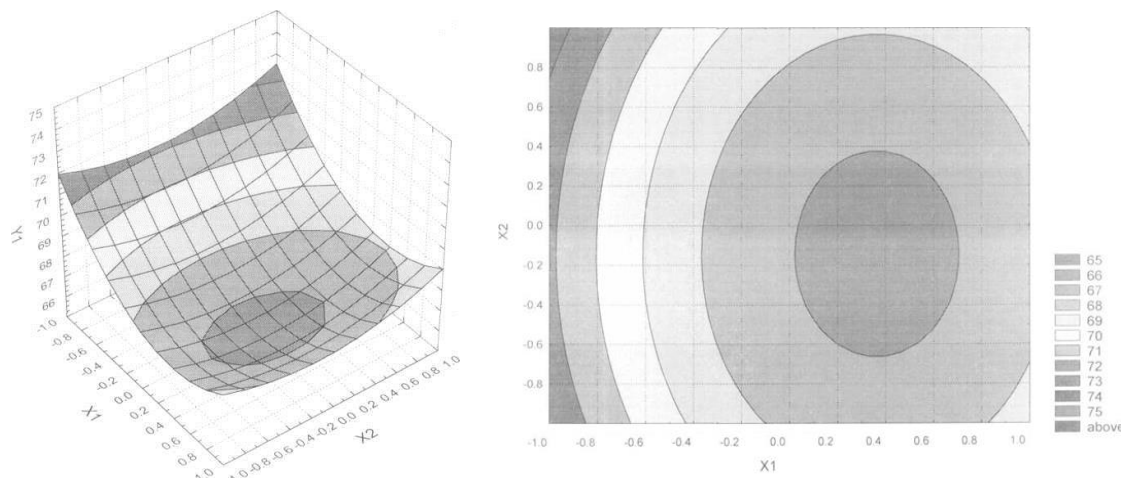


Рис. 4.20 Поверхность отклика $Y_2 = f(X_1; X_2; X_3 = 0.34) \rightarrow \min$ и ее сечения

При проведении экспериментальных исследований по изучению процесса получения белково-витаминного концентрата (БВК) и белково-углеводного гранулята (БУГ) определены значимые факторы, оказывающие влияние на процесс и уровни их варьирования: начальная влажность коагулята $W_H\%$, температуру сушки $t^\circ\text{C}$, продолжительность сушки T_C мин (таблица 4.30).

За критерий оптимизации принята прочность готовых гранул – P_r .

Таблица 4.30

Уровни и интервалы варьирования факторов получения БВК и БУГ

Факторы	Обозначения	Начальная влажность, $W_H\%$	Температура сушки, $t^\circ\text{C}$	Продолжительность сушки, T_C мин.
		X_1	X_2	X_3
Центр эксперимента	0	40	70	60
Интервал варьирования	E	10	10	10
Верхний уровень	+1	50	80	70
Нижний уровень	-1	30	60	50

Результаты эксперимента, проводимого по стандартной матрице, приведены в таблице 4.31.

Таблица 4.31

Матрица полного эксперимента по получению БВК и БУГ

№ опыта	W _н - начальная влажность, %	t- температура сушки, °С	Т- температура сушки, мин	Прочность гранул-П _р , %		
				соево- морковных	соево- тыквенных	соево- свекольных
	X ₁	X ₂	X ₃	Y ₁	Y ₂	Y ₃
1	-1	-1	+1	79,0	80,0	77,0
2	+1	-1	-1	79,0	72,0	75,0
3	-1	+1	-1	79,0	81,0	84,0
4	+1	+1	+1	75,0	78,0	78,0
5	-1	-1	-1	84,0	81,0	82,0
6	+1	-1	+1	73,0	75,0	76,0
7	-1	+1	+1	85,0	92,0	83,0
8	+1	+1	-1	76,0	75,0	86,0
9	-1,215	0	0	90,0	90,0	90,0
10	+1,215	0	0	75,0	84,0	91,0
11	0	-1,215	0	81,0	80,0	82,0
12	0	+1,215	0	90,0	93,0	84,0
13	0	0	-1,215	83,0	84,0	87,0
14	0	0	+1,215	90,0	93,0	86,0
15	0	0	0	95,0	96,0	96,0

Регрессивный анализ зависимостей $Y_{4-6} = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \min$ представлены в таблицах 4.32-4.35.

Таблица 4.32

Регрессионный анализ зависимости $Y_4 = f(x_1; x_2; x_3) \rightarrow \min$

		Шаг анализа					
		1	2	3	4	5	6
Коэффициенты модели	a ₀	92,98872	92,98872	92,98872	92,98872	92,98872	92,98872
	a ₁	-4,40313	-4,40313	-4,40313	-4,40313	-4,40313	-4,40313
	a ₂	1,54623	1,54623	1,54623	1,54623	1,54623	-
	a ₃	0,77654	0,77654	0,77654	-	-	-
	a ₁₂	0,50000	0,50000	-	-	-	-
	a ₁₃	-0,25000	-	-	-	-	-
	a ₂₃	1,25000	1,25000	1,25000	1,25000	-	-
	a ₁₁	-6,65803	-6,65803	-6,65803	-6,65803	-6,65803	-6,65803
	a ₂₂	-4,62582	-4,62582	-4,62582	-4,62582	-4,62582	-4,62582
	a ₃₃	-3,94842	-3,94842	-3,94842	-3,94842	-3,94842	-3,94842
Стандартное отклонение – σ		74,50200	75,00200	77,00200	83,60700	96,10700	122,29000
R – корреляция		0,94446	0,94408	0,94254	0,93744	0,92771	0,90702
F – критерий		4,1298	5,4652	6,9640	8,2856	9,2644	9,2797

Таблица 4.33

Регрессионный анализ зависимости $Y_5 = f(x_1; x_2; x_3) \rightarrow \min$

		Шаг анализа				
		1	2	3	4	5
1		2	3	4	5	6
Ко-эф-	a ₀	94,30106	94,30106	94,30106	94,30106	94,30106
	a ₁	-0,89341	-0,89341	-0,89341	-	-
	a ₂	2,13925	2,13925	2,13925	2,13925	

Продолжение табл. 4.33

1	2	3	4	5	6
a_3	-1,29788	-1,29788	-1,29788	-1,29788	-
a_{12}	0,62500	0,62500	-	-	-
a_{13}	-0,12500	-	-	-	-
a_{23}	-0,62500	-0,62500	-	-	-
a_{11}	-2,19721	-2,19721	-2,19721	-2,19721	-2,19721
a_{22}	-7,27774	-2,19721	-2,19721	-2,19721	-2,19721
a_{33}	-4,90683	-4,90683	-4,90683	-4,90683	-4,90683
Стандартное отклонение – σ	43,276000	43,401000	49,651000	58,393000	76,842000
R – корреляция	0,95430	0,95416	0,94738	0,93781	0,91727
F – критерий	5,0984	6,7763	10,0100	10,9460	10,6090

Таблица 4.34

Регрессионный анализ зависимости $Y_6 = f(x_1; x_2; x_3) \rightarrow \min$

		Шаг анализа			
		1	2	3	4
Коэффициенты модели	a_0	95,52610	95,52610	95,52610	95,52610
	a_1	-3,76993	-3,76993	-3,76993	-3,76993
	a_2	3,08561	3,08561	3,08561	3,08561
	a_3	2,45927	2,45927	2,45927	2,45927
	a_{12}	-0,75000	-0,75000	-	-
	a_{13}	-0,50000	-	-	-
	a_{23}	1,50000	1,50000	1,50000	-
	a_{11}	-5,67029	-5,67029	-5,67029	-5,67029
	a_{22}	-6,00900	-6,00900	-6,00900	-6,00900
	a_{33}	-4,65419	-4,65419	-4,65419	-4,65419
Стандартное отклонение – σ		52,217	54,217	58,717	76,717
R – корреляция		0,96663	0,96534	0,96240	0,95057
F – критерий		7,1192	9,1189	10,9840	10,7120

Он позволил получить математические модели процесса приготовления белково-углеводного гранулята:

в кодированной форме:

– для соево-морковных гранул

$$Y_4 = 92,98 - 4,40X_1 + 1,54X_2 - 6,65X_1^2 - 4,62X_2^2 - 3,94X_3^2 \rightarrow 100\% \quad (4.17)$$

– для соево-тыквенных гранул

$$Y_5 = 95,5261 - 3,7699X_1 + 3,0856X_2 + 2,4593X_3 + 1,5000X_2X_3 - 5,6703X_1^2 - 6,0090X_2^2 - 4,6542X_3^2 \rightarrow 100\% \quad (4.18)$$

– для соево-свекольных гранул

$$Y_6 = 94,3011 + 2,1392X_2 - 1,2979X_3 - 2,1972X_1^2 - 7,2777X_2^2 - 4,9068X_3^2 \rightarrow 100\% \quad (4.19)$$

в раскодированной форме:

– для соево-морковных гранул

$$P_{p4} = -375,56 + 4,88W_H + 6,63t^\circ + 4,73T - 0,06W_H^2 - 0,04(t^\circ)^2 - 0,04T^2 \rightarrow 100\% \quad (4.20)$$

– для соево-тыквенных гранул

$$P_{p5} = -415,47 + 4,1592W_H + 7,8212t^\circ + 4,7809T + 0,0150t^\circ T - 0,0567W_H^2 - 0,0600(t^\circ)^2 - 0,0465T^2 \rightarrow 100\% \quad (4.21)$$

– для соево-свекольных гранул:

$$P_{p6} = -481,3 + 1,7578W_H + 10,4030t^\circ + 5,7584T - 0,06W_H^2 - 0,0219W_H^2 - 0,0728(t^\circ)^2 - 0,0491T^2 \rightarrow 100\% \quad (4.22)$$

Таблица 4.35

Результаты регрессионного анализа зависимостей

$$Y_{4-6} = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow 100\%$$

Кри- терий	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₂₃	a ₁₁	a ₂₂	a ₃₃	Заключение об адекватности	
									F _R	F _T
Y ₄	92,989	-4,403	1,546	-	-	-6,658	-4,626	-3,948	9,264	3,79
Y ₅	94,301	-	2,139	-1,298	-	-2,197	-7,278	-4,907	10,946	3,58
Y ₆	95,526	-3,770	3,086	2,459	1,500	-5,670	-6,009	-4,654	10,984	4,15

Таблица 4.36

Области экстремальных значений для зависимостей $Y_{4-6} = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow 100\%$

Критерий	X ₁	X ₂	X ₃	Y _i
Y ₄ -max	-0,33	0,17	0,00	93,846
	-0,33	0,16	0,00	93,846
	-0,33	0,17	-0,01	93,845
	-0,33	0,17	0,01	93,845
	-0,34	0,17	0,00	93,845
	-0,33	0,16	-0,01	93,845
	-0,33	0,16	0,01	93,845
	-0,33	0,18	0,00	93,845
	-0,32	0,17	0,00	93,845
	-0,34	0,160,15	0,00	93,845
Y ₅ -max	0,00	0,15	-0,13	94,544
	-0,01	0,15	-0,13	94,544
	0,01	0,15	-0,13	94,544
	0,00	0,15	-0,14	94,544
	0,00	0,14	-0,13	94,544
	-0,01	0,15	-0,14	94,544
	0,01	0,15	-0,14	94,544
	-0,01	0,14	-0,13	94,543
	0,01	0,14	-0,13	94,543
	0,00	0,14	-0,14	94,543
Y ₆ -max	-0,33	0,30	0,31	96,992
	-0,33	0,29	0,31	96,992
	-0,33	0,30	0,32	96,992
	-0,34	0,30	0,31	96,992
	-0,34	0,29	0,31	96,992
	-0,33	0,29	0,32	96,992
	-0,34	0,30	0,32	96,992
	-0,33	0,29	0,30	96,992
	-0,33	0,30	0,30	96,991
	-0,34	0,29	0,32	96,991

Данные модели исследованы на экстремум посредством их трёхмерной графической интерпретации (рис. 4.21-4.32), что дает наглядное представление о влиянии совокупности трёх факторов на процессы структурообразования в белковой дисперсной системе и сушки для получения концентрата и гранулята.

Для процесса получения белково-витаминных концентратов и белково-углеводных гранулятов установлены рациональные параметры: начальная влажность гранул 36,7-40,0%; температура сушки 71,7-72,9°C; продолжительность сушки 60-63 мин. При этом прочность полученных гранул составляет 93,8-96,9%.

Полученные белково-витаминные коагуляты, концентраты и грануляты характеризуются высокими органолептическими показателями, имеют характерный, выраженный вкус, цвет и аромат, соответствующие используемому сырью.

С учетом полученных параметров разработана безотходная технология производства указанных пищевых продуктов, содержащих совокупность последовательно выполняемых операций с соответствующими рецептурами.

Технологические схемы процесса получения белково-витаминного концентрата и белково-углеродного гранулята представлено на рисунках 4.33 и 4.34, а биохимический состав готового концентрата и гранулята представлены на рисунках 4.37 и 4.38.

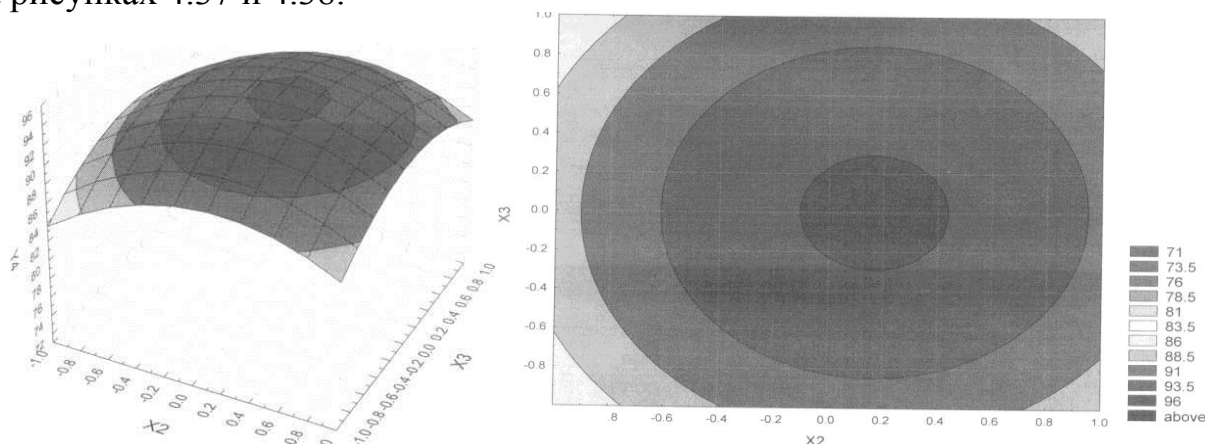


Рис. 4.21. Поверхность отклика $Y_3 = f(X_1 = -0.33; X_2; X_3)$ и ее сечения

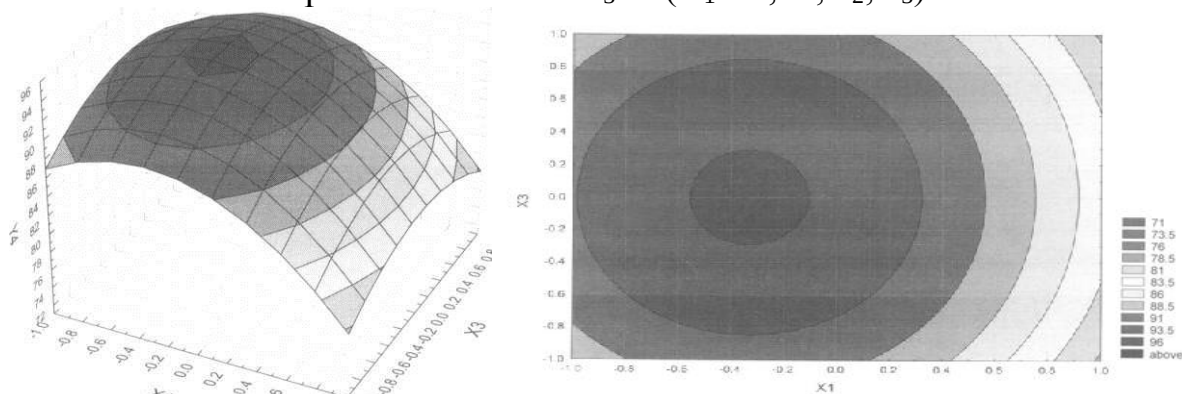


Рис. 4.22. Поверхность отклика $Y_3 = f(X_1; X_2 = 0.17; X_3)$ и ее сечения

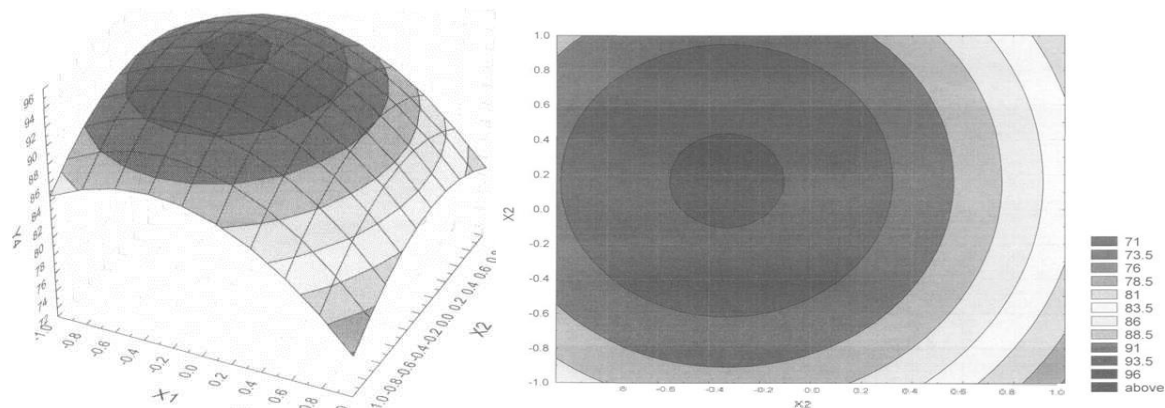


Рис. 4.23. Поверхность отклика $Y_3 = f(X_1; X_2; X_3 = 0.0)$ и ее сечения

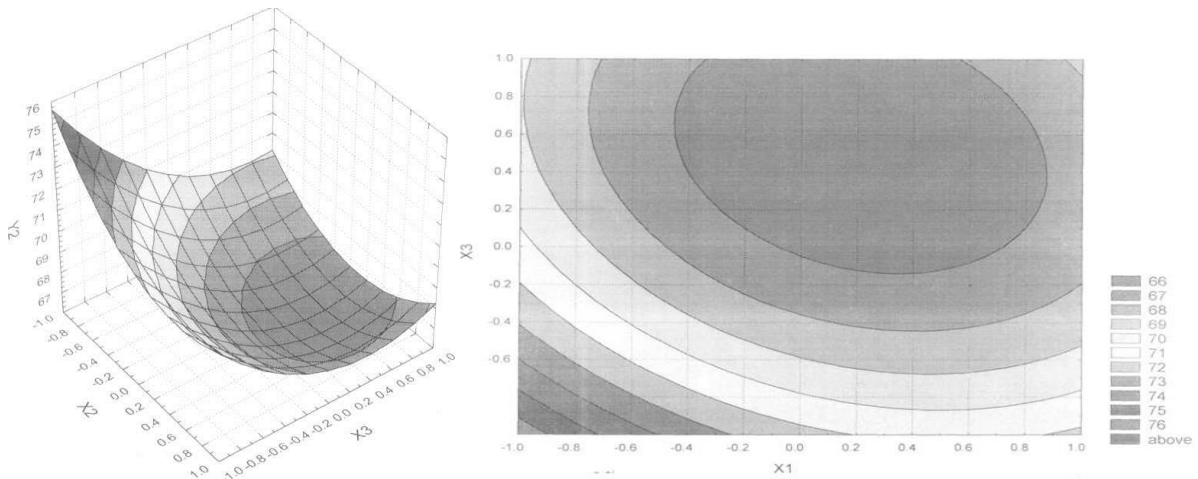


Рис. 4.24. Поверхность отклика $Y_4 = f(X_1=0.62; X_2; X_3)$ и ее сечения

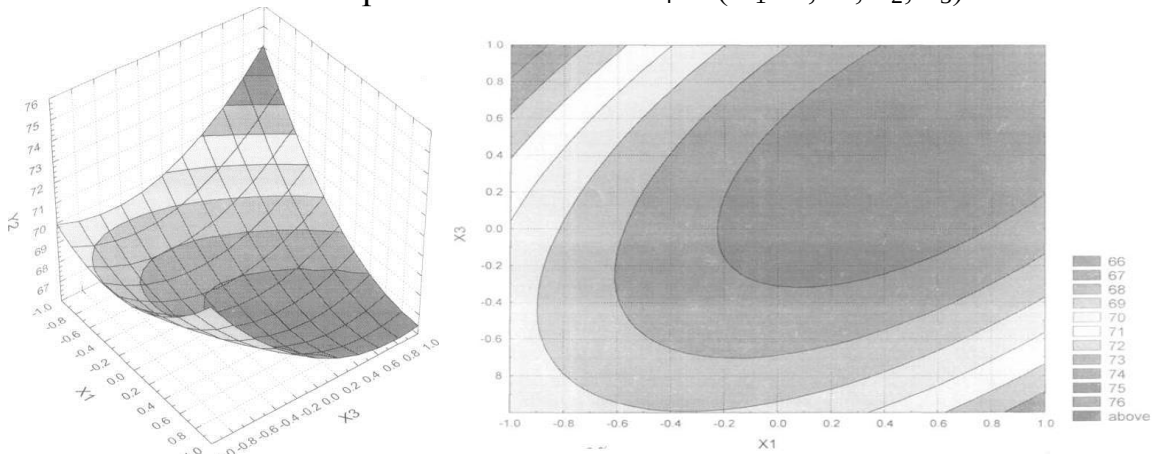


Рис. 4.25. Поверхность отклика $Y_4 = f(X_1; X_2=0.22; X_3)$ и ее сечения

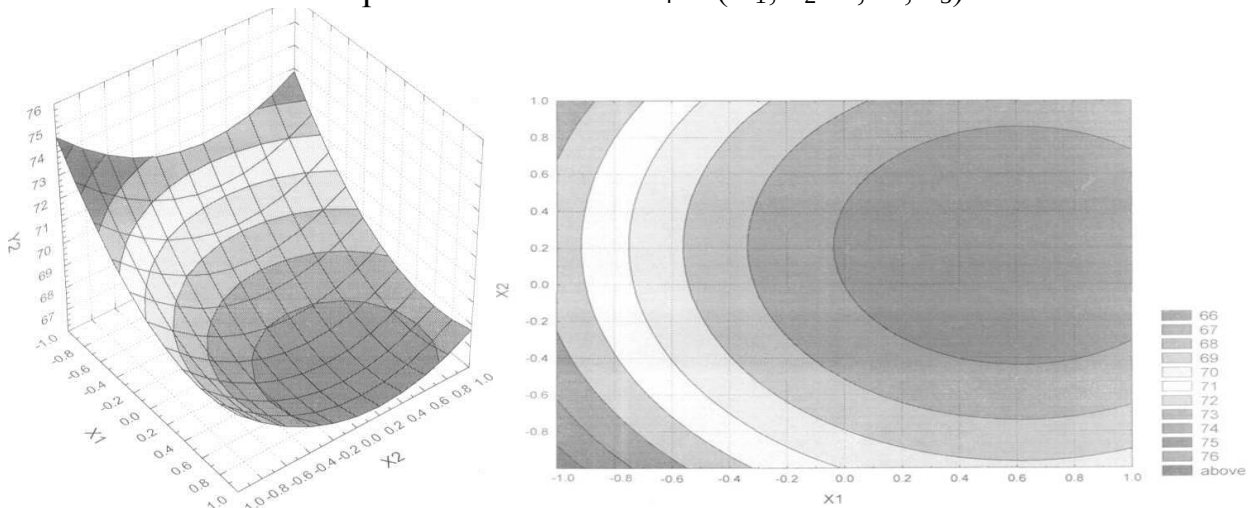


Рис. 4.26. Поверхность отклика $Y_4 = f(X_1; X_2; X_3=0.52)$ и ее сечения

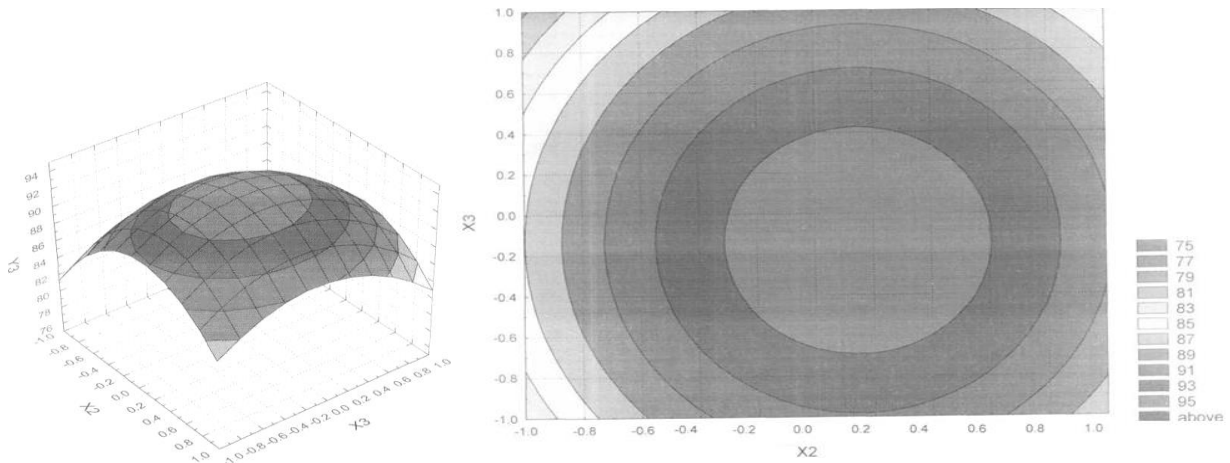


Рис. 4.27. Поверхность отклика $Y_5 = f(X_1=0.00; X_2; X_3)$ и ее сечения

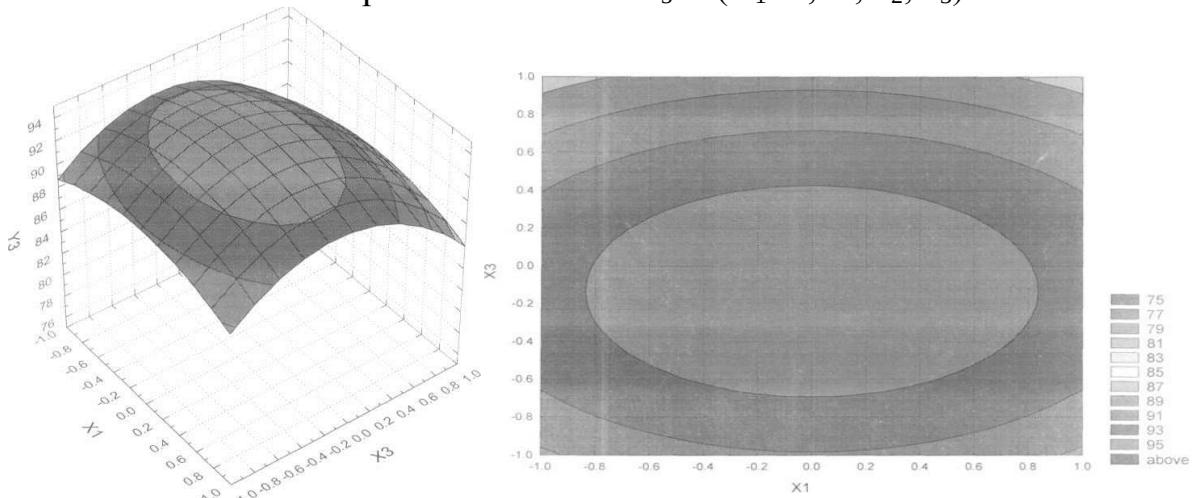


Рис. 4.28. Поверхность отклика $Y_5 = f(X_1; X_2=0.15; X_3)$ и ее сечения

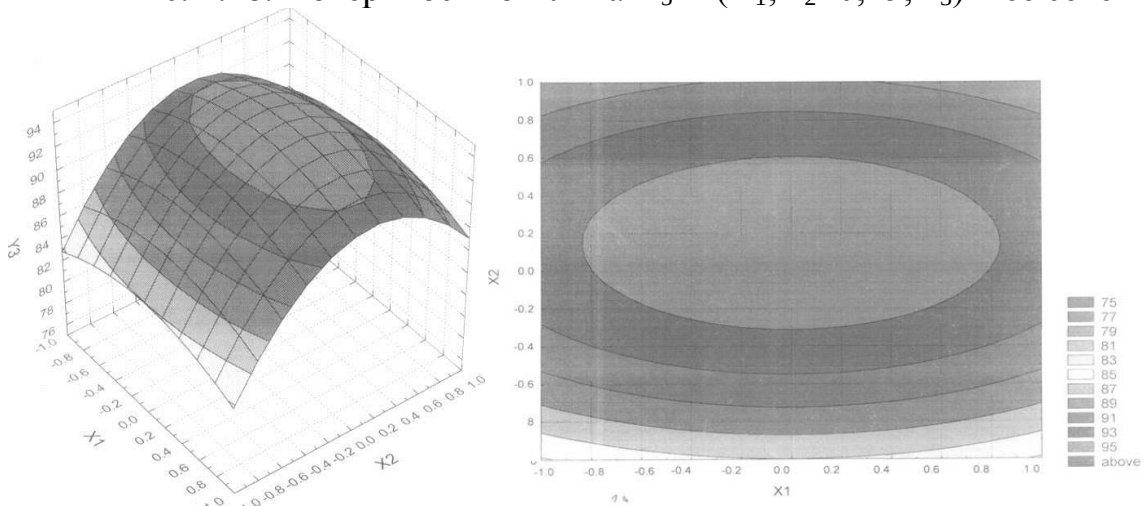


Рис. 4.29. Поверхность отклика $Y_5 = f(X_1; X_2; X_3=-0.13)$ и ее сечения

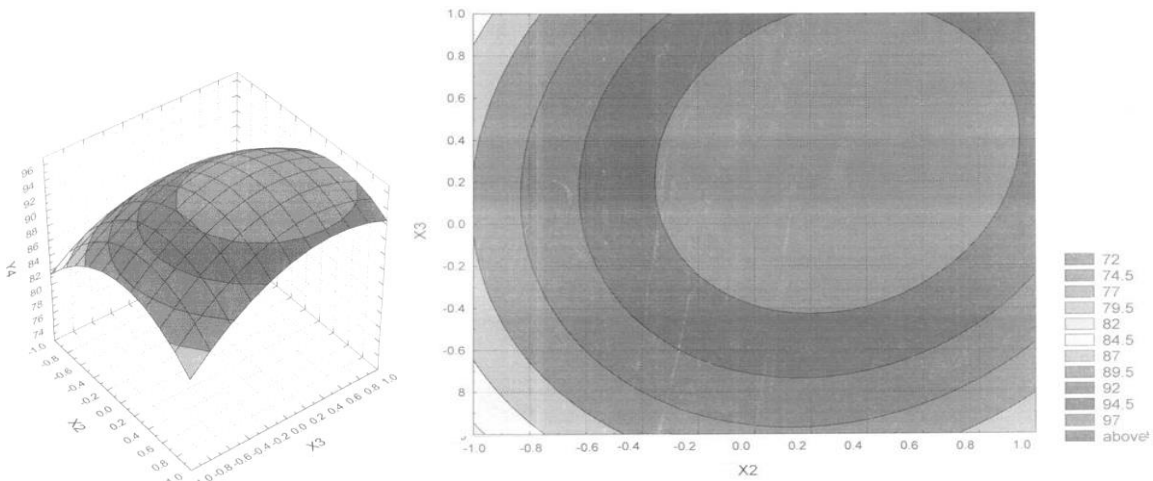


Рис. 4.30. Поверхность отклика $Y_6 = f(X_1 = -0.33; X_2; X_3)$ и ее сечения

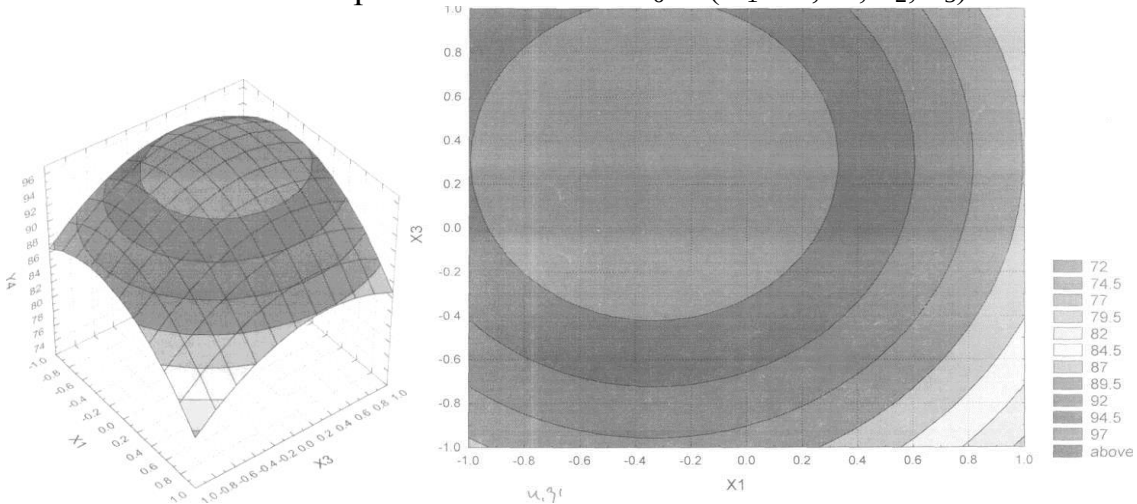


Рис. 4.31. Поверхность отклика $Y_6 = f(X_1; X_2 = 0.29; X_3)$ и ее сечения

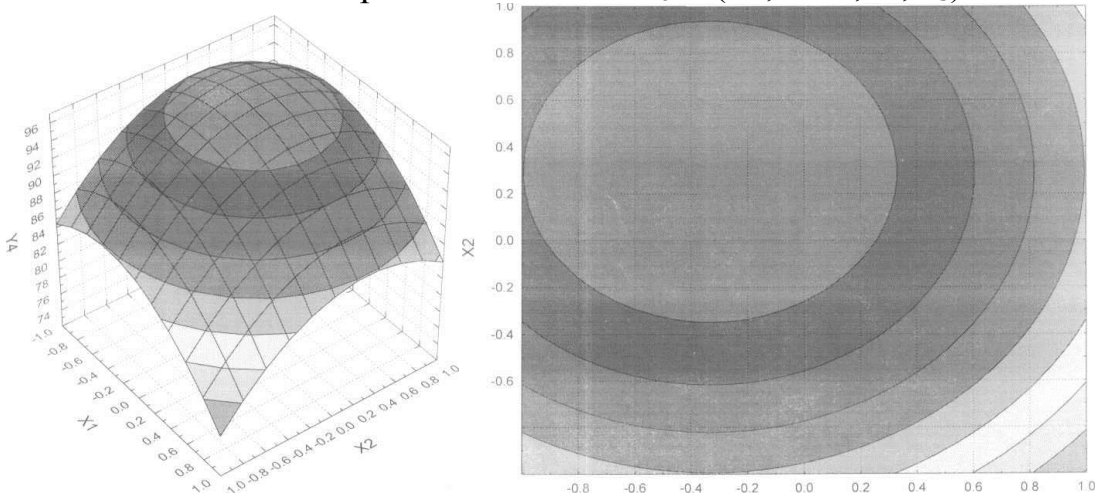


Рис. 4.32. Поверхность отклика $Y_6 = f(X_1; X_2; X_3 = 0.31)$ и ее сечения

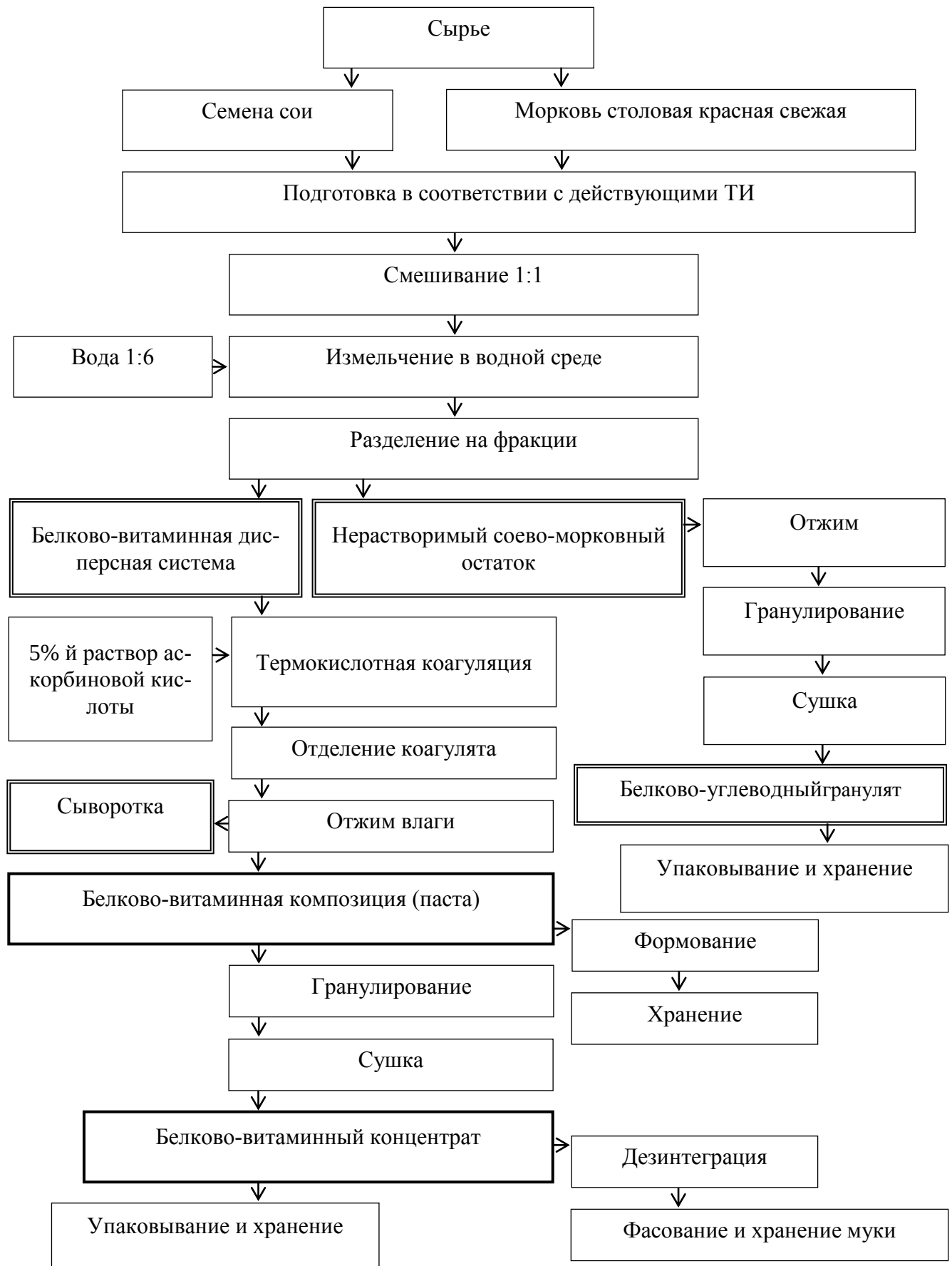


Рис. 4.33. Технологическая схема получения белково-витаминного концентрата и белково-углеводного гранулята

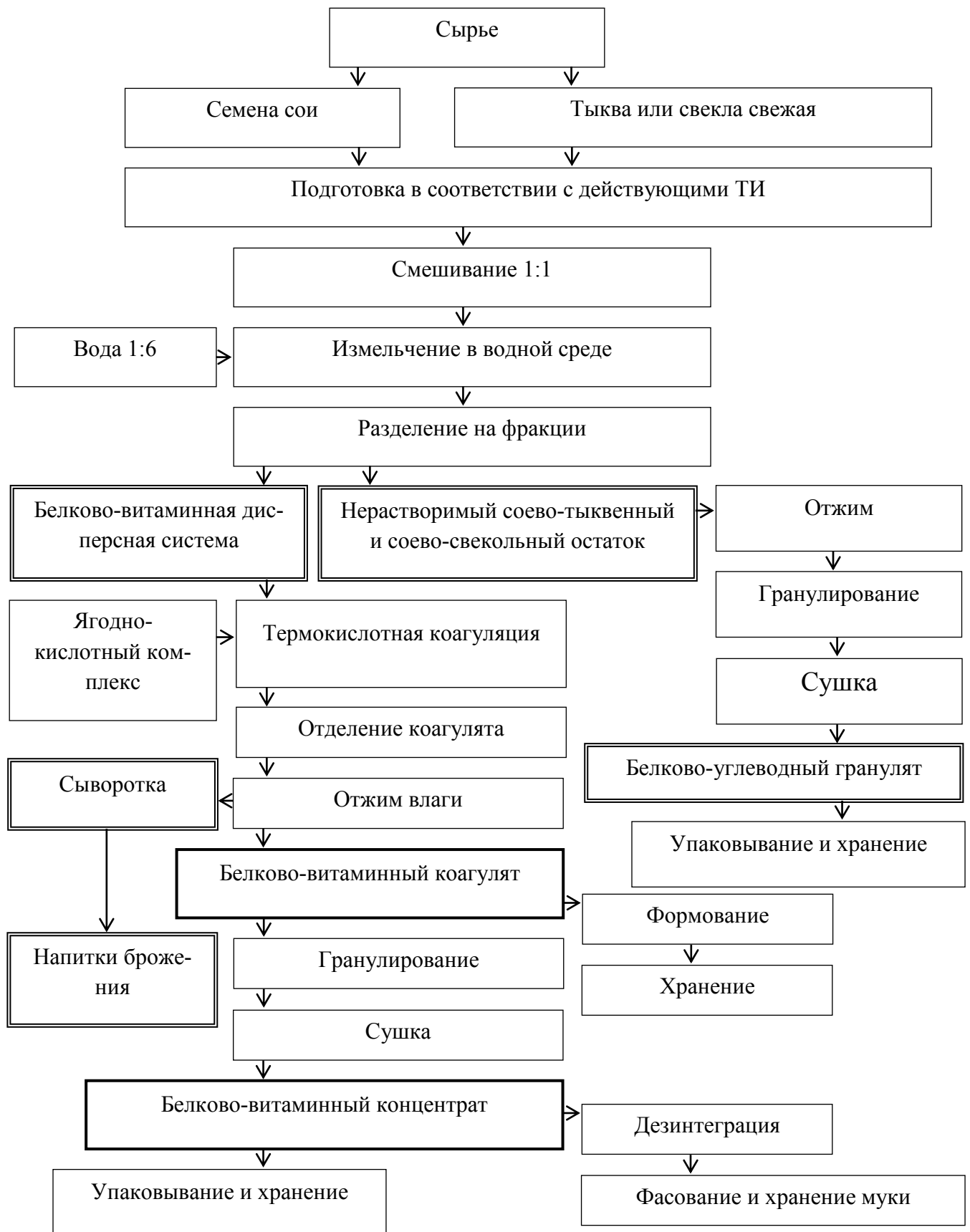


Рис. 4.34. Технологическая схема получения белково-витаминного концентрата и белково-углеводного гранулята

В таблице 4.37 приведены данные, характеризующие структурно-механические характеристики коагулятов.

Таблица 4.37

Структурно-механические характеристики белково-витаминных паст при различном содержании сухих веществ – M_{CB} ($\bar{X} = \pm m; m \leq 0,05$).

Структурно-механические показатели	Содержание сухих веществ, %			
	20,0	25,0	30,0	40,0
Потери вязкости – П, %	33,0	38,0	43,0	53,0
Коэффициент механической стабильности – КМС	1,7	1,9	2,1	2,5
Степень восстановления структуры – В, %	69,0	61,0	53,0	46,0

На основании полученных данных проведена их аппроксимация:

$$П = 21,5 + 0,787M_{CB}, \quad (4.23)$$

$$КМС = 1,1 + 0,035M_{CB}, \quad (4.24)$$

$$В = 79,5 + 0,562M_{CB}. \quad (4.25)$$

Таблица 4.38

Биохимический состав % и энергетическая ценность соево-белково-ягодной белково-витаминной паст, белково-витаминного концентрата и белково-углеводного гранулята

Наименование продукта	Массовая доля, %						Биофлавоноиды в пересчете на рутин	Витамин Е, мг/100г	β-каротин, мг/100г	Витамин С, мг/100г	Энергетическая ценность, ккал/100г
	воды	белка	жира	углеводов	клетчатки	минеральных веществ					
Белково-витаминная паста (соево-морковно-ягодная)	54,2	15,9	5,1	20,1	1,1	2,7	19,4	4,5	3,0	300,0	197,9
Белково-витаминный концентрат (соево-морковно-ягодный)	10,0	27,1	7,2	47,2	2,3	8,5	54,9	9,4	14,0	150,0	362,0
Белково-углеводный гранулят (соево-морковно-ягодный)	9,3	15,2	6,5	64,4	18,5	4,6	5,5	4,3	7,8	-	367,9
Морковный концентрат (порошок, стружка)	14,0	7,8	0,6	56,4	-	3,0	-	-	3,5	10,0	257,0

Анализ данных, представленный в таблице 4.38 показывает, что соево-морковный продукт в виде белково-витаминного концентрата по сравнению с морковным концентратом в виде сухого порошка или стружки содержит на 70% больше белков, более чем в 2 раза больше минеральных веществ, а так же в 15 раз больше витамина С.

На основании проведенных исследований разработана нормативная документация для промышленного производства указанных продуктов.

Таблица 4.39

Биохимический состав % и энергетическая ценность соево-тыквенно-ягодного, соево-свекольно-ягодной белково-витаминной паст, белково-витаминных концентратов и белково-углеводных гранулятов.

Наименование продукта	Массовая доля, %						Биофлавоноиды в пересчете на рутин	Витамин Е, мг/100г	β-каротин, мг/100г	Витамин С, мг/100г	Энергетическая ценность, ккал/100г
	воды	белка	жира	углеводов	клетчатки	минеральных веществ					
Соево-тыквенно-ягодная белково-витаминная паста	54,0	14,0	5,2	23,0	3,5	3,5	18,3	4,2	3,3	300,0	194,8
Соево-свекольно-ягодная белково-витаминная паста	50,0	16,0	5,2	24,0	4,5	4,5	18,2	4,0	-	300,0	206,8
Белково-витаминный концентрат (на основе соево-тыквенно-ягодной композиции)	10,0	25,2	6,5	49,6	8,6	8,6	50,2	9,1	18,5	15,0	357,7
Белково-витаминный концентрат (на основе соево - свекольно-ягодной композиции)	10,0	26,4	7,0	48,2	8,3	8,3	51,3	9,0	-	150,0	361,4
Белково-углеводный гранулят (на основе соево-тыквенной композиции)	9,0	12,3	5,7	68,2	4,8	4,8	5,4	4,2	8,1	-	373,3
Белково-углеводный гранулят (на основе соево-свекольной композиции)	9,0	13,6	6,0	66,9	4,5	4,5	5,0	4,1	-	-	376,0
Тыквенный концентрат (порошок, хлопья)	14,0	7,5	0,6	72,3	5,6	5,6	-	-	-	8,0	324,6
Свекольный концентрат (порошок, стружка)	14,0	9,0	0,6	61,3	5,1	5,1	-	-	-	10,0	286,6

Анализ данных, представленных в таблице 4.39 показывает, что соево-свекольный продукт в виде белково-витаминного концентрата по сравнению со свекольным концентратом в виде сухого порошка или стружки содержит на 66% больше белков, почти в 2 раза больше минеральных веществ, а так же в 15 раз больше витамина С. В тоже время соево-тыквенный белково-витаминный концентрат по сравнению с тыквенным концентратом в виде сухого порошка или хлопьев, в 3,33 раза больше содержит белков и почти в 19 раз витамина С.

4.3 Разработка технологии белково-витаминно-углеводной добавки в виде соево-имбирно-ягодной и соево-цитрусово-ягодной муки

На данном этапе исследований в начале готовились соево-имбирная и соево-цитрусовая суспензия, путём измельчения предварительно замоченных семян сои и частиц свежего имбиря или кожуры цитрусовой при соотношении как 1:1 в минерализованной водной среде. При таких же режимах и соотношении готовилась и соево-цитрусовая суспензия.

Биохимический состав и энергетическая ценность исходного сырья, готовых суспензий, представлены в таблице 4.40.

Таблица 4.40

Биохимический состав и энергетическая ценность исходного сырья, и готовых суспензий

Продукт	Массовая доля основных веществ, %							Витамины, мг/100г			Биофлавоноиды в пересчете на рутин	Энергетическая ценность, ккал/100г
	воды	белки	липидов	углеводов	клетчатки	минеральных веществ	органические кислоты	С	Е	β-каротин		
Семена сои сорта «Лазурная»	12,3	39,0	17,5	20,0	5,0	6,1	-	-	8,3	1,2	450	414,4
Имбирь	78,9	8,9	0,7	10,8	2,0	0,7	0,5	5,0	0,26	-	25,0	80,0
Кожура мандарина	42,0	0,1	1,2	52,5	4,2	2,2	0,1	130	-	12,5	0,28	226,8
Кожура апельсина	43,0	0,1	2,4	49,9	4,4	2,0	0,2	170	-	0,3	0,2	217,2
Соево - имбирная суспензия	85,2	5,5	1,5	6,7	1,1	2,5	-	65	1,6	-	25,0	66,7
Соево - цитрусовая суспензия	85,1	5,4	1,4	7,2	1,9	2,6	-	80	1,7	-	25,0	70,6
Ягодно - кислотный комплекс на брусничной мезге	86,9	-	0,8	9,0	3,3	2,2	1,5	150	-	-	27,0	56,4
Ягодно - кислотный комплекс на голубичной мезге	87,5	-	0,7	9,5	3,2	2,3	1,4	150	-	-	29,0	58,7

В процессе исследований изучались процессы выделения соевого белка и его осаждения в дисперсной системе – соево-имбирной белковой углеводной и

соево-цитрусовой дисперсных системах. Анализ многочисленных исследований показывает, что наиболее предпочтительным с точки зрения получения и выделения из семян сои белковых веществ, а так же других полезных нутриентов является процесс их экстракции из предварительно пророщенных семян сои.

Использование в качестве коагулянта ягодно-кислотного комплекса, позволит исключить потери сыворотки и получить окрашенный белково-углеводный коагулят, содержащий витамины и флавоноиды

Путём проведения поисковых опытов установлено, что процесс осаждения путём термокислотной коагуляции соевого белка характеризуется образованием (агломерированием) белковых частиц определённой массы и размеров, которые в последствии осаждаются под действием силы тяжести. В этой связи, при исследовании процесса коагуляции белка было установлено, что масса образующихся белковых частиц $M_{\text{ч}}$ зависит от активной кислотности жидкой фракции – pH, концентрации сухих веществ в растворе ягодно-кислотного комплекса, а также температуры дисперсной среды – соевой белковой суспензии.

На рисунках 4.35 и 4.36 представлены зависимости продолжительности коагуляции $t_{\text{кот}}$ от массовой доли $M_{\text{г}}\%$ сухих веществ в ягодно-кислотном комплексе.

Анализ кинетики структурообразования в соево-имбирной белково-углеводной дисперсной системы с помощью принятого коагулянта показывает, что процесс термокислотной коагуляции белков соево-имбирной белково-углеводной системе продолжается в течение 4,0 минут.

В таблице 4.41 представлен состав полученных продуктов

Таблица 4.41

Биохимический состав и энергетическая ценность белково-витаминно-углеводных и белково-витаминно-минеральных продуктов

Продукт	Массовая доля основных веществ, %						Витамины, мг/100г			Биофлавоноиды в пересчете на рутин	Энергетическая ценность, ккал/100г
	воды	белки N*6.25	липидов	углеводов	клетчатки	минеральных веществ	С	Е	β-каротин		
Соево-имбирно-ягодная композиция	53,0	14,3	5,2	20,0	4,3	3,2	150	2,4	-	24,3	202
Соево-имбирно-ягодная сыворотка	92,2	1,0	0,5	5,3	0,5	0,5	150	0,5	-	16,8	31,7
Соево-цитрусово-ягодная композиция	54,0	14,0	5,7	19,0	3,7	3,6	145	2,8	-	21,8	198,1
Соево-цитрусово-ягодная сыворотка	92,0	1,1	0,5	5,4	0,5	0,5	144	0,5	-	17,4	32,9

Коэффициенты и графики уравненийУравнение имеет вид: $Y = (A - B * e^{-CX})$

$$X = D - F * \ln(A - Y)$$

Коэффициент A пред. 4,013 Коэффициент A окон. 4,002.Коэффициент B пред. 3,913 Коэффициент B окон. 3,922.Коэффициент C пред. 0,224 Коэффициент C окон. 0,184.

$$t_K = (4,02 - 3,92 * e^{-0,18M_g}).$$

$$M_g = 32,5 - 5,4 * \ln(4,02 - 100t_K).$$

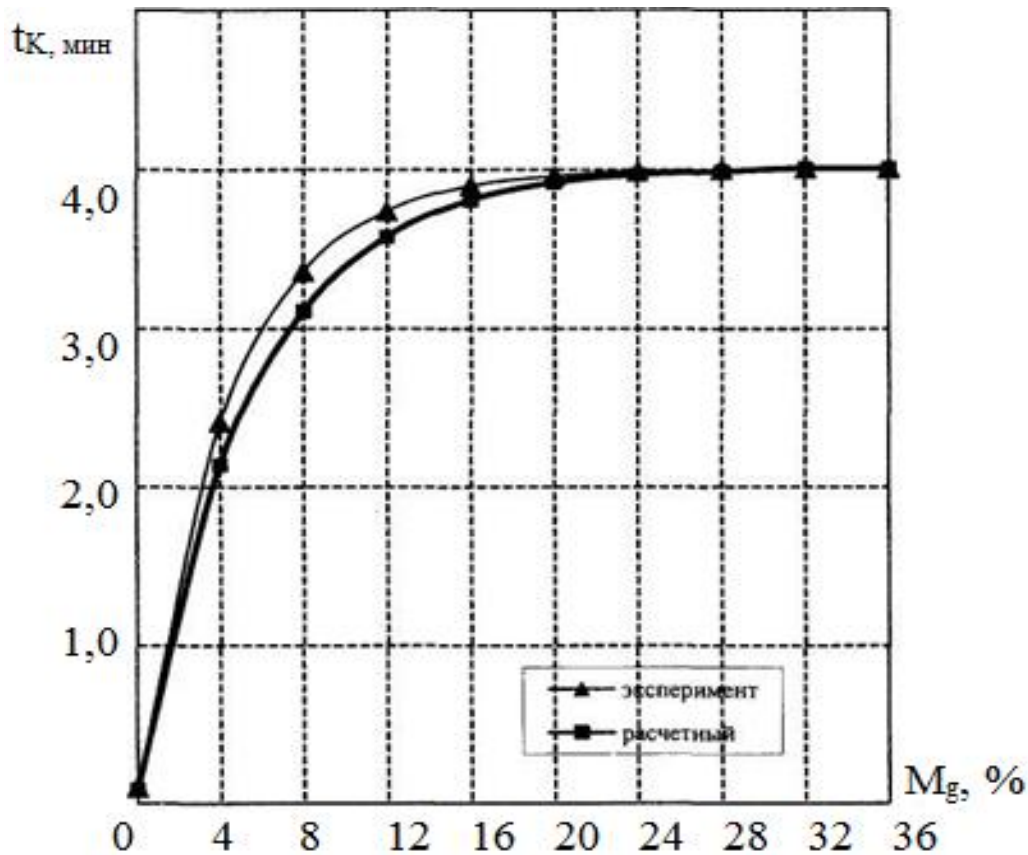


Рис. 4.35. Зависимость продолжительности коагуляции белковых веществ t_K от массовой доли ягодно-кислотного комплекса M_g (брусничный и клюквенный) для соево-имбирной суспензии.

Коэффициенты и графики уравненийУравнение имеет вид $Y = (A - B * e^{-CX})$

$$X = D - F * \ln(A - Y)$$

Коэффициент A пред. 4,016 Коэффициент A окон. 4,026.Коэффициент B пред. 3,916 Коэффициент B окон. 3,926.Коэффициент C пред. 0,207 Коэффициент C окон. 0,229.

$$t_K = (4,03 - 3,93 * e^{-0,23M_g}).$$

$$M_g = 26,1 - 4,4 * \ln(4,03 - 100t_K).$$

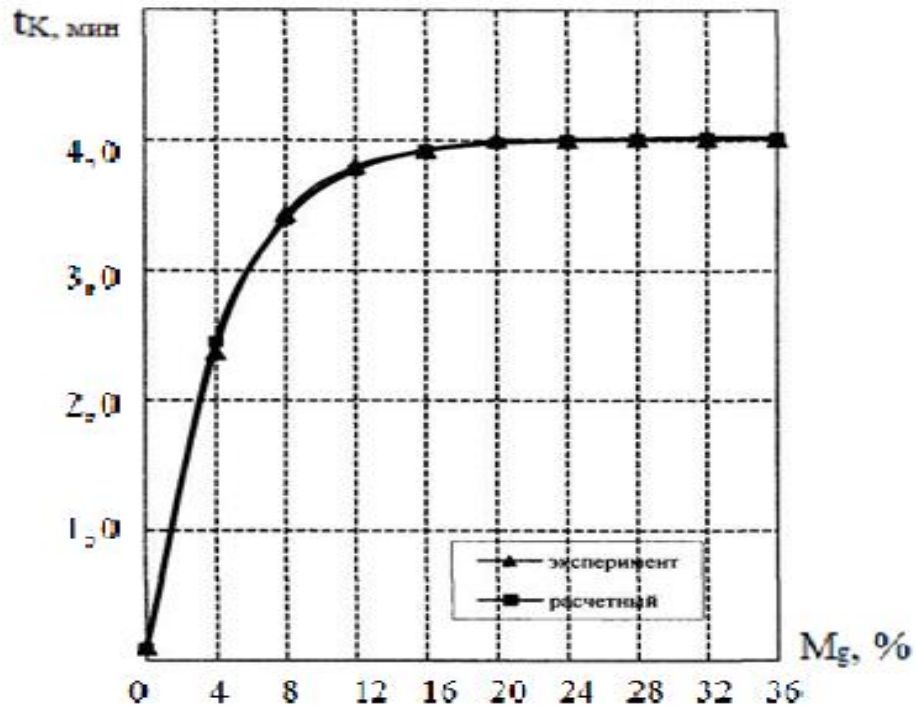


Рис. 4.36. Зависимость продолжительности коагуляции белковых веществ t_K от массовой доли ягодно-кислотного комплекса M_g (голубика и черника) для соево-цитрусовой суспензии

Таблица 4.41

Биохимический состав и энергетическая ценность
белково-витаминно-углеводных и белково-витаминно-минеральных продуктов

Продукт	Массовая доля основных веществ, %						Витамины, мг/100г			Биофлавоноиды в пересчете на рутин	Энергетическая ценность, ккал/100г
	воды	белков N*6,25	липидов	углеводов	клетчатки	минеральных веществ	С	Е	β-каротин		
Соево-имбирно-ягодная композиция	53,0	14,3	5,2	20,0	4,3	3,2	150	2,4	-	24,3	202
Соево-имбирно-ягодная сыворотка	92,2	1,0	0,5	5,3	0,5	0,5	150	0,5	-	16,8	31,7
Соево-цитрусово-ягодная композиция	54,0	14,0	5,7	19,0	3,7	3,6	145	2,8	-	21,8	198,1
Соево-цитрусово-ягодная сыворотка	92,0	1,1	0,5	5,4	0,5	0,5	144	0,5	-	17,4	32,9

На основе разработанных подходов, путём априорного ранжирования выделены наиболее значимые факторы процесса, влияющие на органолептические показатели соево-имбирной и соево-цитрусовой муки.

В качестве основных выделены три фактора для получения муки: массовая доля добавки (имбиря и цитрусовой цедры) – M_d , % (X_1); диаметр гранул – d_g , мм (X_2); Температура сушки – t , °C (X_3) (таблица 4.42).

За критерий оптимизации принята органолептическая оценка показателей качества – N_{1-2} , баллы (Y_{1-2}).

В таблице 4.43 представлены результаты опытов, проведённых по стандартной матрице полного факторного эксперимента.

Таблица 4.42

Уровни и интервалы варьирования факторов по исследованию процесса получения муки

Уровни варьирования	Факторы		
	X_1/M_d , %	X_2/d_g , мм.	$X_3/t^\circ\text{C}$.
Верхний уровень	75,0	3	100
Основной уровень	50,0	2	80
Нижний уровень	25,0	1	60
Интервал варьирования	25,0	1	20

Таблица 4.43

Матрица полного факторного эксперимента по исследованию процесса получения добавки в виде муки

№ опыта	X_1/M_d , %	X_2/d_g , мм.	$X_3/t^\circ\text{C}$.	Органолептическая оценка (общее количество баллов)	
				Соево-имбирно-ягодная мука Y_1 , балл	Соево-цитрусово-ягодная мука Y_2 , балл
1	-1	-1	+1	19,5	20,0
2	+1	-1	-1	18,5	18,0
3	-1	+1	-1	20,5	20,0
4	+1	+1	+1	22,0	19,5
5	-1	-1	-1	20,0	21,0
6	+1	-1	+1	19,6	19,4
7	-1	+1	+1	20,0	20,0
8	+1	+1	-1	19,5	18,2
9	-1,215	0	0	21,0	21,5
10	+1,215	0	0	21,0	21,0
11	0	-1,215	0	20,5	21,5
12	0	+1,215	0	21,5	22,0
13	0	0	-1,215	20,8	20,5
14	0	0	+1,215	21,5	20,5
15	0	0	0	23,5	23,5

Регрессионный анализ зависимостей $Y_{1-2} = f(X_1; X_2; X_3)$, представленный в таблицах 4.42 и 4.43 позволил получить математические модели органолептической оценки соево-имбирно-ягодной и соево-цитрусово-ягодной муки и установить, что они адекватны, так как расчетный критерий Фишера больше табличного (таблицы 4.44-4.46).

Таблица 4.44

Регрессионный анализ зависимости $Y_1 = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$

		Шаг анализа			
		1	2	3	4
Коэффициенты модели	a_0	22,71494	22,71494	22,71494	22,71494
	a_1	-0,03652	-	-	-
	a_2	0,51267	0,51267	0,51267	0,51267
	a_3	0,31504	0,31504	0,31504	0,31504
	a_{12}	0,30000	0,30000	0,30000	-
	a_{13}	0,57500	0,57500	0,57500	
	a_{23}	0,17500	0,17500	-	-
	a_{11}	-0,98720	-0,98720	-0,98720	-0,98720
	a_{22}	-0,98720	-0,98720	-0,98720	-0,98720
	a_{33}	-0,88560	-0,88560	-0,88560	-0,88560
Стандартное отклонение – σ		1,3815	1,3961	1,6411	2,3611
R – корреляция		0,96640	0,96606	0,95996	0,94186
F – критерий		7,0684	9,3227	10,2750	8,9803

Таблица 4.45

Регрессионный анализ зависимости $Y_2 = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$

		Шаг анализа					
		1	2	3	4	5	6
Коэффициенты модели	a_0	23,08555	23,0855 5	23,08555	23,0855 5	23,08555	23,0855 5
	a_1	-0,59416	-0,59416	-0,59416	-0,59416	-0,59416	-0,59416
	a_2	0,00845	-	-	-	-	-
	a_3	0,15522	0,15522	0,15522	-	-	-
	a_{12}	0,16250	0,16250	0,16250	0,16250	-	-
	a_{13}	0,46250	0,46250	0,46250	0,46250	0,46250	-
	a_{23}	0,11250	0,11250	-	-	-	-
	a_{11}	-1,15130	-1,15130	-1,15130	-1,15130	-1,15130	-1,15130
	a_{22}	-0,81259	-0,81259	-0,81259	-0,81259	-0,81259	-0,81259
	a_{33}	-1,65935	-1,65935	-1,65935	-1,65935	-1,65935	-1,65935
Стандартное отклонение – σ		1,3467	1,3475	1,4488	1,7126	1,9239	3,6351
R – корреляция		0,97580	0,97579	0,97394	0,96915	0,96527	0,93330
F – критерий		9,9580	13,2710	16,1330	17,6680	20,4750	13,5110

Таблица 4.46

Результаты регрессионный анализ зависимости

 $Y_{1,2} = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$

Кри- терий	a_0	a_1	a_2	a_3	a_{12}	a_{13}	a_{11}	a_{22}	a_{33}	Заключение об адекватно- сти	
										F_R	F_T
Y_1	22,715	-	0,513	0,315	0,3	0,575	-0,987	-0,987	-0,886	10,275	4,77
Y_2	23,286	-0,594	-	-	-	0,463	-1,151	-1,151	-1,659	20,475	4,77

Область экстремальных значений зависимости $Y_{1,2} = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$ представлены в таблице 4.47.

Таблица 4.47

Область экстремальных значений зависимости $Y_{1,2} = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$

Критерий	X_1	X_2	X_3	Y
$Y_1\text{-max}$	0,10	0,27	0,21	22,819
	0,10	0,28	0,21	22,819
	0,11	0,28	0,21	22,819
	0,11	0,28	0,22	22,819
	0,11	0,27	0,21	22,819
	0,11	0,27	0,22	22,819
	0,10	0,27	0,22	22,819
	0,10	0,28	0,22	22,819
	0,10	0,27	0,20	22,819
	0,10	0,28	0,20	22,819
$Y_2\text{-max}$	-0,27	0,00	-0,04	23,164
	-0,26	0,00	-0,04	23,164
	-0,26	0,00	-0,03	23,164
	-0,27	-0,01	-0,04	23,164
	-0,27	0,01	-0,04	23,164
	-0,27	0,00	-0,03	23,164
	-0,26	-0,01	-0,04	23,164
	-0,26	0,01	-0,04	23,164
	-0,26	-0,01	-0,03	23,164
	-0,26	0,01	-0,03	23,164

Для модифицированной соевой муки математические модели органолептической оценки имеют следующий вид:

в кодированной форме

– для соево-имбирно-ягодной муки (СИЯМ)

$$Y_1 = 22,7149 + 0,5127X_2 + 0,3150X_3 + 0,3000X_1X_2 + 0,5750X_1X_3 - 0,9872X_1^2 - 0,9872X_2^2 - 0,8856X_3^2 \rightarrow \max. \quad (4.26)$$

– для соево-цитрусово-ягодной муки (СЦЯМ)

$$Y_2 = 23,085 - 0,5942X_1 + 0,4625X_1X_3 - 0,1513X_1^2 - 0,8126X_2^2 - 1,6590X_3^2 \rightarrow \max. \quad (4.27)$$

в раскодированной форме

– для соево-имбирно-ягодной муки (СИЯМ)

$$N_1 = 4,1623 + 0,0419M_d + 3,8615d_r + 0,3125t^\circ + 0,0120M_d d_r + 0,0012M_d t^\circ - 0,00158M_d^2 - 0,9870d_r^2 - 0,0022(t^\circ)^2 \rightarrow \max. \quad (4.28)$$

– для соево-цитрусово-ягодной муки (СЦЯМ)

$$N_2 = -6,4313 + 0,0864M_d + 3,2504d_r + 0,6175t^\circ + 0,0009M_d t^\circ - 0,0018M_d^2 - 0,8126d_r^2 - 0,0041(t^\circ)^2 \rightarrow \max. \quad (4.29)$$

Анализ моделей показал, что оптимальные значения параметров находятся в следующих пределах: $M_d=43,25\text{-}52,50\%$, $d_r=2,0\text{-}2,3\text{мм}$, $t=79,2\text{-}84,2^\circ\text{C}$, при которых органолептическая оценка $N_{1,2}=22,80\text{-}23,16$ баллов.

Данные модели исследованы на экстремум, посредством их трёхмерной графической интерпретации (рис. 4.37-4.42). Это дает наглядное представление о влиянии совокупности трёх факторов на органолептические показатели муки.

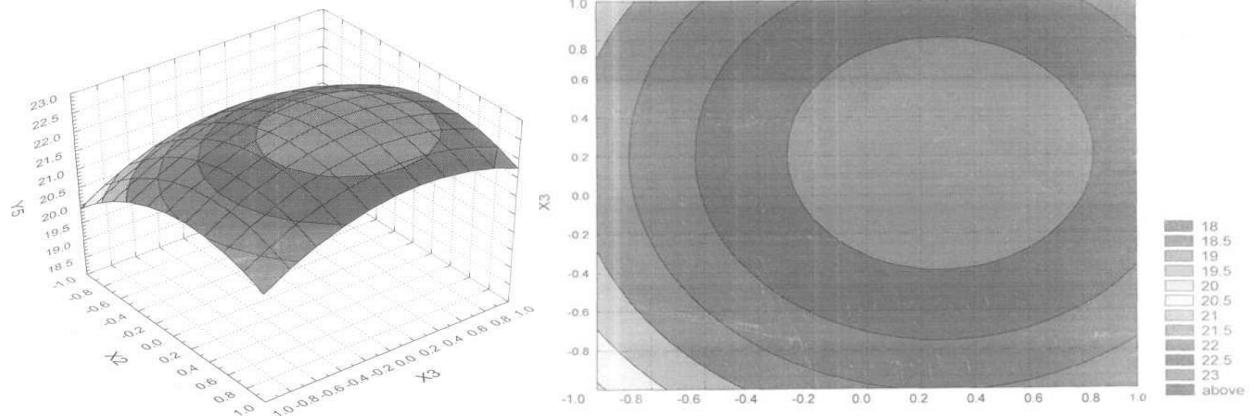


Рис. 4.37. Поверхность отклика $Y_1 = f(X_1=0,1; X_2; X_3)$ и ее сечения

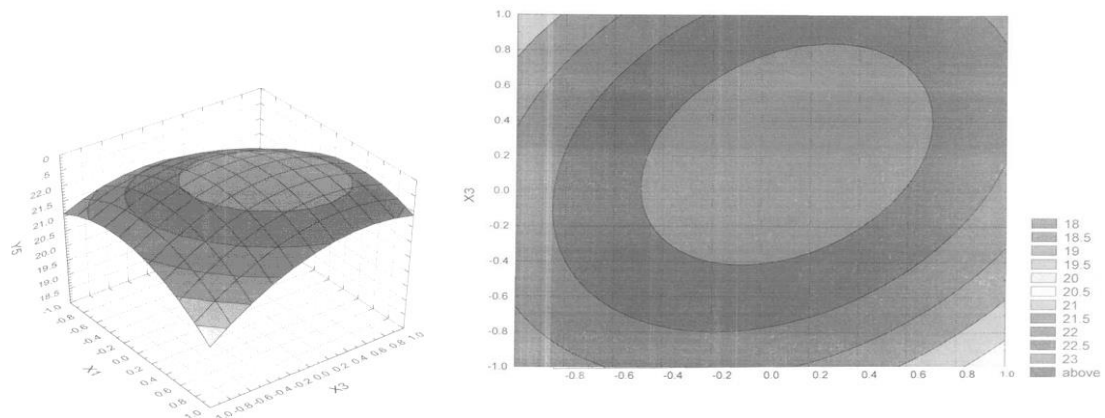


Рис. 4.38. Поверхность отклика $Y_1 = f(X_1; X_2=0,28; X_3)$ и ее сечения

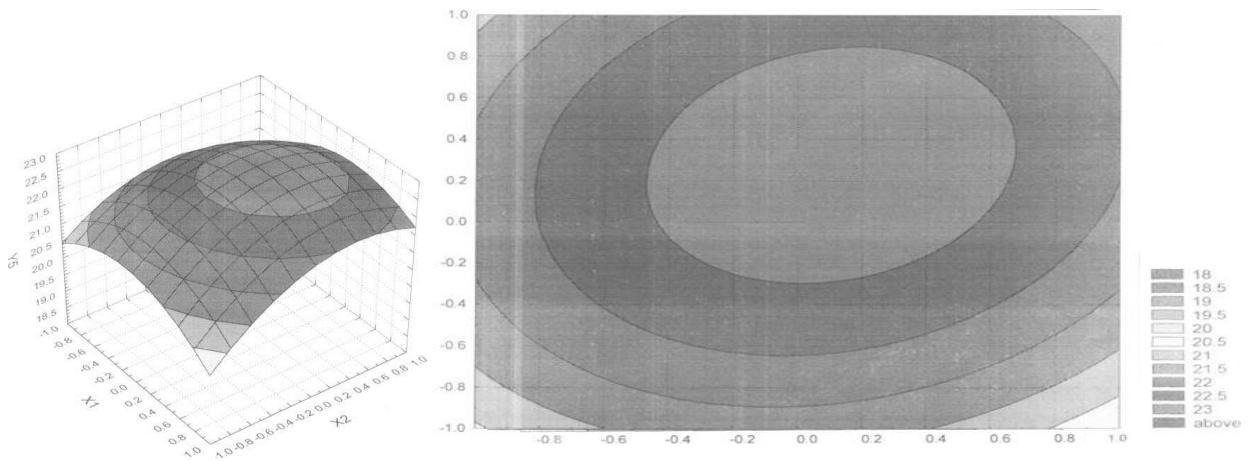


Рис. 4.39. Поверхность отклика $Y_1 = f(X_1; X_2; X_3=0,21)$ и ее сечения

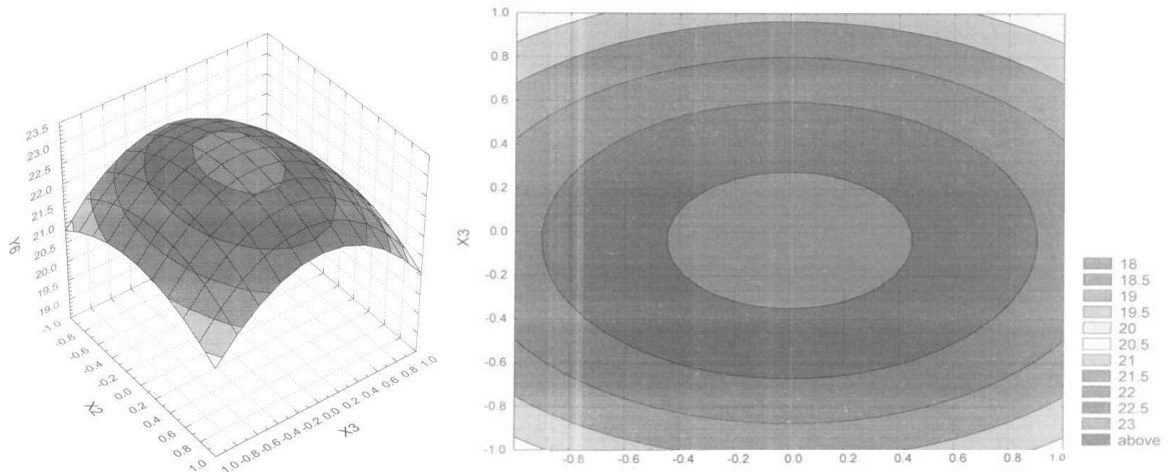


Рис. 4.40. Поверхность отклика $Y_2 = f(X_1 = -0.27; X_2; X_3)$ и ее сечения

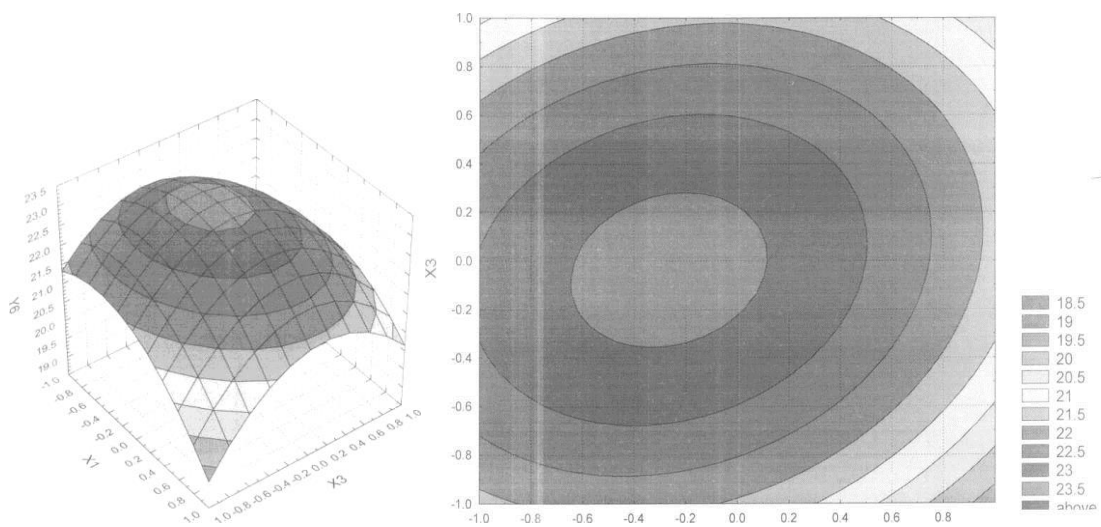


Рис. 4.41. Поверхность отклика $Y_2 = f(X_1; X_2 = 0.0; X_3)$ и ее сечения

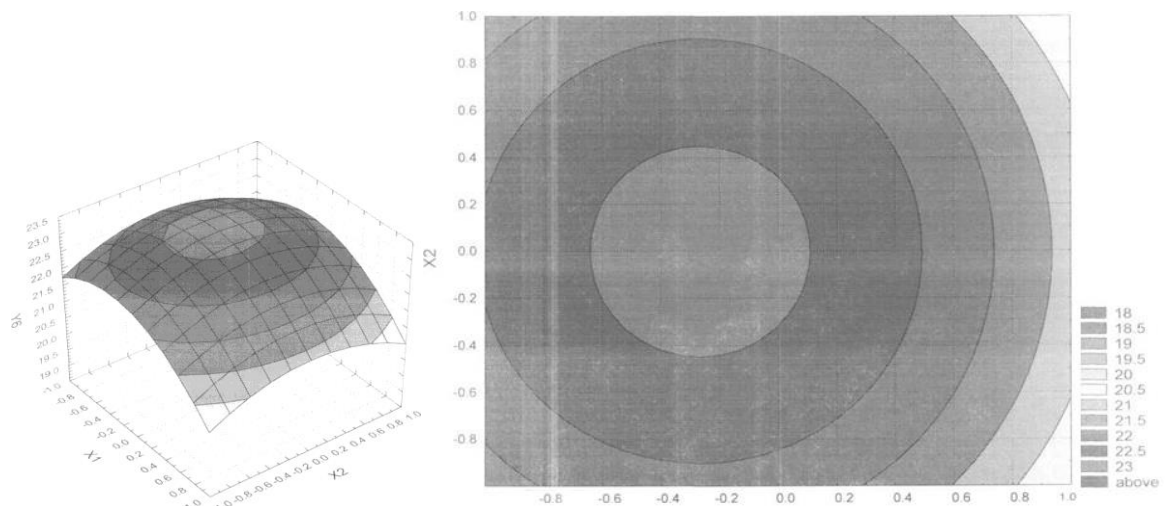


Рис. 4.42. Поверхность отклика $Y_2 = f(X_1; X_2; X_3 = 0.04)$ и ее сечения

В таблице 4.48 показан биохимический состав и энергетическая ценность муки соевой модифицированной.

Химический состав и энергетическая ценность добавки в виде муки соево-модифицированной ($\bar{X} = \pm m; m \leq 0,05$)

Продукт	Массовая доля основных веществ, %						Витамины, мг/100г		Биофлавоноиды в пересчете на рутин	Энергетическая ценность, ккал/100г
	воды	белков	жиры	углеводов	клетчатки	минеральных веществ	С	Е		
Мука соевая модифицированная	10,0	19,4	9,2	42,2	10,5	8,7	100,0	5,8	24,3	371,2

Дегустацией установлено, что разработанные виды модифицированной соевой муки имеют привлекательный внешний вид и цвет, достаточно хорошие вкусовые и ароматические характеристики.

На основе проведённых исследований разработана технологическая схема (рис. 4.43) получения добавки в виде соево-имбирной и соево-цитрусовой муки.

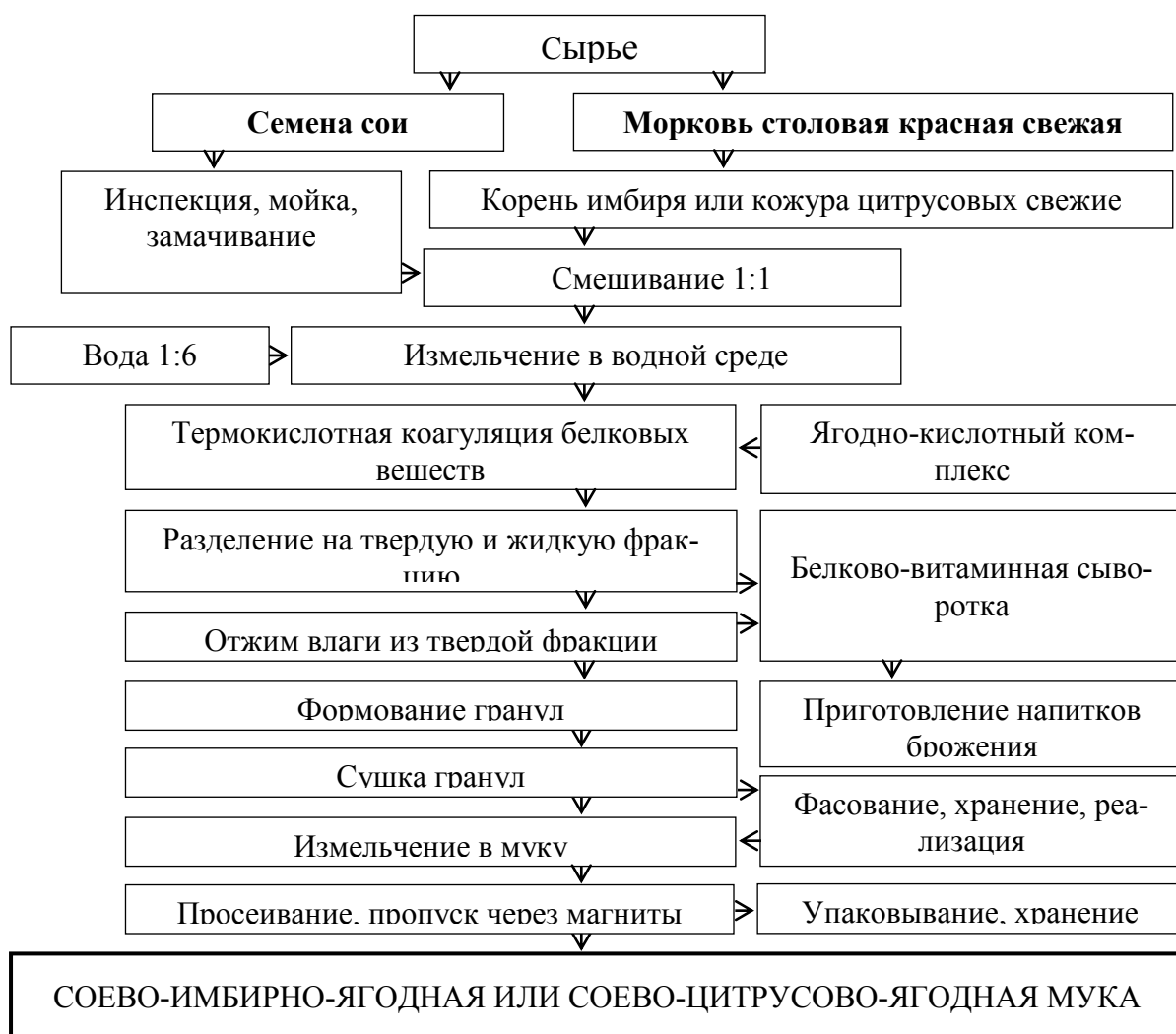


Рис. 4.43. Технологическая схема производства модифицированной соево-имбирно-ягодной и соево-цитрусово-ягодной муки

Согласно разработанной технологии семена сои моют, инспектируют и замачивают в воде для набухания и размягчения, затем направляют на измельчение.

Одновременно подготавливают углеводный компонент – свежий корень имбиря, который моют, очищают, ополаскивают под душем, для удаления остатков кожицы. Очищенный имбирь нарезают на мелкие кусочки. Нарезанный имбирь поступает на смешивание с набухшими семенами сои и последующее измельчение.

Плоды семейства цитрусовых или лимона, или апельсина, или мандарина, моют, очищают от кожуры. Снятую кожуру режут на кусочки и направляют на смешивание с набухшими семенами сои и последующее измельчение.

Набухшие семена сои, нарезанный корень имбиря или нарезанную кожуру плодов семейства цитрусовых смешивают в соотношении 1:1 и измельчают в воде с нагреванием до получения тонкодисперсной суспензии с одновременной экстракцией растворимых веществ. Для приготовления 100 г смеси берут 50 г подготовленных семян сои, 50 г подготовленного корня имбиря или подготовленной кожуры плодов семейства цитрусовых.

Затем проводят совместное измельчение компонентов в минерализованной водной среде с одновременной экстракцией растворимых веществ в эту среду.

Полученную соево-имбирную или соево-цитрусовую белково-углеводную суспензию направляют на проведение коагуляции, для чего в нее вносят раствор ягодно-кислотного комплекса с целью структурообразования. В результате данного процесса образуется белково-углеводный коагулят и сыворотка.

Сыворотку отделяют прессованием и направляют на получение напитка брожения (кваса), а полученные соево-имбирно-ягодный и соево-цитрусово-ягодный коагуляты формируют в гранулы. Полученные гранулы сушат до содержания сухих веществ 90-92%.

Полученные соево-имбирно-ягодные продукты обладают высокими органолептическими показателями и биологической ценностью за счет наличия в них биологически активных веществ имбиря – фенольных соединений, обладающих биохимической и физиологической активностью (рутина и 6-гингерола), витамина С и изофлавоноидов сои, в синергизме обладающих антиоксидантными свойствами, соево-цитрусово-ягодных продуктов за счет наличия в них биологически активных веществ кожуры плодов семейства цитрусовых – сахаров (глюкозы, фруктозы и сахарозы), пектиновых веществ, клетчатки, органических кислот, азотистых и минеральных веществ, эфирных масел, глюкозидов с Р – витаминной активностью, витаминов и изофлавоноидов сои, так же в синергизме обладающих антиоксидантными свойствами.

Сухие гранулы измельчают до получения тонкодисперсного порошка – муки. Полученную муку просеивают, отделяют от металлопримесей и направляют на фасовку. Фасуют полученную модифицированную соевую муку в пакеты массой 500-5000 г.

Таким образом, исследования позволили установить оптимальную рецептуру, параметры и режимы процесса получения модифицированной соево-имбирно-ягодной и соево-цитрусово-ягодной муки, а так же разработать технологию их производства.

Добавка в виде соево-белково-углеводной муки должна соответствовать требованиям технических условий и вырабатываться по технологической инструкции, утвержденной в установленном порядке, с соблюдением санитарных норм и правил, для предприятий пищевой промышленности.

По физико-химическим показателям добавка в виде соево-белково-углеводной муки должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 4.49.

Таблица 4.49

Физико-химические показатели белково-витаминно-углеводной добавки
в виде муки

Наименование показателя	Норма
Влажность, %, не более	10,0
Белка, %, не более	24,3
Жиры, %, не более	5,0
Углеводов, %, не более	56,4
Минеральных веществ, %, не более	4,2
Энергетическая ценность, ккал/100г.	368,1-393,66
Крупность помола: остаток в%, не более на сите № 35	2
Проход, %, не менее на сите № 43	70

По органолептическим показателям соево-белково-углеводная мука должна соответствовать требованиям указанным в таблице 4.50.

Таблица 4.50

Органолептические показатели муки соево-белково-углеводной.

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и цвет	Однородная порошкообразная сыпучая масса, без комков, коричневого цвета
Вкус и запах	Приятного орехового вкуса и запаха, без посторонних привкусов и запахов
Минеральные примеси	При разжевывании соевой муки, смоченной водой, не должно ощущаться хруста

Содержание токсичных элементов, антибиотиков, нитрозаминов, радионуклидов и пестицидов в продукте не должно превышать допустимых уровней, установленных «Гигиеническими требованиями к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» СанПиН 2.3.2.1078 – 01, утвержденными Постановлением Госсанэпиднадзора России от 14 ноября 2001 г, № 36, указанным в таблице 4.51.

Таблица 4.51

Гигиеническими требованиями к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов

Продукт	Показатели	Допустимые уровни, мг/кг, не более	Примечание
Мука соевая белково-углеводная	Токсичные элементы: <i>Свинец</i> <i>Мышьяк</i> <i>Кадмий</i> <i>Ртуть</i>	0,2 0,2 0,1 0,03	В пересчете на сухое вещество
	Микотоксины: <i>Афлатоксин В₁</i>	0,005	
	Пестициды: <i>Гексахлорциклогексан(α,β,γ-изомеры)</i> <i>ДДТ и его метаболиты</i> <i>Ртутьорганические пестициды</i>	0,1 0,01 Не допускается	В пересчете на сухое вещество
	Олигосахара	2,0	%
	Ингибитор трипсина	0,5	%
	Радионуклиды: <i>Цезий -137</i> <i>Стронций -90</i>	130 80	Бк/кг, в пересчете на сухое вещество
	<i>Загрязненность и заражённость вредителями хлебных запасов (насекомые, клещи)</i>	Не допускается	

Микробиологические показатели добавки в виде муки соевой белково-углеводной в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078 – 01, утверждённым Министерством здравоохранения, должны удовлетворять требования, указанным в таблице 4.52.

Таблица 4.52

Микробиологические показатели добавки в виде муки соевой белково-углеводной.

Индекс	Группа продуктов	КМА-ФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются				Плесени, КОЕ/г, не более
			БГКП (количественные формы)	S.aureus	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	B.cereus	
1.9.5.2	Продукты соевые белковые	5*10 ⁴	0,01	1,0	25	0,1	10

Глава 5

РАЗРАБОТКА МАЙОНЕЗНЫХ И СОУСНЫХ ПАСТООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ БЕЛКОВО-ВИТАМИННЫХ КОАГУЛЯТОВ

5.1 Разработка технологии и рецептур майонезно-соусных продуктов на основе коагуляционных соево-ягодных композиций

По многочисленным данным из пищевых факторов значительную опасность представляют жирная и высококалорийная пища, которая особенно часто провоцирует опухоли толстого кишечника, молочной железы и простаты.

Одна из причин их онкогенного действия – нарушение нормального баланса между ω -6 и ω -3 полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК). В условиях России вместо нормального соотношения (5-7,5:1) оно составляет 50:1, что соответствует десятикратному дефициту ω -3 жирных кислот (Шабров, Дадали и др.).

Задачей данного этапа исследований являлось создание липидного биокомплекса с целью последующего его использования в эмульсионных системах, таких как среднекалорийные майонезы и соусы.

Для решения данной задачи был определен состав основных компонентов (табл. 5.1.).

Таблица 5.1

Состав и энергетическая ценность исходных продуктов и бинарной липидной композиции

Показатели	Продукты		
	масло соевое (МС)	масло кукурузное (МК)	бинарная масляная композиция (МС+МК)=70%+30%
1	2	3	4
Сумма липидов	99,90	99,90	99,90
Триглицериды	99,20	99,20	99,20
Фосфолипиды	0	0	0
Ситостерин	0,30	0,57	0,41
Холестерин	0	0	0
Жирные кислоты (сумма)	94,90	94,90	94,90
Насыщенные	13,90	13,30	13,90
В том числе: пальмитиновая	10,30	11,10	10,54
стеариновая	3,50	2,20	3,11
В том числе: олеиновая	19,80	24,00	21,20
Полиненасыщенные	61,20	57,60	60,12
Малоненасыщенные	19,80	24,00	21,20
В том числе: линолевая	50,90	57,00	58,73
линоленовая	10,30	0,60	7,03
Соотношение $C_{18:2}:C_{18:3}$	5,09:1,03 (4,94:1)	5,7:0,006 (95:1)	52,73:7,03 (7,5:1)
Рекомендуемое ФАО/ВОЗ	7,5:1,0		

При этом, на первом этапе предусматривалось на основе купажирования соевого и кукурузного масла создать липидную композицию с оптимальным (рациональным) соотношением ПНЖК – $C_{18:3}:C_{18:2} = 7,5:1$.

Выбор данных видов масел, для создания смеси обусловлен тем, что:

– во-первых, данные виды масел имеют достаточно высокое содержание витамина Е (до 40 % от суточной потребности) (соевое-11,4 мг/100 г, кукуруз-

ное – 9,3 мг/100 г) по сравнению с оливковым-13 мг/100 г и подсолнечным – 42 мг/100 г);

– во-вторых, при их соотношении в смеси как 70 %: 30% они дают рациональное соотношение ПНЖК = $C_{18:2} : C_{18:3} = 7,5:1$;

– в-третьих, при таком процентном соотношении данная смесь обеспечивает содержание витамина Е в количестве 10,8 мг/100 г (табл. 5.2)

Таблица 5.2

Состав и энергетическая ценность компонентов и липидного бинарного комплекса

	Содержание, %				Витамины, мг/100 г			Энергетическая ценность, ккал/100 г
	липидов	олеиновая ЖК	линолевая ЖК	линоленовая ЖК	Е	β-каротин	С	
Масло:								
-соевое	99,90	19,80	50,90	10,30	11,40	-	-	899,1
-кукурузное	99,90	24,00	57,00	0,60	9,30	-	-	899,1
Бинарный комплекс масел (70%:30%)	99,90	21,20	52,73	7,03	10,77	-	-	899,1

Для обогащения данной липидной композиции β-каротином, нами использована морковь, с содержанием витаминов в следующем количестве: Е=0,6 мг/100 г; β-каротин=9,0 мг/100 г и С=5,1 мг/100 г.

Кроме данного компонента, предусмотрен ввод в липидный комплекс антиоксидантов – куркумы и имбиря в массовой доле 0,25 %.

Технологическая схема получения липидного биоактивного комплекса представлена на рисунке 5.1.

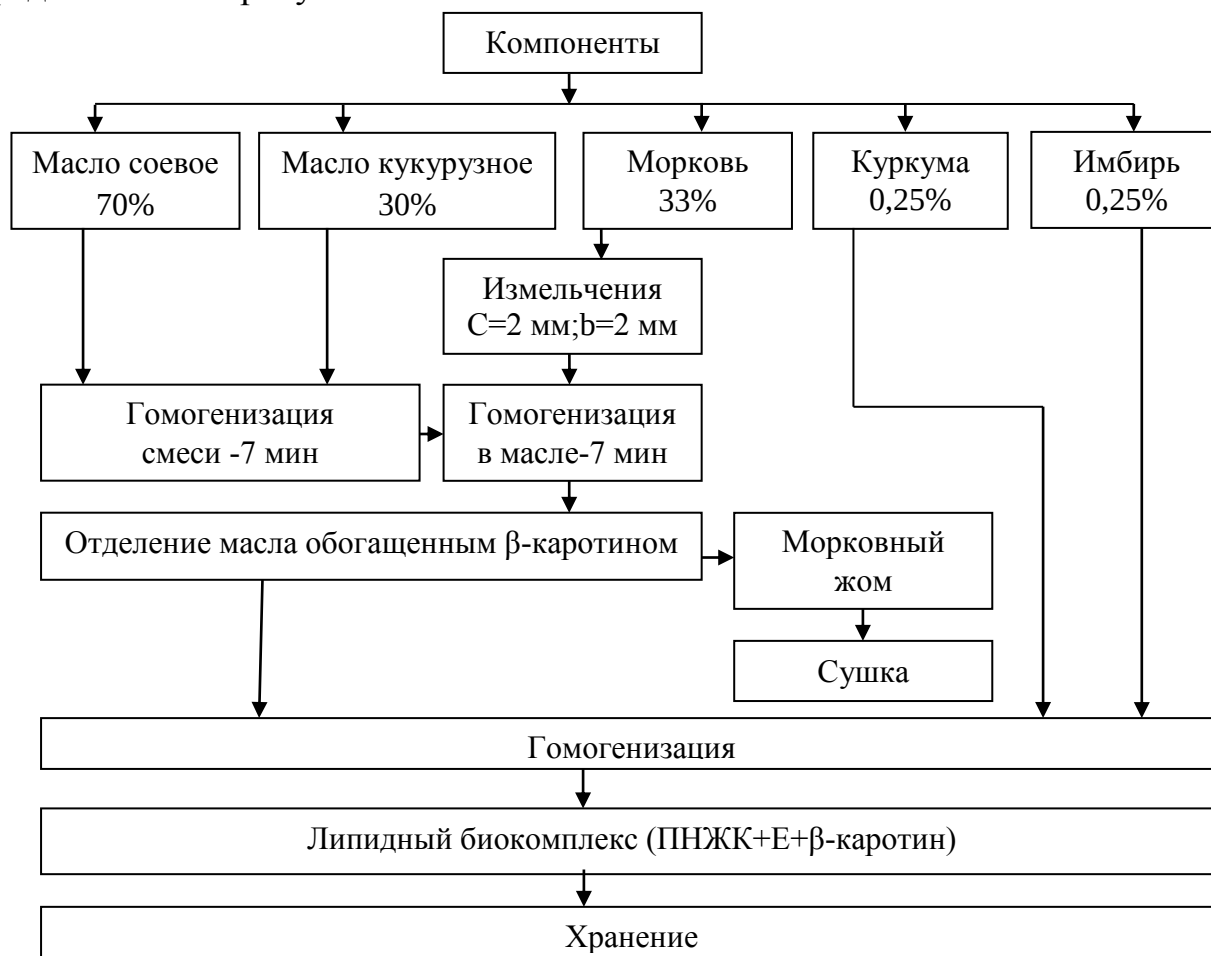


Рис. 5.1. Технологическая схема приготовления липидного биокомплекса

Таким образом, в результате принятых подходов получены соевые коагуляты, а также липидный биоактивный комплекс, содержащий сбалансированную совокупность биоактивных ингредиентов, в синергизме обладающих антиоксидантной активностью.

На данном этапе исследований необходимо было изучить влияние отдельных факторов, влияющих на формирование качества разрабатываемых майонезных и соусных продуктов питания.

С этой целью были разработаны варианты модельных систем на основе белковых коагулятов по 5 вариантам, липидного биоактивного комплексов, а также стабилизатора «CROWN» в массовой доле 0,25-0,75 %. (табл. 5.3)

Таблица 5.3

Состав модельных систем майонезов и соусов, г/100 г

Компонент	Варианты модельных систем														
	1			2			3			4			5		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Вода	43,9	43,9	43,9	43,9	43,9	43,9	44,1	44,1	44,1	42,9	42,9	42,8	44,1	44,1	44,1
Соево-ягодный коагулят	56,2	56,2	56,2	56,2	56,2	56,2	56,0	56,0	56,0	57,2	57,2	57,2	56,0	56,0	56,0
Купаж растительных масел (соевое + кукурузное)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Стабилизатор «Форскроун»	0,25	0,5	0,75	0,25	0,5	0,75	0,25	0,5	0,75	0,25	0,5	0,75	0,25	0,5	0,75

На рисунке 5.2 представлены зависимости, характеризующие изменение эффективной вязкости модельных систем – η , Па·с от массовой доли стабилизатора «CROWN» – M_C , %.

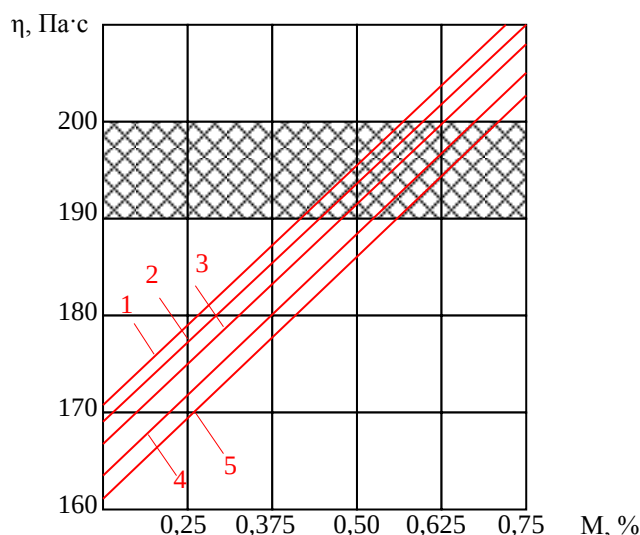


Рис. 5.2. Влияние массовой доли стабилизатора «CROWN» на эффективную вязкость η модельных систем

- 1 – соево-брусничный; 2 – соево-клюквенный; 3 – соево-калиновый;
 4 – соево-голубичный; 5 – соево-черничный;
 ☒ —область оптимальных значений вязкости

Данные зависимости аппроксимированы выражениями следующего вида:

$$\eta_1 = 171,0 + 53,82M_C = [\eta_1]; \quad (5.1)$$

$$\eta_2 = 169,0 + 52,36M_C = [\eta_2]; \quad (5.2)$$

$$\eta_3 = 166,5 + 54,54M_C = [\eta_3]; \quad (5.3)$$

$$\eta_4 = 164,0 + 50,91M_C = [\eta_4]; \quad (5.4)$$

$$\eta_5 = 161,0 + 48,00M_C = [\eta_5]; \quad (5.5)$$

$$M_{C_1} = 0,0185[\eta_1] - 3,177; \quad (5.6)$$

$$M_{C_2} = 0,0190[\eta_2] - 3,227; \quad (5.7)$$

$$M_{C_3} = 0,0180[\eta_3] - 3,052; \quad (5.8)$$

$$M_{C_4} = 0,0196[\eta_4] - 3,221; \quad (5.9)$$

$$M_{C_5} = 0,0200[\eta_5] - 3,354; \quad (5.10)$$

На рисунке 5.3 представлены зависимости, характеризующие изменение эффективной вязкости η от напряжения сдвига θ .

Анализ данных зависимости показывает, что с увеличением напряжения сдвига, эффективная вязкость продуктов снижается и при значениях $\theta \geq 100$ Па находится в области значений $\eta < 40$ Па·с.

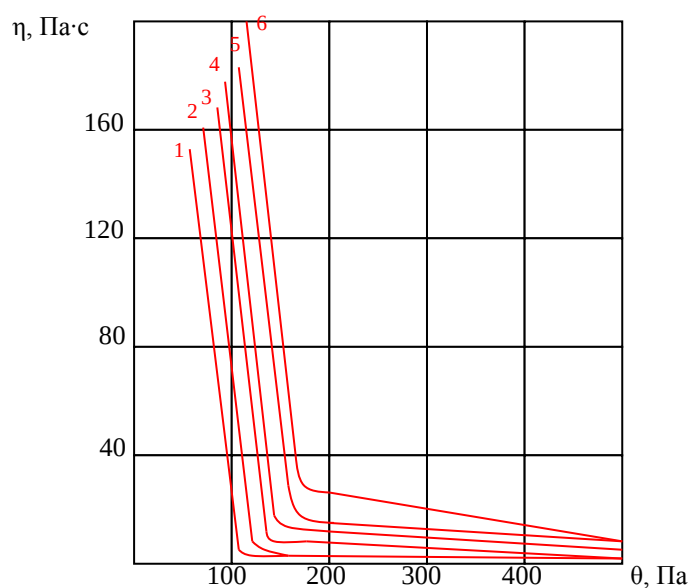


Рис. 5.3. Зависимости эффективной вязкости η от напряжения сдвига θ

1 – соево-брусничный; 2 – соево-клюквенный; 3 – соево-калиновый; 4 – соево-голубичный; 5 – соево-черничный; 6 – контрольный образец

На рисунке 5.4 представлены зависимости, характеризующие изменение напряжения сдвига θ от скорости сдвиговой деформации γ .

Анализ данных зависимостей показывает, что с увеличением скорости сдвиговой деформации напряжение увеличивается и при значениях $\gamma = 25$ с⁻¹ достигает своих максимальных значений $\theta = 360$ -460 Па.

Данные значения характеризуют структуру полученных майонезов и соусов как оптимальную.

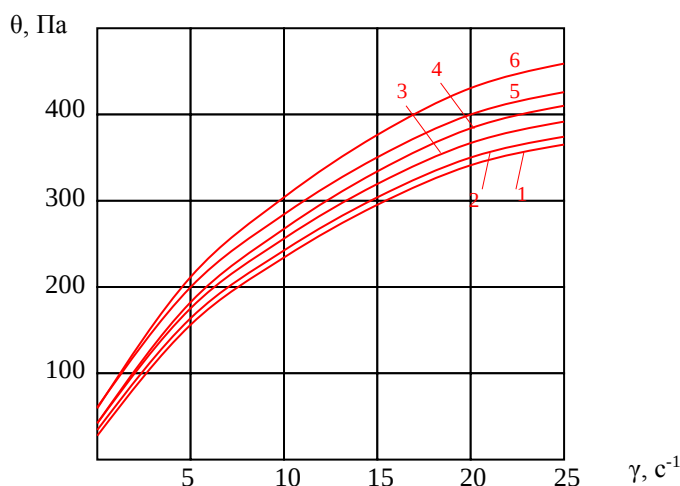


Рис. 5.4. Зависимости напряжения сдвига θ от скорости сдвиговой деформации γ
1 – соево-брусничный; 2 – соево-клюквенный; 3 – соево-калиновый; 4 – соево-голубичный; 5 – соево-черничный; 6 – контрольный образец

С целью научного обоснования рецептур, разрабатываемых майонезов и соусов выделены основные факторы, совокупность которых определяет их состав, органолептические свойства и т.д.

К таким факторам отнесены:

- X_1 (M_M) – массовая доля липидного биоактивного комплекса (ЛБК), %;
- X_2 – влажность коагулята, %;
- X_3 (τ) – продолжительность взбивания эмульсии, мин.

За показатель качества данных продуктов принят органолептический по пятибалльной шкале оценки $Y_i(N_i)$.

В таблице 5.4 приведены факторы и уровни их варьирования, а в таблице 5.5 стандартная матрица и результаты опытов по установлению зависимости $Y_{6.10} = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$.

Таблица 5.4

Факторы и уровни их варьирования

Уровни	Обозначения	Факторы		
		M_M – массовая доля ЛБК, %	W-влажность коагулята, %	τ – продолжительность взбивания эмульсии, мин
		M_M / X_1	W / X_2	τ / X_3
Интервал варьирования	E	20	20	3
Верхний уровень	+1	60	80	8
Основной уровень	0	40	60	5
Нижний уровень	-1	10	40	2

На основании регрессионного анализа зависимостей (табл. 5.6 – 5.10) получены математические модели оценки качества майонезов и соусов - $Y_i(N_i)$.

Таблица 5.5

Матрица планирования эксперимента и результаты опытов по установлению зависимости $Y_{6-10}=f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$

№ п/п	X_1	X_2	X_3	Органолептическая оценка – J_i , балл				
				J_6/N_6	J_7/N_7	J_8/N_8	J_9/N_9	J_{10}/N_{10}
1	-	-	+	22,9	19,0	22,1	20,5	20,7
2	+	-	-	23,1	22,5	23,0	20,9	23,2
3	-	+	-	23,5	21,1	20,8	20,5	22,0
4	+	+	+	23,0	23,3	22,8	22,5	22,5
5	-	-	-	21,8	18,7	20,3	19,9	19,9
6	+	-	+	24,0	21,8	21,4	20,9	20,3
7	-	+	+	22,5	20,5	23,0	20,6	20,7
8	+	+	-	23,1	22,3	21,8	20,9	20,5
9	-1,215	0	0	22,3	21,1	22,5	21,1	20,8
10	+1,215	0	0	23,6	23,4	23,6	23,1	21,1
11	0	-1,215	0	21,8	22,4	21,6	21,5	23,0
12	0	+1,215	0	24,8	21,6	23,2	23,4	23,4
13	0	0	-1,215	23,4	22,8	21,8	21,6	22,9
14	0	0	+1,215	24,6	23,1	23,7	23,2	23,2
15	0	0	0	24,9	23,4	24,5	23,9	23,9

Таблица 5.6

Регрессионный анализ зависимости $Y_6=f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$

		Шаг анализа			
		1	2	3	4
Коэффициенты модели	a_0	23,89365	23,89365	23,89365	23,89365
	a_1	0,36855	0,36855	0,36855	0,36855
	a_2	0,14549	0,14549	0,14549	-
	a_3	0,09719	-	-	-
	a_{12}	-0,31250	-0,31250	-0,31250	-0,31250
	a_{13}	0,11250	0,11250	-	-
	a_{23}	-0,36250	-0,36250	-0,36250	-0,36250
	a_{11}	-0,50339	-0,50339	-0,50339	-0,50339
	a_{22}	-0,16469	-0,16469	-0,16469	-0,16469
	a_{33}	-0,30017	-0,30017	-0,30017	-0,30017
Стандартное отклонение		0,5026	0,6060	0,7073	0,9391
R-корреляция		0,95647	0,94718	0,93803	0,91672
F-критерий		5,3716	5,8158	6,4103	6,0164

Таблица 5.7

Регрессионный анализ зависимости $Y_7=f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$

		Шаг анализа					
		1	2	3	4	5	6
Коэффициенты модели	a_0	23,40799	23,40799	23,40799	23,40799	23,40799	23,40799
	a_1	1,22297	1,22297	1,22297	1,22297	1,22297	1,22297
	a_2	0,38603	0,38603	0,38603	0,38603	0,38603	-
	a_3	0,05547	-	-	-	-	-
	a_{12}	-0,32500	-0,32500	-0,32500	-0,32500	-	-
	a_{13}	0,07500	0,07500	-	-	-	-
	a_{23}	0,10000	0,10000	0,10000	-	-	-
	a_{11}	-0,78621	-0,78621	-0,78621	-0,78621	-0,78621	-0,78621
	a_{22}	-0,95556	-0,95556	-0,95556	-0,95556	-0,95556	-0,95556
	a_{33}	-0,51525	-0,51525	-0,51525	-0,51525	-0,51525	-0,51525
Стандартное отклонение		3,3132	3,3469	3,3919	3,4719	4,3169	5,9491
R-корреляция		0,94347	0,94289	0,94209	0,94069	0,92569	0,89599
F-критерий		4,0511	5,3413	6,9046	8,7859	8,9822	8,1422

Таблица 5.8

Регрессионный анализ зависимости $Y_8=f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$

		Шаг анализа		
		1	2	3
Коэффициенты модели	a ₀	23,93813	23,93813	23,93813
	a ₁	0,34636	0,34636	0,34636
	a ₂	0,31052	0,31052	-
	a ₃	0,51925	0,51925	0,51925
	a ₁₂	-0,13750	-	-
	a ₁₃	-0,56250	-0,56250	-0,56250
	a ₂₃	0,36250	0,36250	0,36250
	a ₁₁	-0,56670	-0,56670	-0,56670
	a ₂₂	-0,87154	-0,87154	-0,87154
	a ₃₃	-0,66832	-0,66832	-0,66832
Стандартное отклонение		1,4132	1,5644	2,6205
R-корреляция		0,95791	0,95330	0,92043
F-критерий		5,5672	6,6410	4,8509

Таблица 5.9

Регрессионный анализ зависимости $Y_9=f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$

		Шаг анализа			
		1	2	3	4
Коэффициенты модели	a ₀	23,81475	23,81475	23,81475	23,81475
	a ₁	0,55969	0,55969	0,55969	0,55969
	a ₂	0,42077	0,42077	0,42077	0,42077
	a ₃	0,38749	0,38749	0,38749	-
	a ₁₂	0,11250	-	-	-
	a ₁₃	0,11250	-	-	-
	a ₂₃	0,13750	0,13750	-	-
	a ₁₁	-1,14263	-1,14263	-1,14263	-1,14263
	a ₂₂	-0,90553	-0,90553	-0,90553	-0,90553
	a ₃₃	-0,93941	-0,93941	-0,93941	-0,93941
Стандартное отклонение		1,6682	1,8707	2,0220	3,6665
R-корреляция		0,96163	0,95691	0,95330	0,91363
F-критерий		6,1429	9,5017	11,387	7,5754

Таблица 5.10

Регрессионный анализ зависимости $Y_{10}=f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$

		Шаг анализа				
		1	2	3	4	5
Коэффициенты модели	a ₀	23,14900	23,14900	23,14900	23,14900	23,14900
	a ₁	0,28962	0,28962	0,28962	0,28962	0,28962
	a ₂	0,15394	0,15394	0,15394	-	-
	a ₃	-0,02543	-	-	-	-
	a ₁₂	-0,32500	-0,32500	-0,32500	-0,32500	-0,32500
	a ₁₃	-0,07500	-0,07500	-	-	-
	a ₂₃	0,35000	0,35000	0,35000	0,35000	0,35000
	a ₁₁	-0,94905	-0,94905	-0,94905	-0,94905	-0,94905
	a ₂₂	-0,67809	-0,67809	-0,67809	-0,67809	-0,67809
	a ₃₃	-0,57648	-0,57648	-0,57648	-0,57648	-0,57648
Стандартное отклонение		1,5084	1,5155	1,5605	1,8200	2,7387
R-корреляция		0,93478	0,93445	0,93245	0,92073	0,87800
F-критерий		3,4623	4,5908	5,8283	6,3629	5,0467

- по майонезу соево-брусничному

- в кодированной форме

$$Y_6 = 23,89 + 0,36 \cdot X_1 + 0,14 \cdot X_2 - 0,31 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,36 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,50 \cdot X_1^2 - 0,16 \cdot X_2^2 - 0,30 \cdot X_3^2 \rightarrow \max; \quad (5.11)$$

- в раскодированной форме

$$N_6 = 14,70 + 0,16 \cdot M_M + 0,11 \cdot W + 0,69 \cdot \tau - 0,78 \cdot 10^{-3} \cdot M_M \cdot W - 0,60 \cdot 10^{-2} \cdot W \cdot \tau - 0,12 \cdot 10^{-2} \cdot M_M^2 - 0,41 \cdot 10^{-2} \cdot W^2 - 0,03 \cdot \tau^2 \rightarrow \max \quad (5.12)$$

При этом оптимальные значения факторов равны $M_M = 41,2\%$; $W = 80\%$; $\tau = 3,2$ мин; $N = 23,9$.

- по майонезу соево-клюквенному:

- в кодированной форме

$$Y_7 = 23,40 + 1,22 \cdot X_1 + 0,38 \cdot X_2 - 0,32 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,78 \cdot X_1^2 - 0,95 \cdot X_2^2 - 0,51 \cdot X_3^2 \rightarrow \max; \quad (5.13)$$

- в раскодированной форме

$$N_7 = 4,67 + 0,26 \cdot M_M + 0,33 \cdot W + 0,57 \cdot \tau - 0,81 \cdot 10^{-2} \cdot M_M \cdot W - 0,19 \cdot 10^{-2} \cdot M_M^2 - 0,23 \cdot 10^{-1} \cdot W^2 - 0,05 \cdot \tau^2 \rightarrow \max \quad (5.14)$$

Оптимальные значения факторов $M_M = 55,6\%$; $W = 64\%$; $\tau = 5$ мин; $N = 23,8$.

- по соусу соево-калиновому:

- в кодированной форме

$$Y_8 = 23,93 + 0,34 \cdot X_1 + 0,31 \cdot X_2 + 0,51 \cdot X_3 - 0,56 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,36 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,56 \cdot X_1^2 - 0,87 \cdot X_2^2 - 0,66 \cdot X_3^2 \rightarrow \max; \quad (5.15)$$

- в раскодированной форме

$$N_8 = 9,41 + 0,17 \cdot M_M + 0,24 \cdot W + 0,92 \cdot \tau - 0,78 \cdot 10^{-3} \cdot m \cdot \tau - 0,60 \cdot 10^{-2} \cdot W \cdot \tau - 0,14 \cdot 10^{-2} \cdot M_M^2 - 0,21 \cdot 10^{-2} \cdot W^2 - 0,07 \cdot \tau^2 \rightarrow \max \quad (5.16)$$

При этом оптимальные значения факторов $M_M = 42\%$; $W = 65,4\%$; $\tau = 6,26$ мин; $N = 24,1$.

- по соусу соево-голубичному:

- в кодированной форме

$$Y_9 = 23,81 + 0,55 \cdot X_1 + 0,42 \cdot X_2 + 0,38 \cdot X_3 - 1,14 \cdot X_1^2 - 0,90 \cdot X_2^2 - 0,93 \cdot X_3^2 \rightarrow \max; \quad (5.17)$$

- в раскодированной форме

$$N_9 = 5,45 + 0,25 \cdot M_M + 0,29 \cdot W + 1,17 \cdot \tau - 0,28 \cdot 10^{-2} \cdot M_M^2 - 0,22 \cdot 10^{-2} \cdot W^2 - 0,10 \cdot \tau^2 \rightarrow \max \quad (5.16)$$

Оптимальные значения факторов $M_M = 44,8\%$; $W = 64,6\%$; $\tau = 5,63$ мин; $N = 23,9$.

- по соусу соево-черничному:

- в кодированной форме

$$Y_{10} = 23,14 + 0,28 \cdot X_1 - 0,32 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,35 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,94 \cdot X_1^2 - 0,67 \cdot X_2^2 - 0,57 \cdot X_3^2 \rightarrow \max; \quad (5.19)$$

- в раскодированной форме

$$N_{10} = 10,86 + 0,25 \cdot M_M + 0,20 \cdot W + 0,29 \cdot \tau - 0,81 \cdot 10^{-3} \cdot M_M \cdot W + 0,58 \cdot 10^{-2} \cdot W \cdot \tau - 0,23 \cdot 10^{-2} \cdot M_M^2 - 0,16 \cdot 10^{-1} \cdot W^2 - 0,06 \cdot \tau^2 \rightarrow \max \quad (5.20)$$

Оптимальные значения факторов $M_M = 43,2\%$; $W = 59,2\%$; $\tau = 4,97$ мин; $N = 23,1$.

Результаты регрессионного анализа полученных моделей $Y_{6-10} = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$ (табл. 5.5) показывают, что модели (5.11-5.20) адекватны, так как $F_{R(6-10)} > F_T$.

Таблица 5.11

Результаты регрессионного анализа зависимостей $Y_{6-10}=f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$

Кри- терий	a_0	a_1	a_2	a_3	a_{12}	a_{13}	a_{23}	a_{11}	a_{22}	a_{33}	Заключе- ние об адекват- ности	
											F_R	F_T
Y_6	23,894	0,369	0,145	-	-0,313	-	-0,363	-0,503	-0,503	-0,300	6,41	4,77
Y_7	23,408	1,223	0,386	-	-	-	-	-0,786	-0,956	-0,515	8,982	3,79
Y_8	23,938	0,346	0,311	0,519	-	-0,563	0,363	-0,567	-0,872	-0,668	6,641	5,96
Y_9	23,815	0,560	0,421	0,387	-	-	-	-1,143	-0,906	-0,939	11,39	4,15
Y_{10}	23,149	0,290	-	-	-0,325	-	0,350	-0,949	-0,678	-0,576	6,363	4,15

Таблица 5.12

Области экстремальных значений для зависимостей $Y_{6-10}=f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$

Критерий	X_1	X_2	X_3	Y_i
1	2	3	4	5
$Y_6-\max$	0,06	1,00	-0,60	23,9
	0,05	1,00	-0,60	23,9
	0,06	1,00	-0,61	23,9
	0,05	1,00	-0,61	23,9
	0,06	1,00	-0,59	23,9
	0,05	1,00	-0,59	23,9
	0,06	1,00	-0,62	23,9
	0,05	1,00	-0,62	23,9
	0,07	1,00	-0,60	23,9
	0,07	1,00	-0,61	23,9
$Y_7-\max$	0,78	0,20	0,00	23,9
	0,77	0,20	0,00	23,9
	0,78	0,20	-0,01	23,9
	0,78	0,20	0,01	23,9
	0,78	0,21	0,00	23,9
	0,77	0,20	-0,01	23,9
	0,77	0,20	0,01	23,9
	0,77	0,21	0,00	23,9
	0,78	0,21	-0,01	23,9
	0,78	0,21	0,01	23,9
$Y_8-\max$	0,10	0,27	0,42	24,1
	0,10	0,26	0,42	24,1
	0,09	0,27	0,42	24,1
	0,09	0,26	0,42	24,1
	0,10	0,26	0,41	24,1
	0,09	0,27	0,43	24,1
	0,10	0,27	0,41	24,1
	0,11	0,26	0,41	24,1
	0,10	0,27	0,43	24,1
	0,09	0,26	0,43	24,1
$Y_9-\max$	0,24	0,23	0,21	23,9
	0,25	0,23	0,21	23,9
	0,24	0,23	0,20	23,9
	0,25	0,23	0,20	23,9
	0,24	0,24	0,21	23,9
	0,25	0,24	0,21	23,9
	0,24	0,24	0,20	23,9
	0,25	0,24	0,20	23,9

1	2	3	4	5
	0,24	0,22	0,21	23,9
	0,25	0,22	0,21	23,9
$Y_{10} - max$	0,16	-0,04	-0,01	23,1
	0,16	-0,04	-0,02	23,1
	0,16	-0,05	-0,02	23,1
	0,16	-0,05	-0,01	23,1
	0,16	-0,03	-0,01	23,1
	0,16	-0,04	0,00	23,1
	0,15	-0,04	-0,01	23,1
	0,17	-0,04	-0,01	23,1
	0,15	-0,04	-0,02	23,1
	0,17	-0,05	-0,02	23,1

Полученные модели (5.11-5.20) исследованы на экстремум (таблица 5.12) с построением соответствующих поверхностей отклика $Y_i(N_i)$ и их сечений (рис. 5.5-5.9)

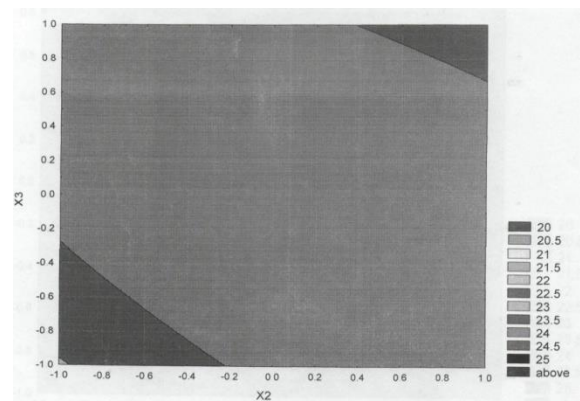
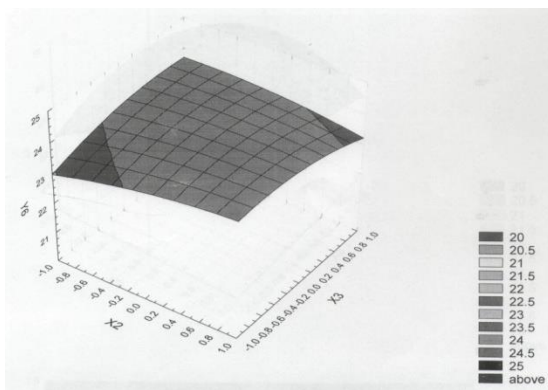


Рис. 5.5. Поверхность отклика $Y_6=f(X_1=0,06; X_2; X_3)$ и ее сечения

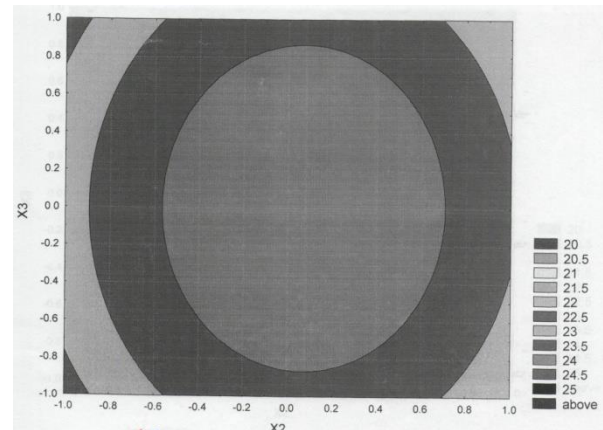
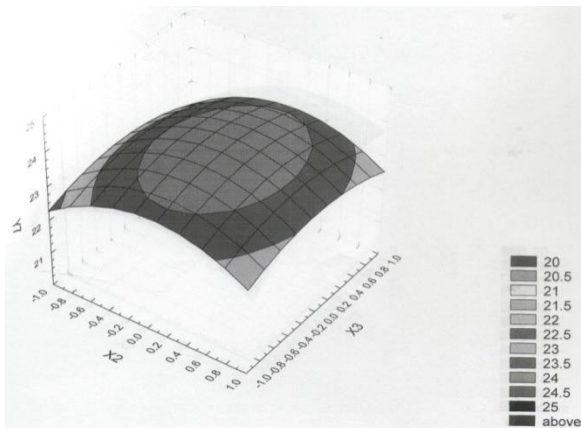


Рис. 5.6. Поверхность отклика $Y_7=f(X_1=0,78; X_2; X_3)$ и ее сечения

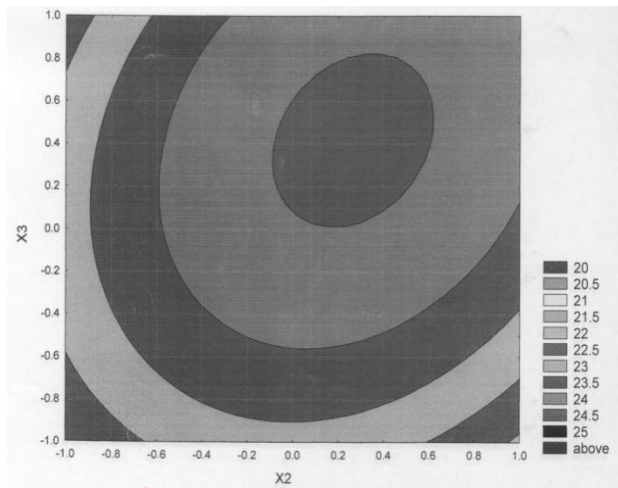
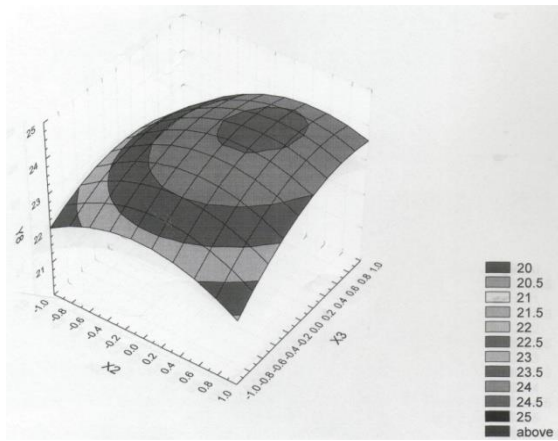


Рис. 5.7. Поверхность отклика $Y_8=f(X_1=0,1; X_2; X_3)$ и ее сечения

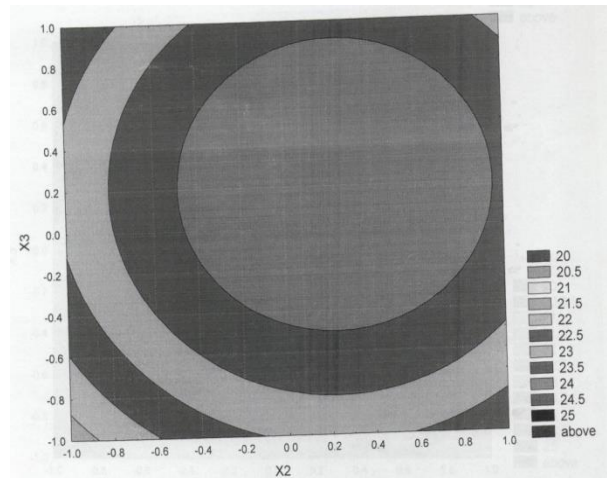
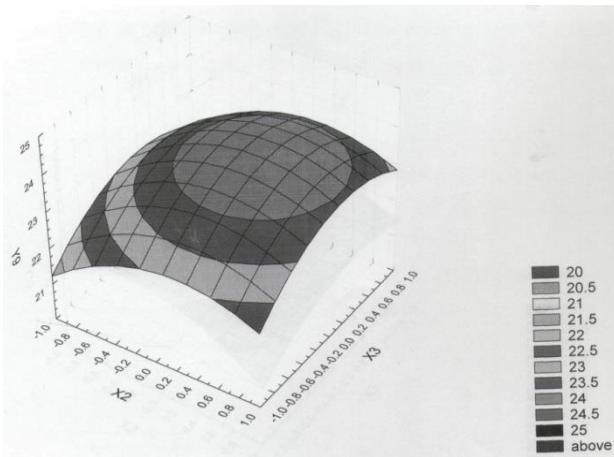


Рис. 5.8. Поверхность отклика $Y_9=f(X_1=0,24; X_2; X_3)$ и ее сечения

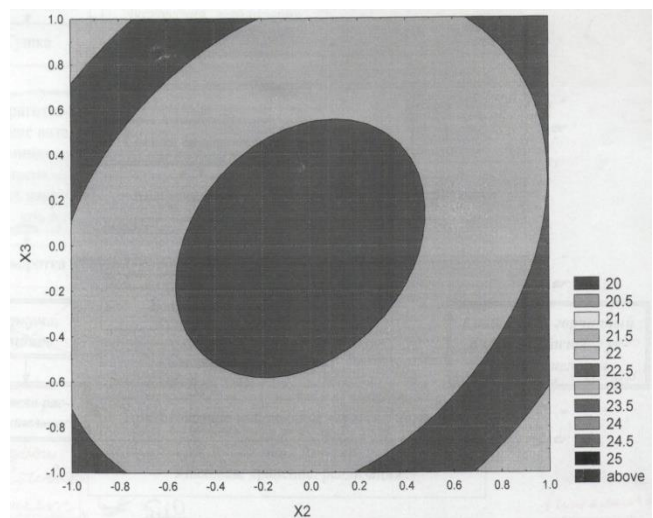
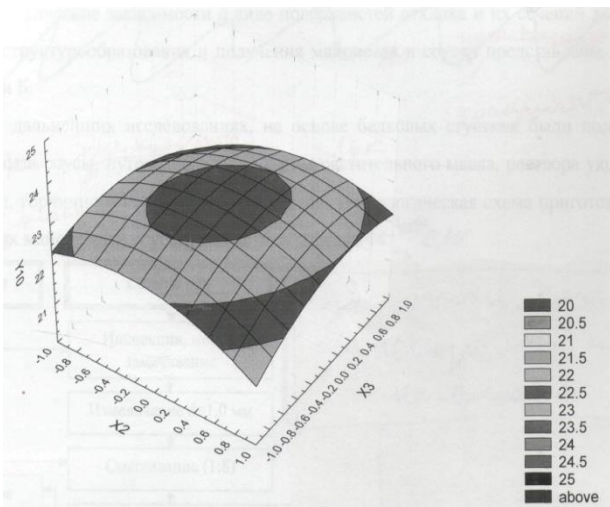


Рис. 5.9. Поверхность отклика $Y_{10}=f(X_1=0,16; X_2; X_3)$ и ее сечения

В дальнейших исследованиях, на основе белковых коагулятов получают майонезно-соусные продукты добавлением к ним ЛБК, раствор уксусной кислоты, горчичного порошка, соли и сахара. Технологическая схема приготовления белково-витаминных майонезно-соусных продуктов представлена на рисунке 5.10.

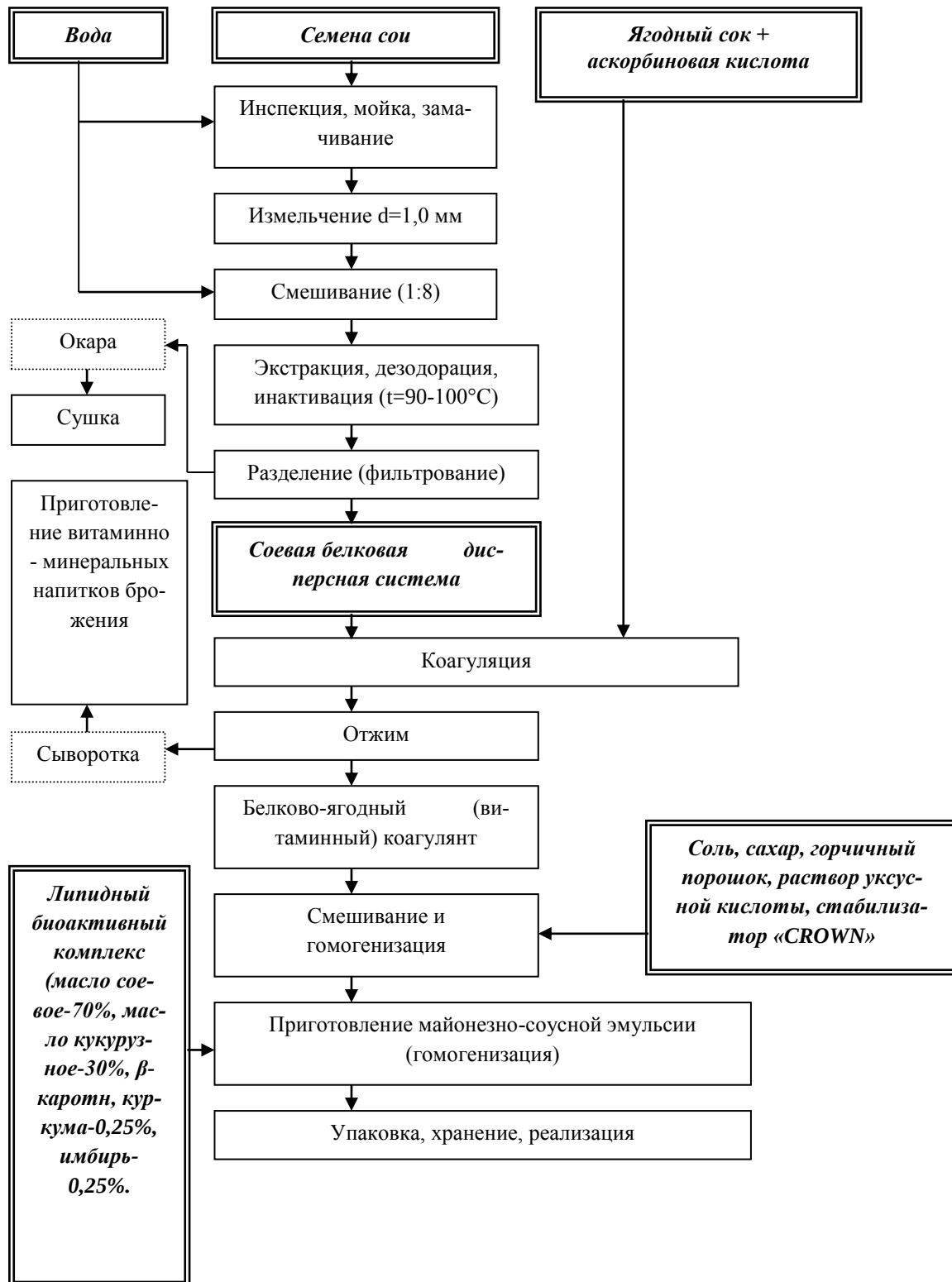


Рис. 5.10. Технологическая схема приготовления белково-витаминных майонезно-соусных продуктов

Рецептуры разработанных майонезов и соусов представлены в таблицах 5.13 и 5.14.

Таблица 5.13

Рецептура майонезов на 100 кг

Наименование компонентов	Количество, %	
	в соево-брусничном	в соево-клюквенном
Масло соевое + масло кукурузное	28,0/12,0	28,0+12,0
Горчичный порошок	0,75	0,74
Белково-витаминный коагулянт	56,2	56,2
Сахар	1,5	1,4
Соль	1,0	1,1
Уксусная кислота 80%	0,55	0,56
Итого	100	100

Таблица 5.14

Рецептура соусов на 100 кг

Наименование компонентов	Количество, %		
	Соево-брусничный	Соево-клюквенный	Соево-черничный
Белково-витаминный коагулянт	56,0	57,2	56,0
Масло соевое + масло кукурузное	28+12	28+12	28+12
Соль	1,0	0,9	-
Сахар	1,7	1,4	4,0
Уксусная кислота 80%	0,5	0,5	-
Горчичный порошок	0,8	-	-
Итого	100	100	100

По полученным результатам исследован химический состав полученных майонезов и соусов, а также определена их энергетическая ценность (табл. 5.15 и 5.16).

Таблица 5.15

Химический состав и энергетическая ценность майонезной и соусной продукции

Майонезно-соусный продукт	Вода	Белки	Жиры	Углеводы	Зола	Витамины, мг/100 г				Энергетическая ценность, ккал/100 г
						β-каротин	Е	биофлавоноиды в пересчете на рутин	С	
Соево-брусничный	30,0	11,4	44,54	11,04	3,0	1,32	7,48	10,0	75,0	490,62
Соево-клюквенный	30,0	5,4	43,3	18,0	3,3	1,29	7,31	15,4	66,0	483,30
Соево-калиновый	30,0	5,1	43,16	18,87	3,0	1,28	7,28	17,2	78,0	484,20
Соево-голубичный	30,0	4,98	41,02	20,4	3,6	1,23	6,97	8,0	72,0	459,42
Соево-черничный	30,0	5,16	44,08	17,58	3,18	1,3	7,4	16,4	63,0	487,76
Майонез столовый «Провансаль» ГОСТ 30004.1-93	26,3	1,5	67,0	2,6	1,0	сл.	0,01	-	сл.	620
Майонез столовый молочный	25,0	2,4	67,0	3,9	1,7	сл.	0,01	-	сл.	627

В таблице 5.16 представлены данные, анализ которых показывает, что разработанные продукты питания имеют повышенную пищевую и биологическую ценность, так как содержат в своем составе от 4,98 до 11,4% белка, β -каротин от 1,23 до 1,23 мг/100г, витамин Е от 6,97 до 7,48 мг/100г.

Таблица 5.16

Сравнительный состав жиров майонезно-соусной продукции, %

Показатели	Майонезно-соусные продукты					
	соево-бруснич-ный	соево-клюквен-ный	соево-калино-вый	соево-голубич-ный	соево-чернич-ный	майонез столовый «Провансаль» ГОСТ 30004.1-93
Сумма липидов	44,54	43,3	43,16	41,02	44,08	67,0
Триглицериды	44,3	43,1	42,9	40,9	43,8	66,0
Фосфолипиды	0	0,	0	0	0	0,58
Ситостерны	0,24	0,22	0,21	0,19	0,21	0,13
Холестерин	0	0	0	0	0	0,10
Жирные к-ты (сумма)	42,0	41,3	41,1	39,0	42,0	63,55
Насыщенные	6,18	6,1	6,0	5,9	6,18	7,96
Пальмитиновая	4,9	4,8	4,75	4,65	6,18	4,48
Стеариновая	1,3	1,25	1,20	1,1	1,3	0,20
Мононенасыщенные	9,44	9,40	9,3	9,0	9,44	16,32
Олеиновая	9,2	9,1	9,0	8,9	9,2	16,18
Полиненасыщенные	26,75	26,7	26,3	25,9	26,75	39,27
Линолевая	26,13	26,0	25,9	25,1	26,13	39,24
Линоленовая	3,48	3,40	3,3	3,25	3,48	0,01
Соотношение $C_{18:2} : C_{18:3}$	7,5:1,0	7,64:1,0	7,84:1,0	7,72:1,0	7,5:1,0	3900:1
Рекомендуемое ФАО/ВОЗ	7,5:1					

При этом соотношение жирных кислот $C_{18:2} : C_{18:3}$ в продуктах находится в пределах (7,5:1,0) – (7,84:1,0), что отвечает рекомендациям ФАО/ВОЗ, в соответствии с ГОСТ Р-52349-2005 «Продукты пищевые, функциональные». Это позволяет отнести разработанные продукты к продуктам с функциональной направленностью.

Разработанные соусы и майонезы имеют привлекательный внешний вид, выраженный вкус и аромат, насыщенный цвет, соответствующий используемому виду структурообразователя. Их органическая характеристика приведена в таблице 5.17.

Органолептическая характеристика майонезно-соусных продуктов

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид, консистенция	Однородный сметанообразный продукт с единичными пузырьками воздуха. Наличие частиц добавляемых пряностей, частиц добавок, точечные вкрапления от горчицы
Вкус	Умеренно выраженный, с привкусом входящих в состав ингредиентов, без постороннего привкуса
Запах	Приятный, с хорошо выраженным ароматом входящих в состав вкусовых добавок, без постороннего запаха
Цвет	От светло-бордового до фиолетово-синего, однородный по всей массе с оттенками

На заключительном этапе исследований, определены зависимости, характеризующие изменение эффективной вязкости η от времени хранения разработанных продуктов $t_{\text{хр}}$. (рисунок 5.11) Анализ данных зависимостей показывает, что они носят экспоненциальный характер.

При этом, в первые пять суток эффективная вязкость нарастает более интенсивно, а затем, в течение следующих 20 суток интенсивность снижается и далее значения вязкости остается на одном и том же уровне.

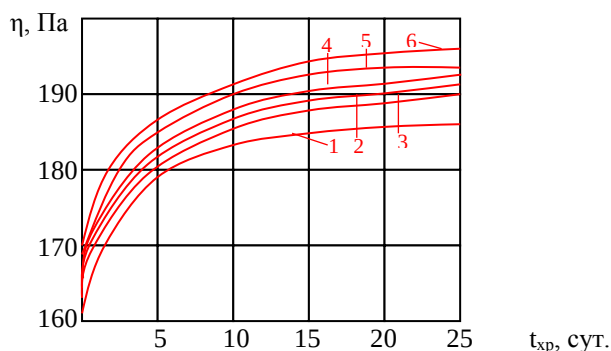


Рис. 5.11. Динамика эффективной вязкости η майонезно-соусных продуктов в процессе хранения

1 — соево-брусничный; 2 — соево-клюквенный; 3 — соево-калиновый;
4 — соево-голубичный; 5 — соево-черничный; 6 — контрольный образец.

Содержание токсичных элементов, антибиотиков и радионуклидов, пестицидов в разработанных продуктах не превышает допустимых уровней, установленных «Гигиеническими требованиями к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» СанПиН 2.3.2.1078-01, утвержденными Постановлением Госсанэпиднадзора России от 14 ноября 2001 г., № 36 (табл. 5.18).

**Гигиенические требования к качеству и безопасности
продовольственного сырья и пищевых продуктов**

Продукт	Показатели	Допустимые уровни, мг/кг, не более	Примечание
1.7.3. Продукты переработки растительных масел и животных жиров, включая жир рыбный (маргарины, кулинарные жиры, кондитерские жиры, майонезы, фосфатидные концентраты)	Показатели окислительной порчи:		
	перекисное число	10	ммоль активного кислорода/кг
	Токсичные элементы:		
	свинец	0,1	
		0,3	майонез
	мышьяк	0,1	
	кадмий	0,05	
	ртуть	0,05	
	Микотоксины:		
	афлатоксин В ₁	0,005	
	Ингибитор трипсина	0,5	%, не более для соевых белковых продуктов диетического и детского питания
	Пестициды, радионуклиды:		
	гексахлорциклогексан (α , β , γ -изомеры)	0,1	в пересчете на сухое вещество
	ДДТ и его метаболиты	0,01	
	ртутьорганические пестициды	не допускаются	
	Радионуклиды:		
	цезий-137	130	Бк/кг, в пересчете на сухое вещество
	стронций-90	80	то же
	Олигосахара	2,0	%, не более для соевых белковых продуктов диетического и детского питания
	Ингибитор трипсина	0,5	%, не более для соевых белковых продуктов диетического и детского питания

Микробиологические показатели майонезов и соусов, в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01, утвержденным Министерством здравоохранения, соответствуют требованиям, указанным в таблице 5.19.

Таблица 5.19

Микробиологические показатели майонезов

Индекс, группа продуктов	КМА- ФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в кото- рой не допускаются		Дрожжи, КОЕ/г, не более	Плесени, КОЕ/г, не более	Приме- чение
		БГКП (коли- формы)	Патогенные, в т.ч. сальмонел- лы			
1.7.3.1. Майонез						
- в потребитель- ской таре	-	0,1	25	5·10 ²	50	
- для промпере- работки	-	0,01	25	1·10 ³	50	

5.2 Разработка технологии и рецептур пастообразных белково-витаминно-липидных продуктов на основе коагуляционных соево-корнеплодно-ягодных композиций

На данном этапе исследований необходимо было обосновать параметры технологии и рецептуры пастообразных белково-витаминно-липидных паст на основе соево-корнеплодно-ягодных композиций (табл. 5.19).

В таблице 5.20 представлены факторы и уровни их варьирования по исследованию процесса приготовления пастообразных белково-витаминно-липидных продуктов питания, а в таблице 5.21 матрица планирования эксперимента.

Таблица 5.19

Биохимический состав (%) и энергетическая ценность исходных компонентов для приготовления белково-витаминно-липидных паст

Продукты-компоненты	Массовая доля, %						Витамины, мг/100г				Энергетическая ценность ккал/100г
	воды	белков №6.25	липидов	углеводов	клетчатки	минеральных веществ	С	Е	β-каротин	Биофлавоноидов в пересчете на рутин	
Белково-витаминный коагулят:											
- соево-ягодно-морковная композиция	54,2	15,9	5,1	20,1	1,1	2,7	300	4,5	3,0	19,4	197,9
- соево-ягодно-тыквенная композиция	54,0	14,0	5,2	23,0		3,5	300,0	4,2	3,3	18,3	194,8
- соево-ягодно-свекольная композиция	50,0	16,0	5,2	24,0		4,5	300,0	4,0	-	18,2	206,8
Масло сливочное крестьянское ГОСТ 37-91	27,5	0,8	72,5	1,3	-	0,4	-	-	-	-	667,0
Молоко сухое обезжиренное	4,0	37,9	1,0	4,93	-	6,8	4,0		сл.	-	350

Таблица 5.20

Факторы и уровни их варьирования по изучению процесса приготовления пастообразных продуктов

Обозначение	Факторы и их значения		
	массовая доля масла сливочного, С, %	массовая доля, молока сухого, Mg, %	продолжительность взбивания, t, мин.
	X_1	X_2	X_3
Интервал варьирования	20,0	0,5	2,0
Верхний уровень (+)	60,0	7,0	6,0
Основной уровень (0)	40,0	6,5	4,0
Нижний уровень (-)	20,0	5,0	2,0

Таблица 5.21

Матрица планирования и результаты эксперимента

	Факторы			Критерий оценки, балл				
	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
1.	-1	-1	+1	20,4	18,0	20,3	20,5	21,2
2.	+1	-1	-1	20,5	20,0	20,6	20,6	19,9
3.	-1	+1	-1	17,5	17,0	18,1	17,6	20,2
4.	+1	+1	+1	20,0	20,5	20,6	20,1	22,2
5.	-1	-1	-1	20,5	20,0	18,1	20,6	19,7
6.	-1	-1	+1	21,7	20,0	21,5	21,5	21,2
7.	-1	+1	+1	19,0	16,5	19,1	19,1	20,7
8.	+1	+1	-1	19,0	20,0	19,1	19,1	21,6
9.	-1,215	0	0	20,0	19,0	20,1	20,1	21,2
10.	1,215	0	0	21,3	20,5	21,1	21,4	22,6
11.	0	-1,215	0	22,0	21,0	22,1	22,1	21,0
12.	0	1,215	0	21,5	20,0	20,4	21,0	23,2
13.	0	0	-1,215	21,6	22,2	21,1	21,7	22,2
14.	0	0	1,215	23,3	19,5	22,1	23,0	23,0
15.	0	0	0	21,5	20,0	23,6	20,6	22,0

В таблицах 5.22-5.26 представлен регрессионный анализ зависимостей

$$Y_{1-5}=f(X_1;X_2;X_3;)\rightarrow\max$$

Таблица 5.22

Регрессионный анализ зависимости $Y_1=f(X_1;X_2;X_3;)\rightarrow\max$

		Шаг анализа					
		1	2	3	4	5	6
Коэффициенты модели	a_0	22,550	22,550	22,550	22,550	22,331	22,331
	a_1	0,491	0,491	0,491	0,491	0,491	-
	a_2	-0,749	-0,749	-0,749	-0,749	-0,749	-0,749
	a_3	0,517	0,517	0,517	0,517	0,517	0,517
	a_{12}	0,150	0,150	-	-	-	-
	a_{13}	0,100	-	-	-	-	-
	a_{23}	0,175	0,175	0,175	-	-	-
	a_{11}	-1,521	-1,521	-1,521	-1,521	-1,521	-1,521
	a_{22}	-0,776	-0,776	-0,776	-0,776	-0,776	-0,776
	a_{33}	-0,302	-0,302	-0,302	-0,302	-	-
Стандартное отклонение, σ		3,6876	3,7676	3,9476	4,1926	4,5893	7,2316
R-корреляция		0,93434	0,93285	0,92953	0,92498	0,91758	0,86654
F-критерий		3,4365	4,4700	5,5599	6,7711	7,9909	6,0285

Таблица 5.23

Регрессионный анализ зависимости $Y_2=f(X_1;X_2;X_3;)\rightarrow\max$

		Шаг анализа				
		1	2	3	4	5
Коэффициенты модели	a_0	20,959	20,959	20,750	20,750	20,750
	a_1	0,988	0,988	0,988	0,988	0,988
	a_2	-0,476	-0,476	-0,476	-0,476	-
	a_3	-0,482	-0,482	-0,482	-0,482	-0,482
	a_{12}	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625
	a_{13}	0,375	0,375	0,375	-	-
	a_{23}	0,250	-	-	-	-
	a_{11}	-1,032	-1,032	-1,032	-1,032	-1,032
	a_{22}	-0,524	-0,524	-0,524	-0,524	-0,524
	a_{33}	-0,287	-0,287	-	-	-
Стандартное отклонение- σ		3,9179	4,4179	4,7767	5,9017	8,3848
R-корреляция		0,93381	0,92502	0,91865	0,89842	0,85206
F-критерий		3,4062	3,9520	4,7310	4,7833	3,9745

Таблица 5.24

Регрессионный анализ зависимости $Y_3=f(X_1;X_2;X_3;)\rightarrow\max$

		Шаг анализа				
		1	2	3	4	5
Коэффициенты модели	a_0	23,201	23,201	23,201	23,201	24,021
	a_1	0,677	0,677	0,677	0,677	0,677
	a_2	-0,517	-0,517	-0,517	-0,517	-
	a_3	0,622	0,622	0,622	0,622	0,622
	a_{12}	-0,150	-0,150	-0,150	-	-
	a_{13}	-0,100	-0,100	-	-	-
	a_{23}	-0,075	-	-	-	-
	a_{11}	-1,511	-1,511	-1,511	-1,511	-1,511
	a_{22}	-1,071	-1,071	-1,071	-1,071	-1,071
	a_{33}	-0,834	-0,834	-0,834	-0,834	-0,834
Стандартное отклонение- σ		1,5949	1,6399	1,7199	1,8999	4,8306
R-корреляция		0,97485	0,97415	0,97287	0,96999	0,92172
F-критерий		9,5665	12,396	15,473	18,187	8,4715

Таблица 5.25

Регрессионный анализ зависимости $Y_4=f(X_1;X_2;X_3;)\rightarrow\max$

		Шаг анализа					
		1	2	3	4	5	6
Коэффициенты модели	a_0	22,052	22,052	21,964	21,964	21,964	21,964
	a_1	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464
	a_2	-0,789	-0,789	-0,789	-0,789	-0,789	-0,789
	a_3	0,446	0,446	0,446	0,446	0,446	-
	a_{12}	0,188	0,188	0,188	0,188	-	-
	a_{13}	-0,063	-	-	-	-	-
	a_{23}	0,213	0,125	0,125	-	-	-
	a_{11}	-1,205	-1,205	-1,205	-1,205	-1,205	-1,205
	a_{22}	-0,663	-0,663	-0,663	-0,663	-0,663	-0,663
	a_{33}	-0,121	-0,121	-	-	-	-
Стандартное отклонение- σ		4,5058	4,5397	4,6036	4,8848	5,2461	7,4200
R-корреляция		0,90476	0,90407	0,90258	0,89629	0,88816	0,83743
F-критерий		2,2562	2,9830	3,8460	4,6683	5,6031	4,6955

Таблица 5.26

Регрессионный анализ зависимости $Y_5=f(X_1;X_2;X_3;)\rightarrow\max$

		Шаг анализа			
		1	2	3	4
Коэффициенты модели	a_0	22,862	22,862	22,862	22,862
	a_1	0,438	0,438	0,438	0,438
	a_2	0,491	0,491	0,491	0,491
	a_3	0,445	0,445	0,445	0,445
	a_{12}	0,338	0,338	0,338	-
	a_{13}	-0,013	-	-	-
	a_{23}	-0,213	-0,213	-	-
	a_{11}	-0,843	-0,843	-0,843	-0,843
	a_{22}	-0,708	-0,708	-0,708	-0,708
	a_{33}	-0,369	-0,369	-0,369	-0,369
Стандартное отклонение- σ		2,1476	2,1489	2,5101	3,4214
R-корреляция		0,93138	0,93135	0,91632	0,88821
F-критерий		3,2729	4,3615	4,7753	4,2713

На основе регрессионного анализа построили математические модели органолептической оценки пастообразных белково-витаминно-липидных продуктов питания.

Математические модели органолептической оценки композиций пастообразного белково-витаминно-липидного продукта имеют следующий вид:

- в кодированной форме

$$Y_1 = 22,331 + 0,491 \cdot X_1 + 0,749 \cdot X_2 + 0,517 \cdot X_3 - 1,521 \cdot X_1^2 - 0,776 \cdot X_2^2 \quad (5.21)$$

$$Y_2 = 20,750 + 0,888 \cdot X_1 - 0,476 \cdot X_2 - 0,482 \cdot X_3 + 0,625 \cdot X_1 \cdot X_2 - 1,032 \cdot X_1^2 - 0,524 \cdot X_2^2 \quad (5.22)$$

$$Y_3 = 23,021 + 0,676 \cdot X_1 - 0,517 \cdot X_2 - 0,622 \cdot X_3 - 1,511 \cdot X_1^2 - 1,071 \cdot X_2^2 - 0,834 \cdot X_3^2 \quad (5.23)$$

$$Y_4 = 21,964 + 0,464 \cdot X_1 - 0,789 \cdot X_2 - 0,446 \cdot X_3 - 1,205 \cdot X_1^2 - 0,633 \cdot X_2^2 \quad (5.24)$$

$$Y_5 = 22,862 + 0,438 \cdot X_1 - 0,419 \cdot X_2 - 0,445 \cdot X_3 - 0,843 \cdot X_1^2 - 0,708 \cdot X_2^2 - 0,369 \cdot X_3^2 \quad (5.25)$$

- в натуральном виде

$$N_1 = -107,18 + 0,32 \cdot C + 3,98 \cdot M_g + 0,25 \cdot t - 3,80 \cdot 10^{-3} \cdot C^2 - 0,31 \cdot M_g^2 \rightarrow \max. \quad (5.26)$$

$$N_2 = -50,50 - 0,15 \cdot C + 23,7 \cdot M_g + 0,24 \cdot t + 0,32 \cdot C \cdot M_g - 2,58 \cdot 10^{-3} \cdot C^2 - 2,09 \cdot M_g^2 \rightarrow \max. \quad (5.27)$$

$$N_3 = -163,24 + 0,33 \cdot C + 54,65 \cdot M_g + 1,97 \cdot t - 3,77 \cdot 10^{-3} \cdot C^2 - 4,28 \cdot M_g^2 - 0,20 \cdot t^2 \rightarrow \max. \quad (5.28)$$

$$N_4 = 86,46 + 0,26 \cdot C + 32,89 \cdot M_g + 0,22 \cdot t - 3,01 \cdot 10^{-3} \cdot C^2 - 2,65 \cdot M_g^2 \rightarrow \max. \quad (5.29)$$

$$N_5 = -101,00 - 2,92 \cdot 10^{-2} \cdot C + 36,40 \cdot M_g + 0,96 \cdot t + 3,38 \cdot 10^{-2} \cdot C \cdot M_g - 2,10 \cdot 10^{-3} \cdot C^2 - 2,83 \cdot M_g^2 - 9,22 \cdot 10^{-2} \cdot t^2 \rightarrow \max. \quad (5.30)$$

Таблица 5.27

Результаты регрессионного анализа зависимостей $Y_{1-5}=f(X_1;X_2;X_3;)\rightarrow\max$

Критерий	a_0	a_1	a_2	a_3	a_{12}	a_{11}	a_{22}	a_{33}	Заключение об адекватности	
									F_R	F_T
Y_1	22,331	0,491	-0,749	0,517	-	-1,521	-0,776	-	7,9909	4,770
Y_2	20,7500	0,9880	-0,4760	-0,4820	0,6250	-1,0320	-0,5240	-	4,7833	4,150
Y_3	23,021	0,677	-0,517	0,622	-	-1,511	-1,071	-0,834	18,187	4,150
Y_4	21,9640	0,4640	-0,7890	0,4460	-	-1,2050	-0,6630	-	5,6031	4,770
Y_5	22,8620	0,4380	0,4910	0,4450	0,3380	-0,8430	-0,7080	-0,3690	4,7753	3,290

Результаты регрессионного анализа показывают, что полученные математические модели адекватны с вероятностью $P=95\%$, при коэффициентах корреляции $R_1=0,86$; $R_2=0,85$; $R_3=0,92$; $R_4=0,83$ и $R_5=0,88$ и неравенстве по критерию Фишера (расчетном и табличном $F_R > F_T$).

Таблица 5.28

Области экстремальных значений

Критерий	X_1	X_2	X_3	Y_i
1	2	3	4	5
$Y_1 - min$	-1,21	1,21	-1,21	16,842
	-1,21	1,21	-1,20	16,847
	-1,21	1,21	-1,19	16,852
	-1,21	1,21	-1,18	16,858
	-1,21	1,21	-1,17	16,863
	-1,21	1,21	-1,16	16,868
	-1,21	1,20	-1,21	16,868
	-1,21	1,21	-1,15	16,873
	-1,21	1,20	-1,20	16,873
$Y_2 - min$	-1,21	1,21	-1,14	16,878
	-1,21	1,21	1,21	15,202
	-1,21	1,21	1,20	15,207
	-1,21	1,21	1,19	15,212
	-1,21	1,21	1,18	15,217
	-1,21	1,21	1,17	15,221
	-1,21	1,21	1,16	15,226
	-1,21	1,20	1,21	15,227
	-1,21	1,21	1,15	15,231
$Y_3 - min$	-1,21	1,20	1,20	15,232
	-1,21	1,21	1,14	15,236
	-1,21	1,21	-1,21	15,822
	-1,21	1,21	-1,20	15,849
	-1,21	1,20	-1,21	15,853
	-1,20	1,21	-1,21	15,865
	-1,21	1,21	-1,19	15,875
	-1,21	1,20	-1,20	15,880
	-1,21	1,19	-1,21	15,884
$Y_4 - min$	-1,20	1,21	-1,20	15,892
	-1,20	1,20	-1,21	15,896
	-1,21	1,21	-1,18	15,901
	-1,21	1,21	-1,21	17,173
	-1,21	1,21	-1,20	17,178
	-1,21	1,21	-1,19	17,182
	-1,21	1,21	-1,18	17,187
	-1,21	1,21	-1,17	17,191
	-1,21	1,21	-1,16	17,196
$Y_5 - min$	-1,21	1,20	-1,21	17,197
	-1,21	1,21	-1,15	17,200
	-1,21	1,20	-1,20	17,202
	-1,21	1,21	-1,14	17,204
	-1,21	-1,21	-1,21	18,883
	-1,21	-1,21	-1,20	18,897
	-1,21	-1,20	-1,21	18,901
	-1,21	-1,21	-1,21	18,904
	-1,21	-1,21	-1,19	18,910
$Y_5 - min$	-1,21	-1,20	-1,20	18,914
	-1,21	-1,21	-1,20	18,917
	-1,21	-1,19	-1,21	18,919
	-1,21	-1,20	-1,21	18,922
	-1,21	-1,21	-1,18	18,923

Приведенный анализ, а также решения полученных уравнений регрессии с исследованием их на $\max \rightarrow 25\%$ позволяет заключить, что оптимальными значениями факторов являются следующие:

- массовая доля сливочного масла – 40%;
- массовая доля сухого обезжиренного молока – 6,5%;
- продолжительность взбивания – 4-5 минут.

На рисунке 5.12 представлена графическая антериризация полученных результатов, которая позволяет наглядно проследить за влиянием факторов на формирование структуры и вкусовые достоинства полученных продуктов питания.

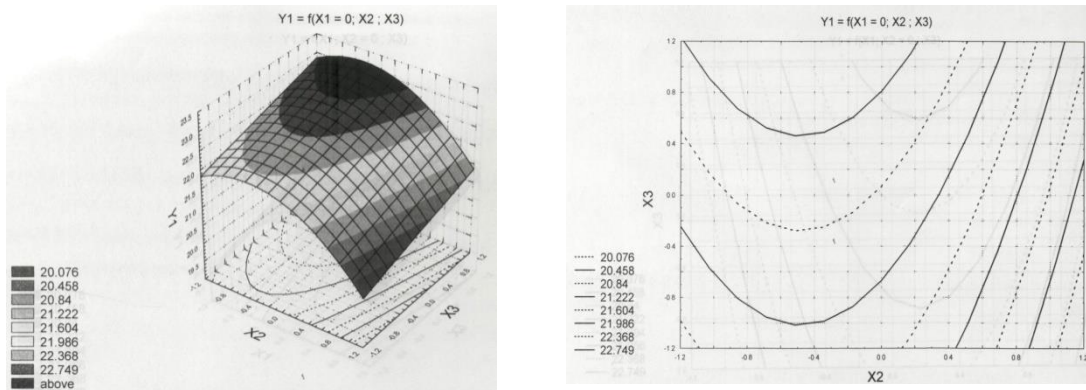


Рис. 5.12. Поверхность отклика $Y_1 = f(X_1=0; X_2; X_3) \rightarrow \max$ и ее сечения

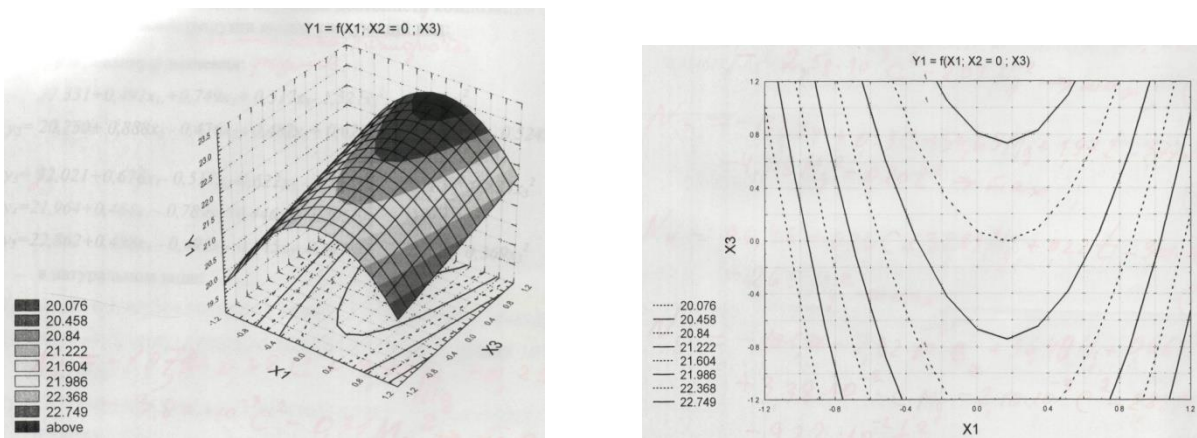


Рис. 5.13. Поверхность отклика $Y_1 = f(X_1; X_2=0; X_3) \rightarrow \max$ и ее сечения

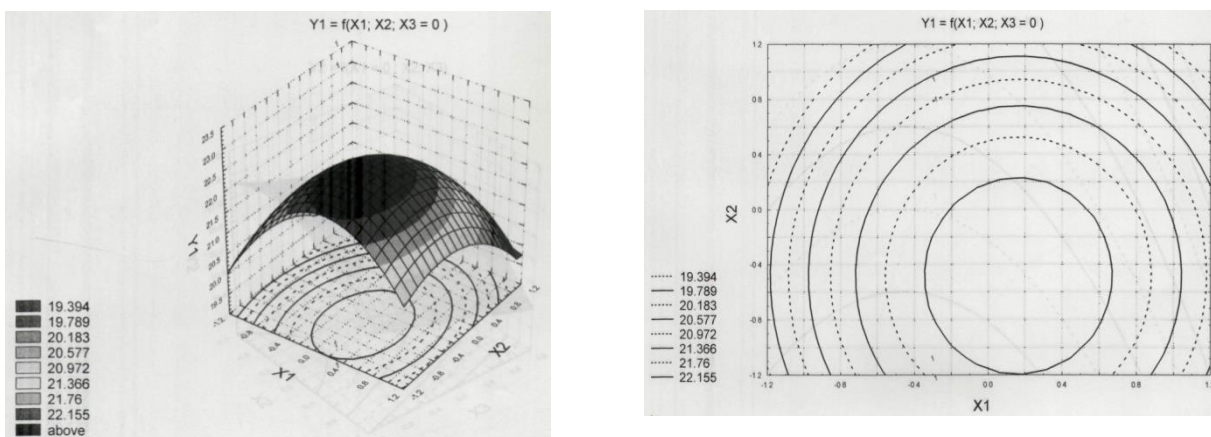


Рис. 5.14. Поверхность отклика $Y_1 = f(X_1; X_2; X_3=0) \rightarrow \max$ и ее сечения

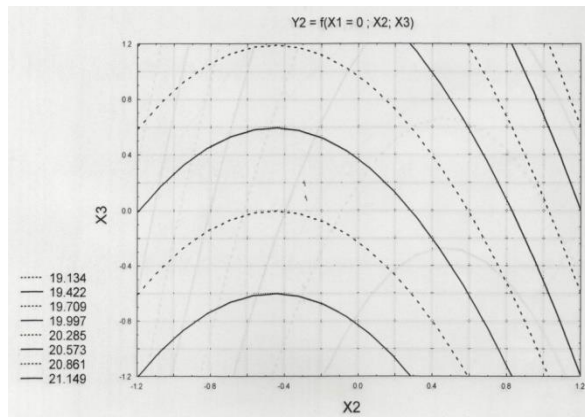
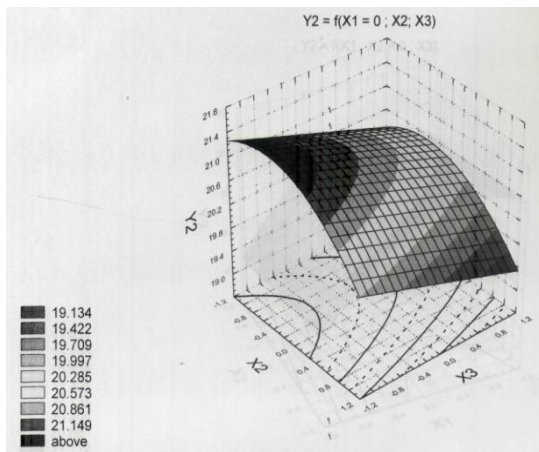


Рис. 5.15. Поверхность отклика $Y_2 = f(X_1=0; X_2; X_3) \rightarrow \max$ и ее сечения

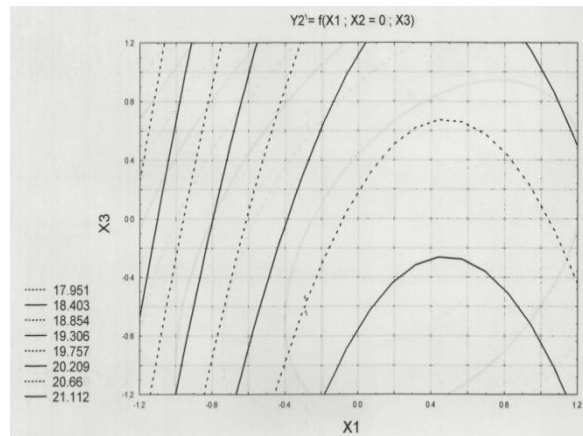
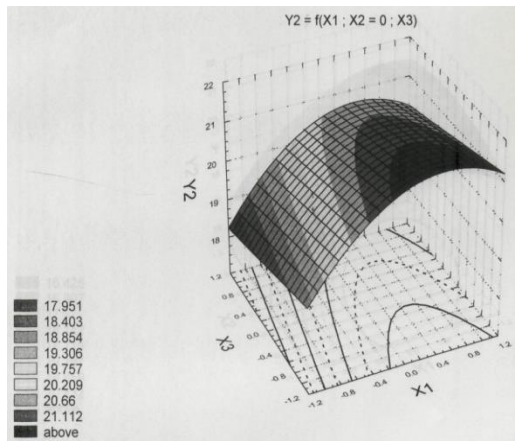


Рис. 5.16. Поверхность отклика $Y_2 = f(X_1; X_2=0; X_3) \rightarrow \max$ и ее сечения

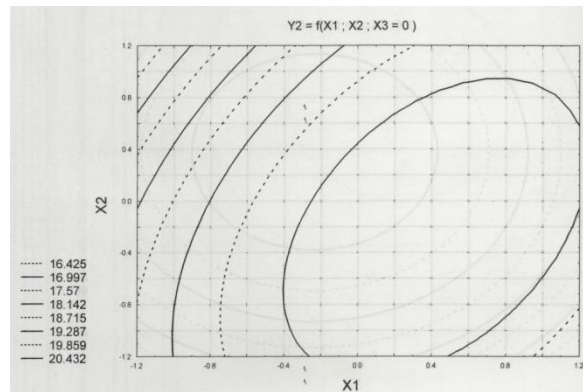
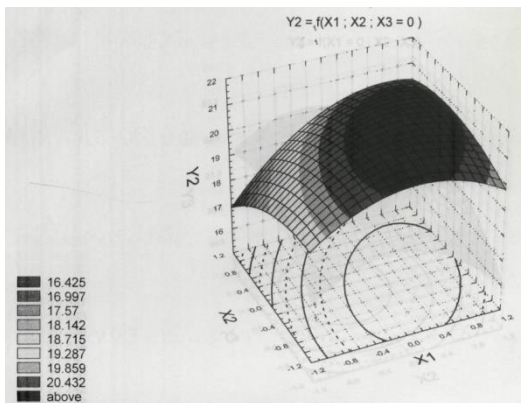


Рис. 5.17. Поверхность отклика $Y_2 = f(X_1; X_2; X_3=0) \rightarrow \max$ и ее сечения

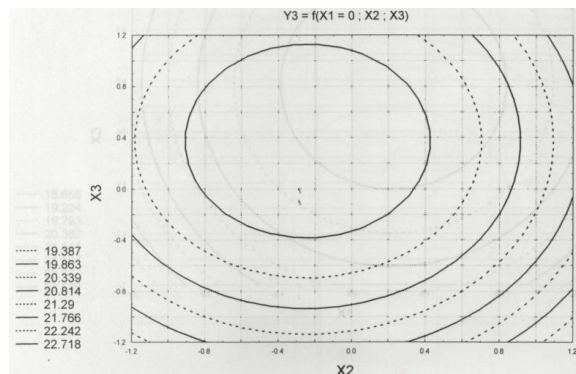
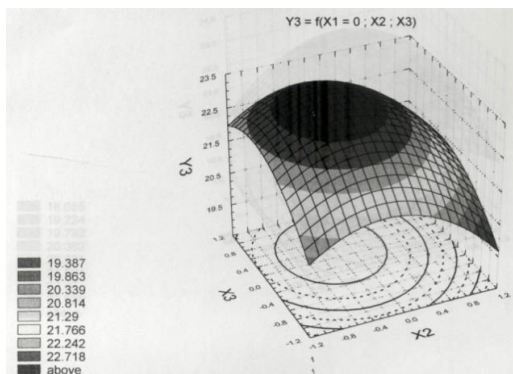


Рис. 5.18. Поверхность отклика $Y_3 = f(X_1=0; X_2; X_3) \rightarrow \max$ и ее сечения

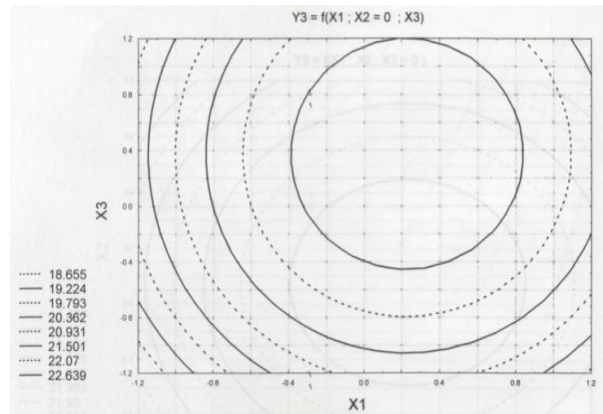
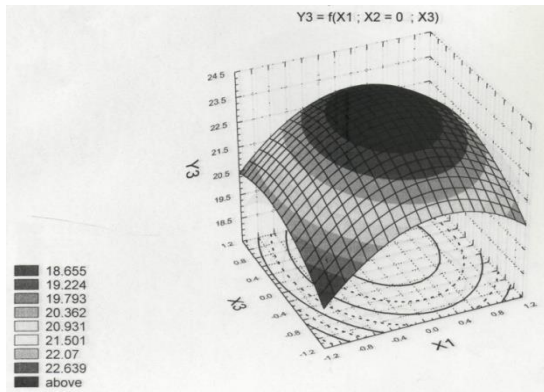


Рис. 5.19. Поверхность отклика $Y_3 = f(X_1; X_2 = 0; X_3) \rightarrow \max$ и ее сечения

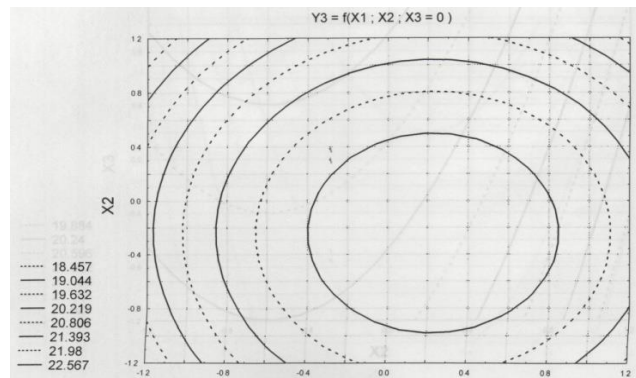
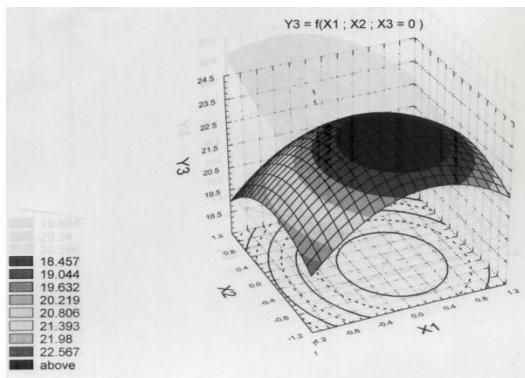


Рис. 5.20. Поверхность отклика $Y_3 = f(X_1; X_2; X_3 = 0) \rightarrow \max$ и ее сечения

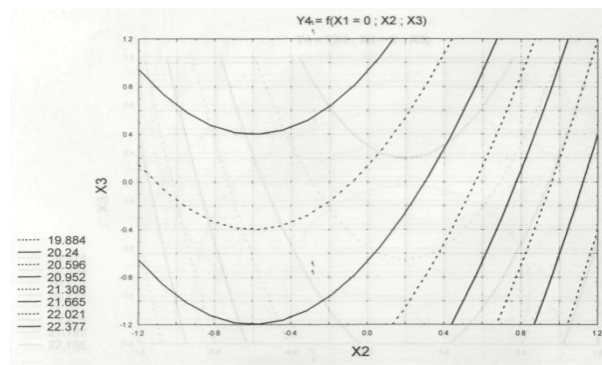
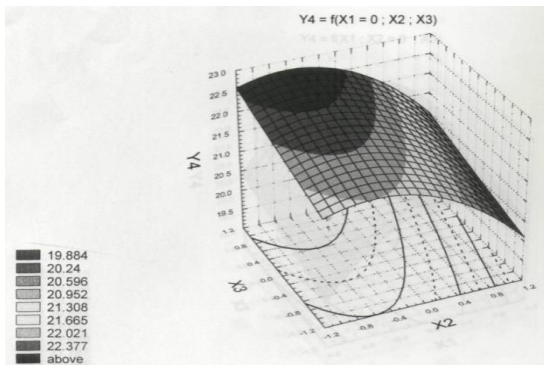


Рис. 5.21. Поверхность отклика $Y_4 = f(X_1 = 0; X_2; X_3) \rightarrow \max$ и ее сечения

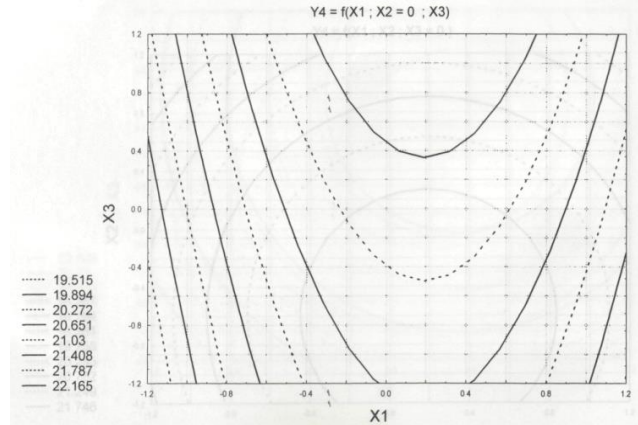
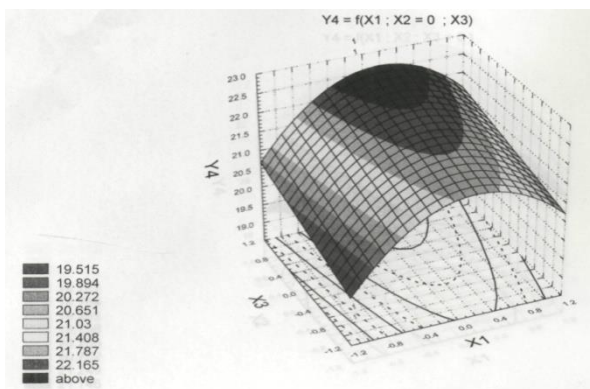


Рис. 5.22. Поверхность отклика $Y_4 = f(X_1; X_2 = 0; X_3) \rightarrow \max$ и ее сечения

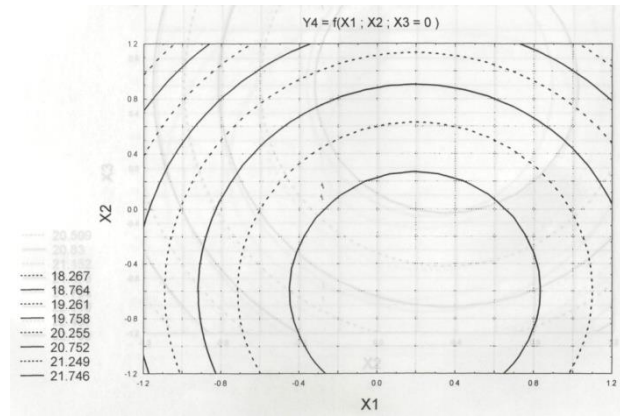
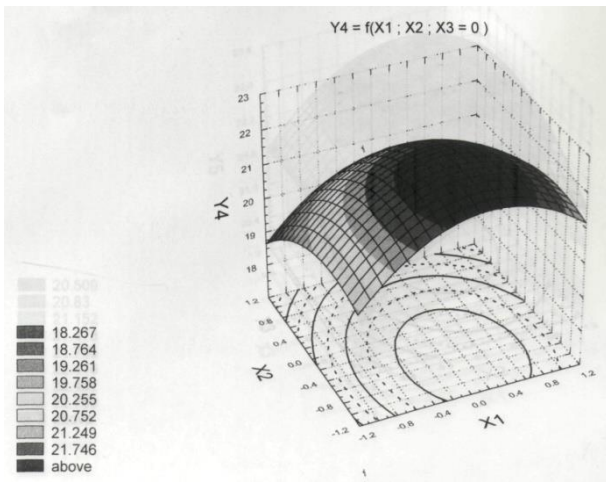


Рис. 5.23. Поверхность отклика $Y_4 = f(X_1; X_2; X_3 = 0;) \rightarrow \max$ и ее сечения

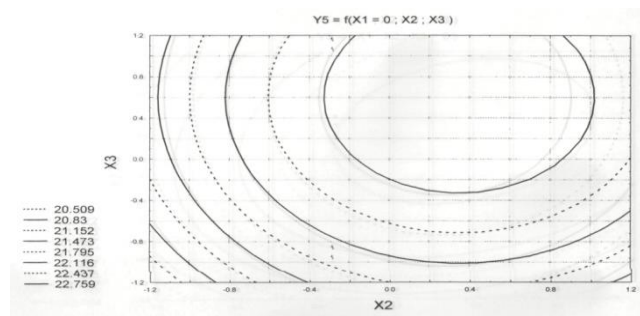
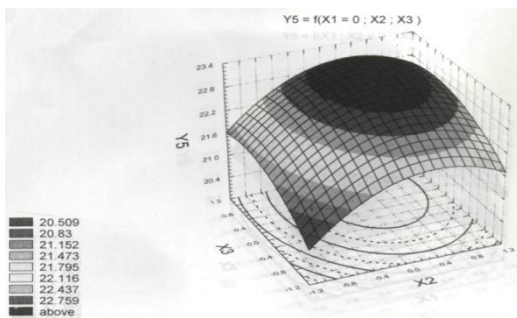


Рис. 5.24. Поверхность отклика $Y_5 = f(X_1 = 0; X_2; X_3;) \rightarrow \max$ и ее сечения

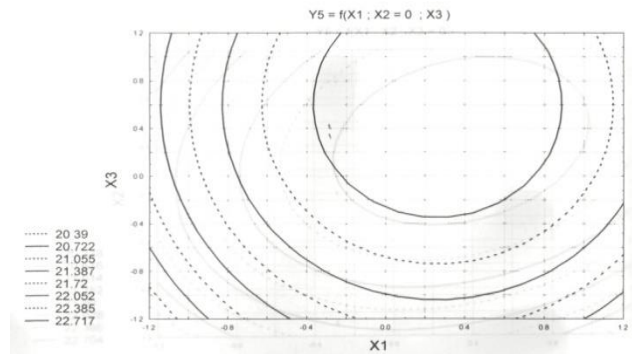
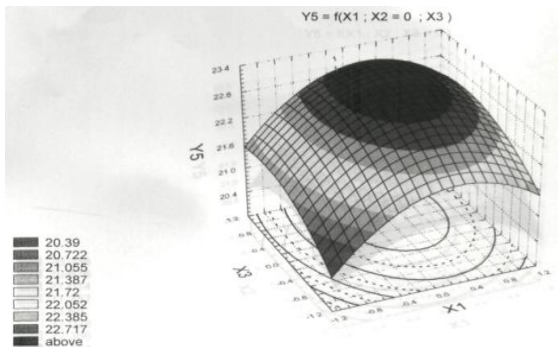


Рис. 5.25. Поверхность отклика $Y_5 = f(X_1; X_2 = 0; X_3;) \rightarrow \max$ и ее сечения

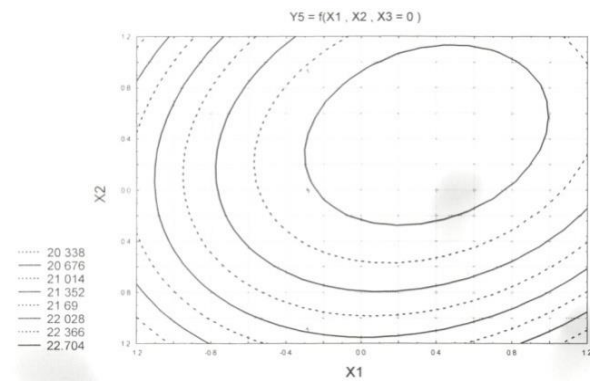
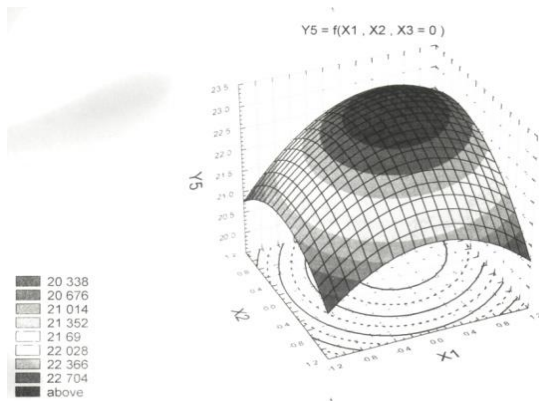


Рис. 5.26. Поверхность отклика $Y_5 = f(X_1; X_2; X_3 = 0;) \rightarrow \max$ и ее сечения

В таблице 5.28 приведена рецептура пастообразных белково-витаминно-липидных продуктов питания, а в таблице 5.29 их химический состав и энергетическая ценность.

По результатам исследований разработана технологическая схема производства данного продукта (рис. 5.27).

Таблица 5.28

Рецептуры на пастообразные белково-липидные продукты питания (в кг на 100 кг)

Компоненты рецептуры	Наименование продуктов				
	соево-ягодная паста	соево-ягодно-морковная паста	соево-ягодно-тыквенная паста	соево-ягодно-свекольная паста	соево-ягодно-имбирная паста
Белково-витаминный коагулят	50,5	51,5	51,5	52,0	51,0
Масло сливочное крестьянское с массовой долей жира 72,5%	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Сухое обезжиренное молоко	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Фруктоза	3,0	2,0	2,0	1,5	2,5
Итого	100	100	100	100	100

Таблица 5.29

Содержание пищевых веществ и энергетическая ценность белково-витаминно-липидных продуктов ($X \pm m$; $m \leq 0,05$)

Состав (%) и энергетическая ценность	Белково-витаминно-липидная паста				
	соево-ягодная	соево-ягодно-морковная	соево-ягодно-тыквенная	соево-ягодно-свекольная	соево-ягодно-имбирная
Вода	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Белки, N·6,25	7,3	5,2	5,2	5,2	5,2
Липиды	45,0	46,0	45,0	45,0	45,0
Углеводы	15,0	14,2	14,9	15,3	13,0
Клетчатка	0,5	2,5	2,6	2,3	4,5
Минеральные вещества	2,2	2,1	2,3	2,2	2,3
Витамин С	88,0	76,0	82,0	85,0	62,0
Витамин Е	0,7	1,6	1,3	1,2	0,8
Р-витаминная активность в перерасчете на рутин	16,4	15,8	16,1	15,2	19,4
Органические кислоты в пересчете на яблочную	1,2-2,0	1,1-1,8	1,1-1,6	1,0-1,5	1,0-1,5
Энергетическая ценность, ккал/100г	496,4	501,6	495,8	496,2	495,0

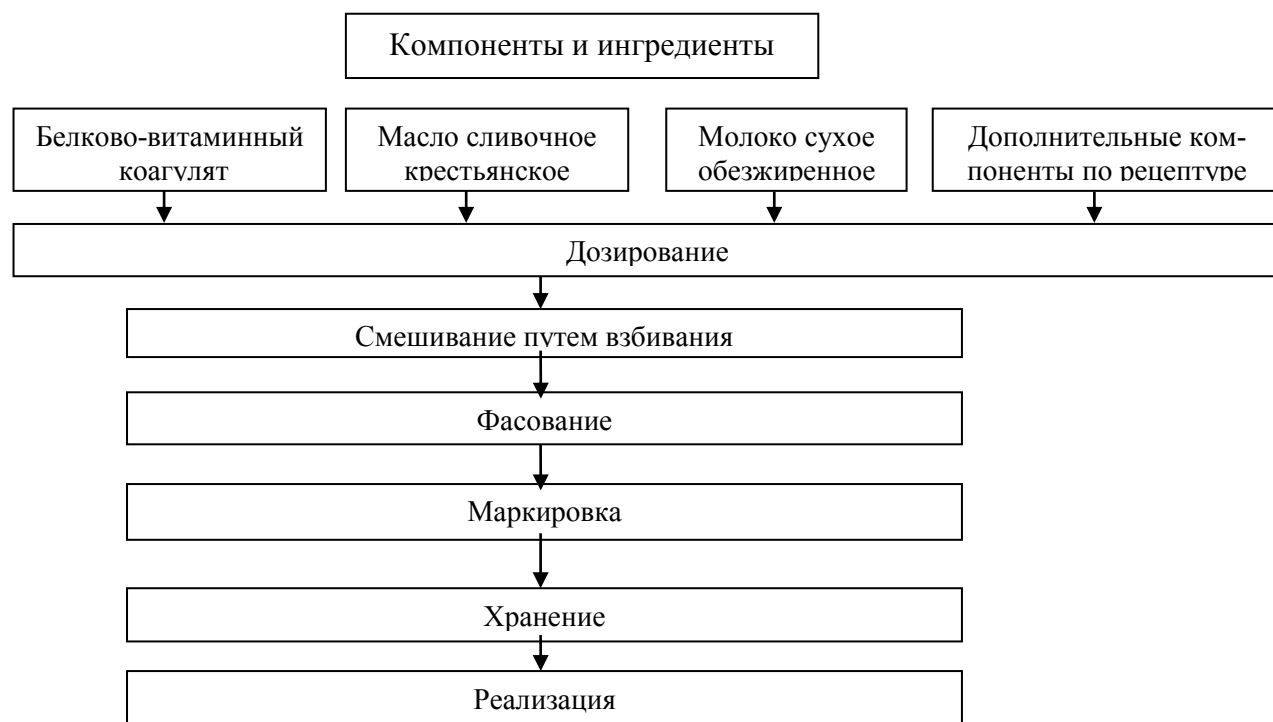


Рис. 5.27. Технологическая схема производства белково-витаминно-липидных пастообразных продуктов

Глава 6

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И РЕЦЕПТУРЫ ХЛЕБА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЛКОВО-ВИТАМИННО-УГЛЕВОДНОЙ ДОБАВКИ

При обосновании технологии параметров и режимов приготовления хлеба с белково-витаминно-углеводной добавкой (БВУД) в виде муки были проведены поисковые опыты.

На основании анализа и поисковых опытов установлено, что на качество хлеба с использованием БВУД, в процессе приготовления, значительное влияние оказывают такие факторы как массовая ее доля - M_g , %; продолжительность ферментации - τ_ϕ , ч, а также массовая доля аскорбиновой кислоты в пшеничной муке - M_k , %. Следовательно, на первом этапе исследований необходимо было установить зависимость такого показателя как скорость подъема теста - $V_\phi = f(x_1; x_2; x_3) \rightarrow opt$.

В результате исследований получены зависимости, которые аппроксимированы эмпирическими уравнениями следующего вида:

$$- V_\phi = 2,11 - 0,0077 \cdot M_g \quad (6.1)$$

$$- V_\phi = 1,2 + 0,4 \cdot \tau_\phi \quad (6.2)$$

$$- V_\phi = 2,13 - 21,5 \cdot M_k \quad (6.3)$$

На втором этапе исследований необходимо было выявить зависимость, прежде всего, органолептических показателей от указанных факторов (табл. 6.1) и установить их оптимальные значения.

Таблица 6.1

Уровни и интервалы варьирования факторов

Уровни и интервалы варьирования факторами	Обозначения	Массо- вая доля БВУД	Продолжи- тельность ферментации теста	Массовая доля аскорбиновой кислоты в пшеничной муке
		x_1/M_g , %	x_2/τ_ϕ , ч	x_3/M_k , %
Центр эксперимента	0	20,0	1,5	$1,5 \cdot 10^{-2}$
Интервал варьирования	ε	10,0	0,25	$0,5 \cdot 10^{-2}$
Верхний уровень	+1	30,0	0,175	$2,0 \cdot 10^{-2}$
Нижний уровень	-1	10,0	1,25	$1,0 \cdot 10^{-2}$

Органолептическую оценку проводили по 100-балльной оценке (табл. 6.2)

Таблица 6.2

Шкала органолептической оценки качества хлеба (по 100-балльной системе)

Состояние поверхности и корки	Коэффициент весомости показателя, K_B	Численное значение уровней качества (баллы)	Характеристика уровней качества в зависимости от вида изделия
1	2	3	4
Состояния поверхности и корки	2	5 4 3 2 1	форма правильная поверхность, корки выпуклая, гладкая форма правильная, поверхность корки выпуклая, ровная форма слегка расплывчатая, поверхность корки слабовыпуклая форма расплывчатая, поверхность корки плоская, с трещинами форма неправильная, поверхность корки вогнутая, рваная
Окраска корок	2	5 4 3 2 1	равномерная, золотисто-коричневая. достаточно равномерная, светло-коричневая желтая бледная с сероватым оттенком. пепельная
Цвет мякиша	3	5 4 3 2 1	белый или желтоватый. белый с сероватым оттенком. серый темно-серый или грязно-желтый. темный
Характер пористости	3	5 4 3 2 1	пористость мелкая, ажурная, тонкостенная, равномерная. пористость мелкая, тонкостенная, неравномерная пористость крупная, равномерная или тонкостенная, неравномерная. пористость плотная, неравномерная толстостенная пористость плотная, неравномерная толстостенная
Эластичность мякиша	3	5 4 3 2 1	эластичный быстро восстанавливаемый менее эластичный, хорошо восстанавливаемый мало эластичный, недостаточно восстанавливаемый неэластичный, плохо восстанавливаемый неэластичный, восстанавливаемый

1	2	3	4
Аромат (запах)	3	5	приятный, специфический для данного вида хлеба
		4	специфический для данного вида хлеба
		3	без специфического запаха
		2	не соответствующий для данного вида хлеба
		1	не соответствующий для данного вида хлеба
Вкус	3	5	приятный, специфический для данного вида хлеба
		4	специфический для данного вида хлеба
		3	без специфического запаха
		2	не соответствующий для данного вида хлеба
		1	не соответствующий для данного вида хлеба
Разжевываемость	1	5	при разжевывании нежное ощущение во рту
		4	при разжевывании нежное ощущение во рту
		3	слегка комкуется, немного грубый и крошится
		2	заметно комкуется, грубый
		1	сильно комкуется, сильно крошится

В таблице 6.3 представлены результаты опытов, проведенных по стандартной матрице полного факторного эксперимента.

Таблица 6.3

Матрица полного факторного эксперимента по изучению процесса формирования структуры и свойств хлеба

№ опыта	$x_1/M_g, \%$		$x_2/\tau_{\phi}, \text{ч}$		$x_3/M_k, \%$		Органолептическая оценка
							$Y_1/N_1, \text{баллов}$
1.	-1	10	-1	1,25	+1	$0,2 \cdot 10^{-1}$	82
2.	+1	30	-1	1,25	-1	$0,1 \cdot 10^{-1}$	79
3.	-1	10	+1	1,75	-1	$0,1 \cdot 10^{-1}$	86
4.	+1	30	+1	1,75	+1	$0,2 \cdot 10^{-1}$	77
5.	-1	10	-1	1,25	-1	$0,1 \cdot 10^{-1}$	87
6.	+1	30	-1	1,25	+1	$0,2 \cdot 10^{-1}$	80
7.	-1	10	+1	1,75	+1	$0,2 \cdot 10^{-1}$	84
8.	+1	30	+1	1,75	-1	$0,1 \cdot 10^{-1}$	78
9.	-1,215	8	0	1,5	0	$1,5 \cdot 10^{-2}$	86
10.	+1,215	36	0	1,5	0	$1,5 \cdot 10^{-2}$	80
11.	0	20	-1,215	0,9	0	$1,5 \cdot 10^{-2}$	79
12.	0	20	+1,215	2,06	0	$1,5 \cdot 10^{-2}$	78
13.	0	20	0	1,5	-1,215	$0,6 \cdot 10^{-2}$	83
14.	0	20	0	1,5	+1,215	$0,3 \cdot 10^{-1}$	86
15.	0	20	0	1,5	0	$1,5 \cdot 10^{-1}$	88

Регрессионный анализ зависимости $Y=f(X_1;X_2;X_3) \rightarrow 100\%$ (табл. 6.4) позволит получить математическую модель органолептической оценки хлеба с использованием БВУД и установить, что она адекватна, так как расчетный критерий Фишера больше табличного $F_R > F_T$ (табл. 6.5)

Таблица 6.4

Регрессионный анализ зависимости $Y_1=f(X_1;X_2;X_3) \rightarrow 100\%$

		Шаг анализа				
		1	2	3	4	5
Коэффициенты модели	a_0	87,96519	87,96519	87,96519	87,96519	87,96519
	a_1	-1,32459	-1,32459	-1,32459	-1,32459	-1,32459
	a_2	0,21342	0,21342	0,21342	-	-
	a_3	-0,13353	-0,13353	-	-	-
	a_{12}	-0,88750	-0,88750	-0,88750	-0,88750	-0,88750
	a_{13}	0,73750	0,73750	0,73750	0,73750	-
	a_{23}	-0,01250	-	-	-	-
	a_{11}	-2,01359	-2,01359	-2,01359	-2,01359	-2,01359
	a_{22}	-2,28457	-2,28457	-2,28457	-2,28457	-2,28457
	a_{33}	-1,60716	-1,60716	-1,60716	-1,60716	-1,60716
Стандартное отклонение - σ		14,593	14,594	14,789	15,288	19,639
R - корреляция		0,92168	0,92157	0,92057	0,91774	0,89295
F - критерий		2,8222	3,7571	4,8611	6,1015	5,9024

Таблица 6.5

Результаты регрессионного анализа зависимости $Y_1=f(X_1;X_2;X_3) \rightarrow 100\%$

Критерий	a_0	a_1	a_{12}	a_{13}	a_{11}	a_{22}	a_{33}	Заклучение об адекватности	
								F_R	F_T
Y_1	87,96	-1,32	-0,88	0,73	-2,01	-2,28	-1,60	6,10	4,15

Области экстремальных значений зависимости $Y_1=f(X_1;X_2;X_3) \rightarrow 100\%$

Критерий	X_1	X_2	X_3	Y
$Y_1 \rightarrow 100\%$	-0,36	0,07	-0,08	88,2
	-0,36	0,07	-0,09	88,2
	-0,35	0,07	-0,08	88,2
	-0,36	0,06	-0,08	88,2
	-0,36	0,08	-0,08	88,2
	-0,37	0,07	-0,09	88,2
	-0,37	0,07	-0,08	88,2
	-0,36	0,07	-0,07	88,2
	-0,36	0,06	-0,09	88,2
	-0,35	0,06	-0,08	88,2

Для хлеба с использованием БВУД, математическая модель органолептической оценки имеет следующий вид

- в кодированной форме:

$$Y_1 = 87,96 - 1,32 \cdot X_1 - 0,88 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,73 \cdot X_1 \cdot X_3 - 2,01 \cdot X_1^2 - 2,28 \cdot X_2^2 - 1,60 \cdot X_3^2 \rightarrow 100\%; \quad (6.4)$$

- в раскодированной форме

$$N_1 = -20,37 + 0,984 \cdot M_g + 116,76 \cdot \tau_\phi + 1633,6 \cdot M_k - 0,35 \cdot M_g \cdot \tau_\phi + 14,75 \cdot M_g \cdot M_k - 0,02 \cdot M_g^2 - 36,55 \cdot \tau_\phi^2 - 64287,0 \cdot M_k^2 \rightarrow 100\%; \quad (6.5)$$

Анализ модели показал, что оптимальные значения составляют: $M_g = 16,4\%$; $\tau_\phi = 1,5$ ч; $M_k = 0,01\%$ при $N_1 = 88,2$ балла.

Данная модель исследована на экстремум посредством ее трехмерной графической интерпретации (рис. 6.1 – 6.3). Это дает наглядное представление о влиянии совокупности трех факторов на органолептические показатели хлеба предложенной рецептуры.

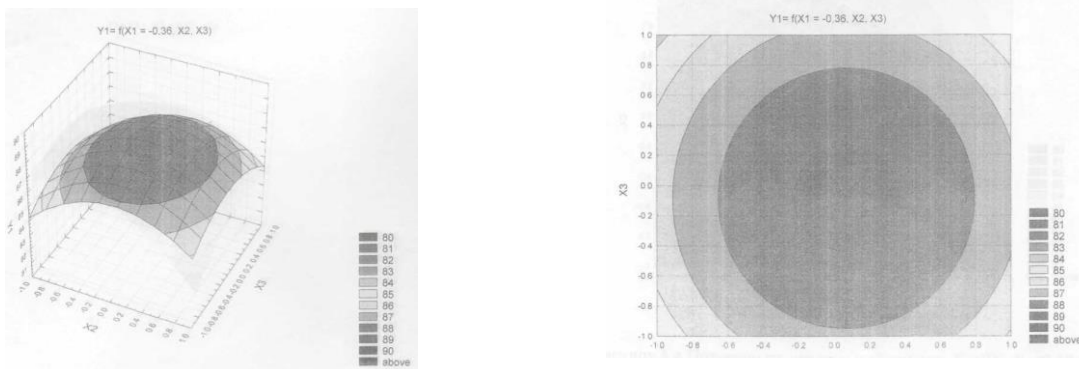


Рис. 6.1. Поверхность отклика и ее сечения $Y_1 = f(X_1 = -0,36; X_2; X_3) \rightarrow \max$

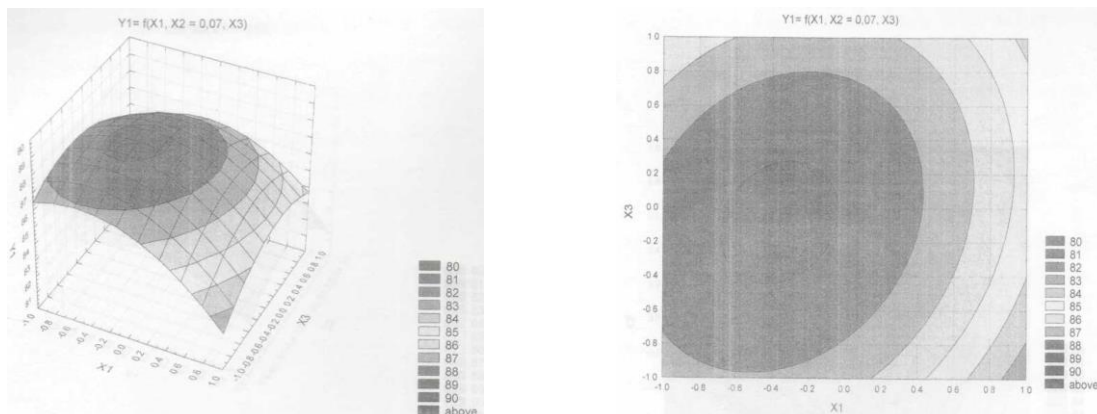


Рис. 6.2. Поверхность отклика и ее сечения $Y_1 = f(X_1; X_2 = 0,07; X_3) \rightarrow \max$

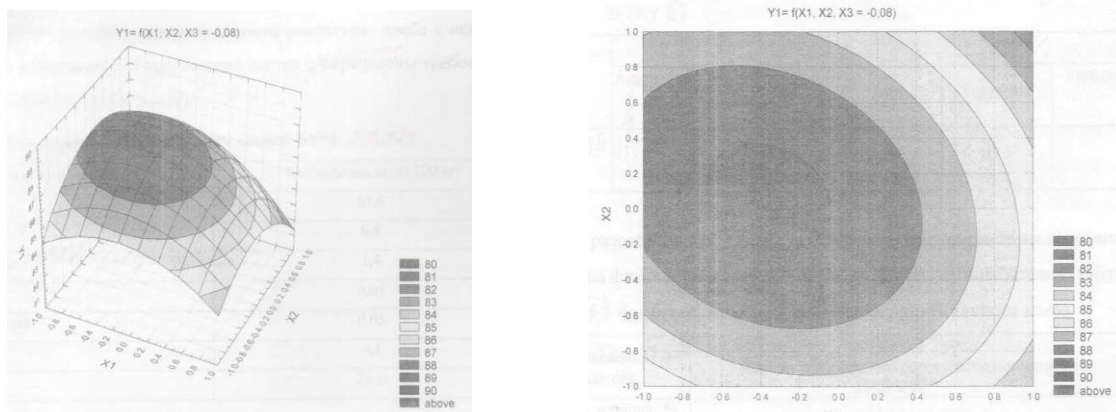


Рис. 6.3. Поверхность отклика и ее сечения $Y_1 = f(X_1; X_2; X_3 = -0,08) \rightarrow \max$

С учетом полученных параметров разработана рецептура хлеба с использованием БВУД, установлен его химический состав, а также определены требования к данному виду продукции (табл. 6.7-6.10).

Таблица 6.7

Рецептура хлеба с использованием БВУД

Наименование компонента	Количество, кг на 100 кг
Мука пшеничная 1 сорт	61,6
Добавка БВУ	6,8
Дрожжи хлебопекарные сухие быстродействующие САФ - момент	1,4
Сахар-песок	0,05
Соль поваренная пищевая	0,05
Масло растительное	4,1
Вода питьевая	26,0

Химический состав разработанного хлеба и его энергетическая ценность представлены в таблице 6.8.

Таблица 6.8

Химический состав и энергетическая ценность готового хлеба с разработанной добавкой БВУД

Продукт	Массовая доля, %				
	воды	белков	жиров	углеводов	минеральных веществ
Хлеб с БВУД	43,5	15,83	2,67	67,5	1,82

Для разработанного хлеба, на основании проведенных исследований, установлены нормы физико-химических и органолептических показателей (табл. 6.9-6.10)

Таблица 6.9

Физико-химические показатели разработанного хлеба

Наименование показателя	Хлеб из муки первого сорта с использованием БВУД
Влажность мякиша, %, не более	43,5-47,0
Кислотность мякиша, град, не более	2,6-4,0
Пористость мякиша, % не менее	50,0-65,0

Органолептические показатели разработанного хлеба

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид: форма:	
подового	круглая или продолговато-овальная
формового	соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка, без боковых выплывов
поверхность	гладкая, без крупных трещин и подрывов; подового с надрезами или с наколами. Допускается наличие шва от делителя-укладчика для формового хлеба
цвет	от коричневого до темно-коричневого
Состояние мякиша: пропеченность	пропеченный, не влажный на ощупь. Эластичный. После легкого надавливания пальцами должен принимать первоначальную форму
промес	без комочков и следов непромеса
пористость	развитая, без пустот и уплотнений. Не допускается отслоение корки от мякиша
Вкус	свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса
Запах	свойственный данному виду изделия, без постороннего запаха

Проведенной дегустацией установлено, что разработанный хлеб имеет привлекательный внешний вид и достаточно хорошие вкусовые характеристики.

На основе проведенных исследований предложена обобщённая технологическая схема производства хлеба с разработанной БВУ добавкой (рис. 6.4).

Содержание токсичных элементов, антибиотиков, нитрозаминов, радионуклидов и пестицидов в продукте не должно превышать допустимых уровней, установленных ТРТС 021/1021 «О безопасности пищевой продукции» от 9.12.2011 № 880 указанным в таблице 6.11.

Таблица 6.11

Допустимые уровни содержания токсичных элементов и пестицидов в хлебе

Продукт	Наименование показателя	Допустимые уровни, мг/кг, не более
1.4.7 Хлеб, булочные и сдобные изделия	токсичные элементы:	
	свинец	0,35
	мышьяк	0,15
	кадмий	0,07
	ртуть	0,015
	микотоксины:	
	афлатоксин В ₁	0,005
	пестициды:	
	гексахлорциклогексан (α, β, γ – изомеры)	0,5
	ДДТ и его метаболиты	0,05
	ртутьорганические пестициды	не допускаются
	2,4 Д кислота, ее соли, эфиры	не допускаются
	радионуклиды:	
	цезий – 137	40 Бк/кг
	стронций - 90	20 Бк/кг

Микробиологические показатели хлеба с БВУД в соответствии с ТРТС 021/2011 № 880 «О безопасности пищевой продукции», должны удовлетворять требованиям, указанным в таблице 6.12.

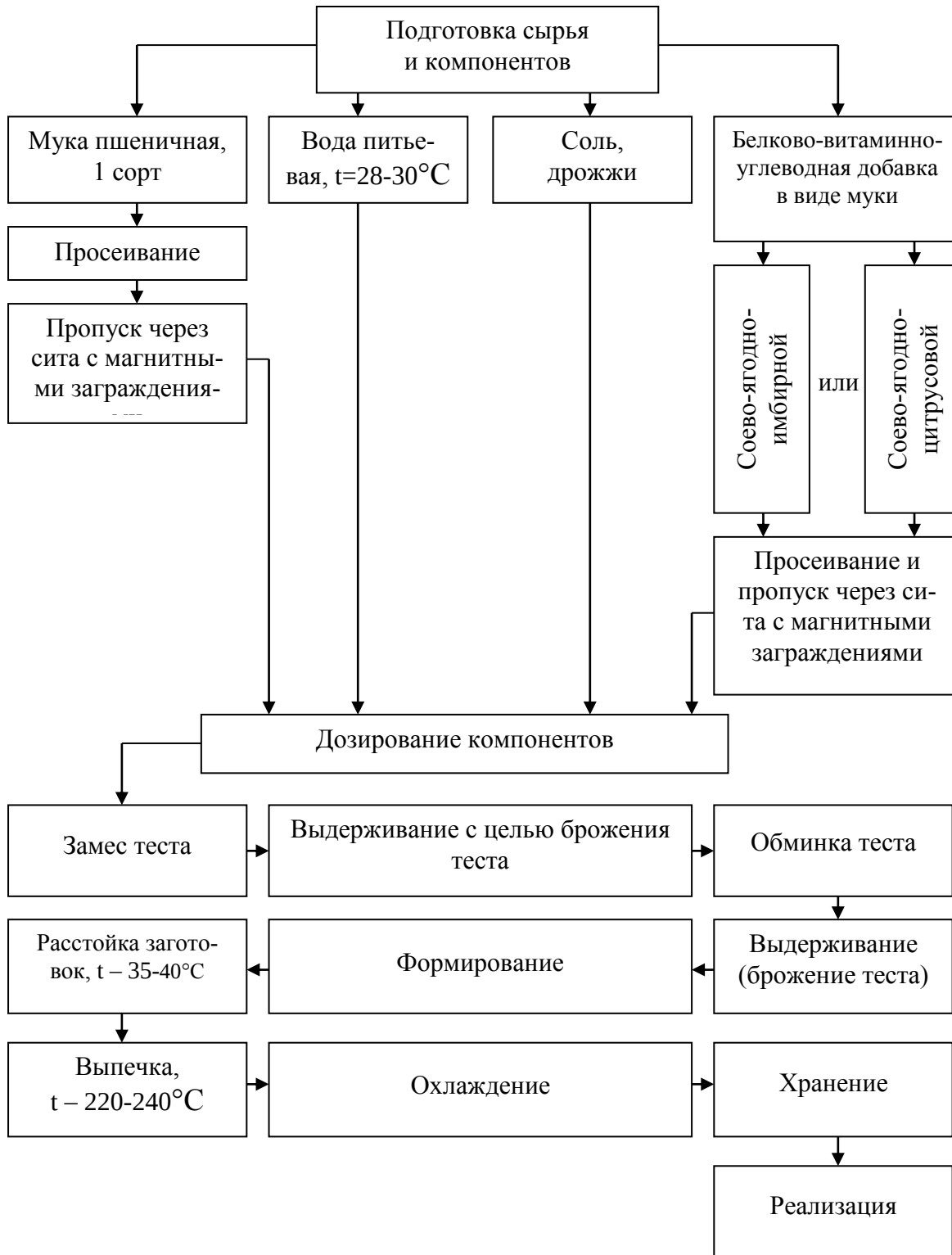


Рис. 6.4. Технологическая схема производства хлеба с использованием белково-углеводной добавки в виде соево-имбирной и соево-цитрусовой муки

Таким образом, исследования позволили разработать технологию производства хлеба с высокой пищевой и биологической ценностью как продукта питания функциональной направленности.

Таблица 6.12

Микробиологические показатели хлеба с БВУД

Индекс	Группа продуктов	КМА-ФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются				Плесени, КОЕ/г, не более
			БГКП (коли-формы)	<i>S. aureus</i>	патогенные, в т.ч. сальмонеллы	бактерии рода <i>Prouteus</i>	
1.4.7.1	Хлебобулочные изделия	$1 \cdot 10^3$	1,0	1,0	25	0,1	50

Согласно разработанной технологии (рис. 6.4) после дозирования соответствующих компонентов рецептуры (мука пшеничная, БВУД, вода, дрожжи, соль), производят замес теста до получения хорошо промешанной однородной массы. Подготовленное тесто ставят на брожение. В процессе брожения дважды производят обминку теста. Тестовые заготовки формуют и отправляют на окончательную расстойку, которая осуществляется в расстойных шкафах при температуре 35-40°C и относительной влажности 70-80%. Тестовые заготовки выпекают при температуре 220-240°C, в течение – 20-35 минут. Затем готовый хлеб охлаждают, направляют на хранение и реализацию.

Глава 7

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И РЕЦЕПТУР КВАСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЕВО-ЯГОДНОЙ СЫВОРОТКИ И ХВОЙНОГО ЭКСТРАКТА

7.1 Разработка технологии кваса с использованием соево-ягодной сыворотки

При проведении исследований по данному направлению в качестве исходного компонента использовалась соево-ягодная сыворотка, получаемая при всех разработанных вариантах коагулирования белков в белковых дисперсных системах.

Образцы сусле сбраживали при температуре 24-26°C до содержания в продукте сухих веществ 5,4%. В процессе брожения контролировали изменение содержания сухих веществ в сусле. Динамика сбраживания сусле представлена на рисунке 7.1-7.4.

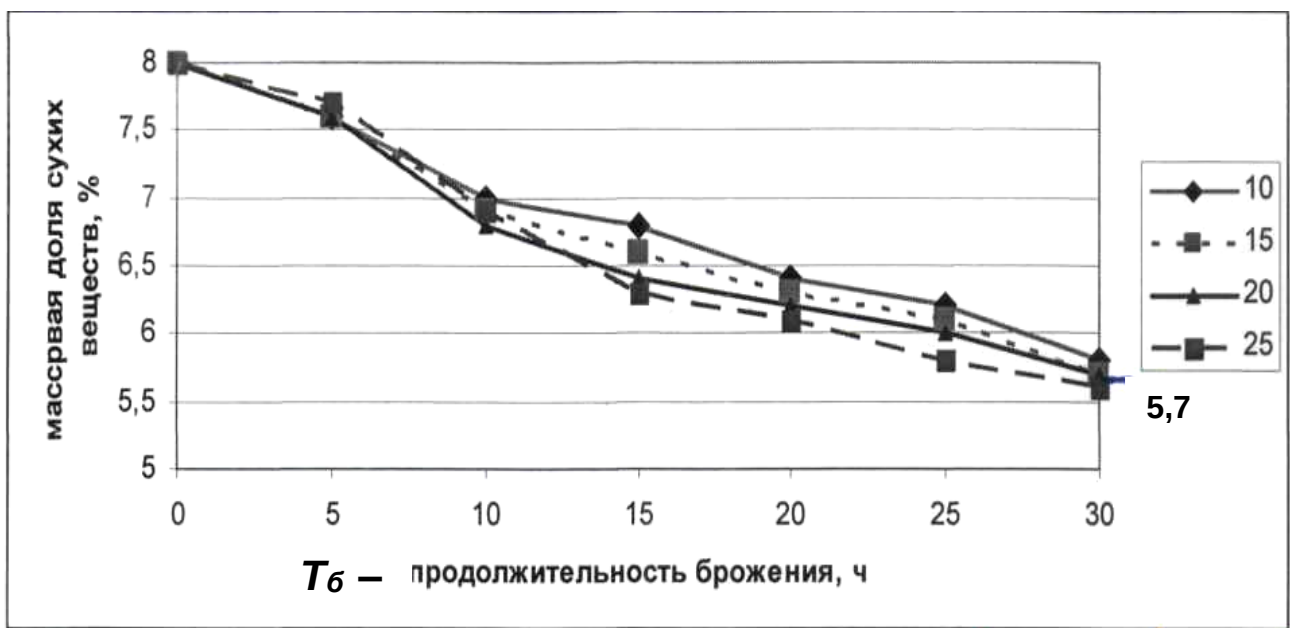


Рис. 7.1. Динамика сбраживания сусле на основе соево-брусничной сыворотки

$$Y_1 = 8,03 - 0,077 \cdot t_b.$$

По окончании брожения готовые напитки охлаждали до температуры 0-2°C, снимали с дрожжевого осадка и определяли физико-химические показатели: массовую долю сухих веществ, содержание аминного азота, титруемую кислотность и объемную долю спирта.

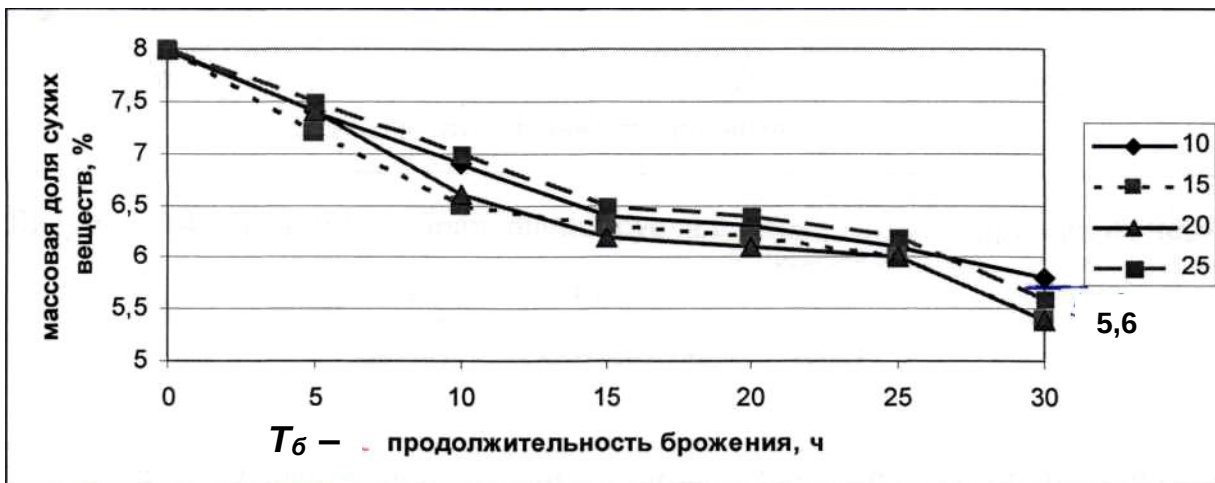


Рис. 7.2. Динамика сбраживания суслу на основе соево-клеюквенной сыворотки
 $Y_2 = 7,45 - 0,062 \cdot t_6$.

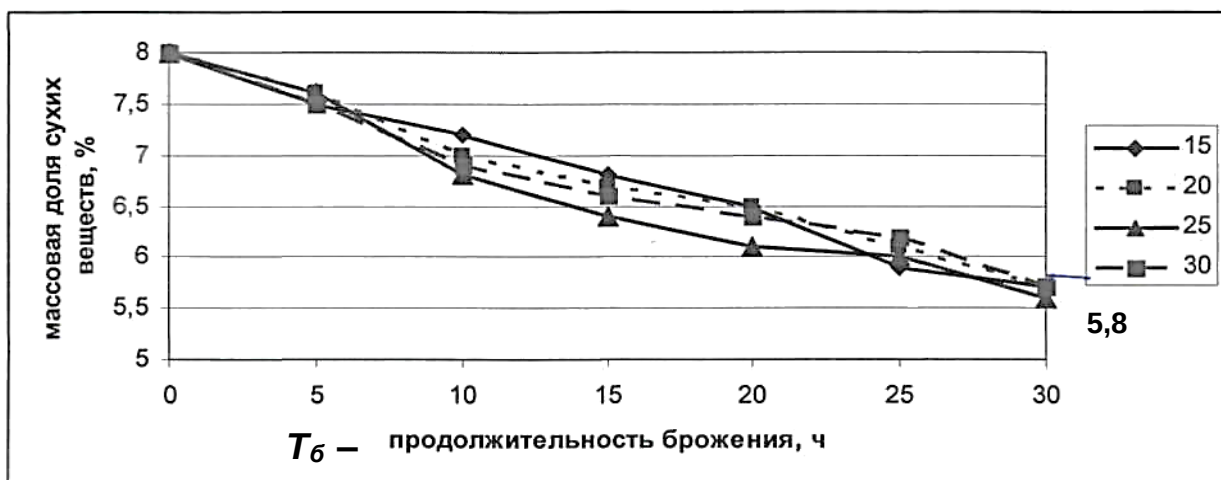


Рис. 7.3. Динамика сбраживания суслу на основе соево-голубичной сыворотки
 $Y_3 = 7,93 - 0,071 \cdot t_6$.

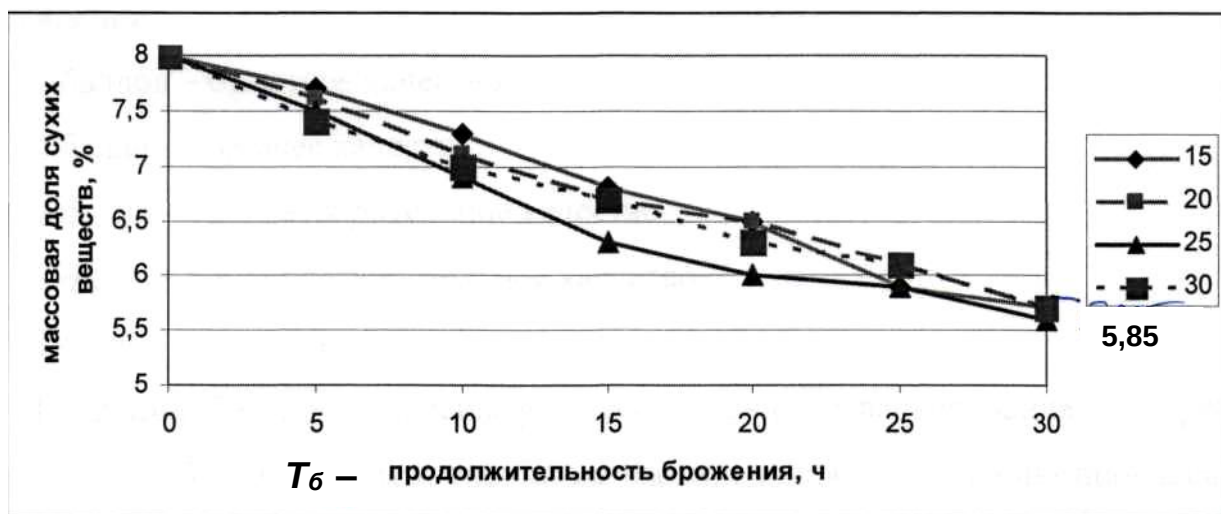


Рис. 7.4. Динамика сбраживания суслу на основе соево-черничной сыворотки
 $Y_4 = 8,1 - 0,075 \cdot t_6$.

По готовым продуктам определяли органолептические показатели. Дегустацию проводили по 25-балльной системе. Сравнительная дегустационная оценка напитков брожения, приготовленных с использованием соево-ягодной сыворотки показала, что они имели цвет соответствующий сырью, имели аромат с оттенком соответствующей ягоды, вкус кисло-сладкий, насыщен диоксидом углерода.

Выбор методов органолептических исследований определялся поставленной целью, поэтому для обнаружения различий в образцах использовали метод парных сравнений с указанием величины наблюдаемой разницы.

Система предпочтительной оценки построена полностью на логическом заключении в зависимости от дегустатора и не предусматривает количественного выражения качества продукта через единицу, балл. В этой связи балльная система ощущений оценивается цифровым индексом.

При разработке шкалы использованы основные положения органолептической оценки напитков брожения.

Для более четкой различимости баллов составлено словесное описание каждой градации:

5 баллов – отличное качество;

4 балла – хорошее качество;

3 балла – удовлетворительное качество;

2 балла – неудовлетворительное качество;

1 балл – плохое качество.

В таблице 7.1 представлены факторы и уровни их варьирования на изучение процесса приготовления напитков брожения.

Таблица 7.1

Факторы и уровни их варьирования по изучению процесса получения напитков брожения на основе соево-ягодной сыворотки

Уровни варьирования факторов	Значения факторов		
	$D/X_1, \%$	$C/X_2, \%$	$t/X_3, ч$
Верхний уровень	0,60	18,0	48,0
Основной уровень	0,95	12,0	36,0
Нижний уровень	0,30	6,0	24,0
Интервал варьирования	0,15	6,0	12,0

где, D – массовая доля дрожжей;
C – массовая доля сахара;
t – продолжительность брожения.

Результаты оценки образцов каждого дегустатора заносились в дегустационной лист. В них рассчитывали среднее арифметическое значение единичных показателей и фиксировали эти результаты. Общая оценка, значения комплексных и единичных показателей служила основой для заключения о качестве продукции (табл. 7.2).

Таблица 7.2

Сравнительная органолептическая характеристика квасов

Композиция	Содержание с.в. в коагуляте	Внешний вид	Цвет	Прозрачность	Вкус	Аромат	Общая оценка	Средний балл
На основе брусники	7,0	4,5	4,7	4,4	4,4	4,6	22,6	4,52
	11,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8	24,8	4,96
	15,0	4,8	4,9	4,9	4,8	4,6	24,0	4,80
На основе голубики	7,0	4,8	4,5	4,8	4,5	4,3	22,9	4,58
	11,0	5,0	4,8	5,0	5,0	4,8	24,6	4,92
	15,0	5,0	4,8	5,0	5,0	4,5	24,3	4,86
На основе винограда амурского	7,0	4,3	4,8	4,0	4,0	3,5	19,6	3,92
	11,0	4,5	5,0	4,5	5,0	3,8	22,8	4,56
	15,0	4,5	5,0	4,5	5,0	3,6	22,6	4,52

В таблице 7.3 приведена стандартная матрица планирования многофакторного эксперимента и результаты по 15 опытам.

На основе полученных данных проведен анализ зависимостей $Y_{1-3}=f(X_1;X_2;X_3)$ и построены математические модели органолептической оценки в зависимости от $D(X_1)$, % - массовой доли дрожжей; $C(X_2)$, % - сахара и $t(X_3)$, ч – продолжительность брожения
- в кодированной форме:

$$Y_1=22,91-0,59 \cdot X_1+0,81 \cdot X_2+1,12 \cdot X_3+0,68 \cdot X_2 \cdot X_3-1,05 \cdot X_2^2-1,05 \cdot X_3^2 \rightarrow \max ; \quad (7.1)$$

$$Y_2=22,61-0,28 \cdot X_2-0,70 \cdot X_3+0,43 \cdot X_1 \cdot X_2-0,68 \cdot X_2 \cdot X_3-0,83 \cdot X_1^2-0,83 \cdot X_2^2-0,67 \cdot X_3^2 \rightarrow \max ; \quad (7.2)$$

$$Y_3=20,99-0,63 \cdot X_2-1,06 \cdot X_1 \cdot X_3+0,81 \cdot X_2 \cdot X_3-1,69 \cdot X_1^2-1,35 \cdot X_2^2-1,01 \cdot X_3^2 \rightarrow \max . \quad (7.3)$$

Таблица 7.3

Матрица планирования и результаты эксперимента по органолептической оценке

Факторы			Общая оценка - N_i , балл		
D/X_1 , %	C/X_2 , %	t/X_3 , ч	N_1/ Y_1	N_2/ Y_2	N_3/ Y_3
-1	-1	+1	21,0	20,5	18,0
+1	-1	-1	18,0	20,0	20,0
-1	+1	-1	19,5	21,0	15,5
+1	+1	+1	22,0	19,0	16,0
-1	-1	-1	21,0	21,5	17,0
+1	-1	+1	19,0	20,5	15,0
-1	+1	+1	24,0	18,0	18,0
+1	+1	-1	20,0	22,0	16,0
-1,215	0	0	22,0	20,5	18,0
+1,215	0	0	22,0	22,0	19,0
0	-1,215	0	20,0	21,5	20,0
0	+1,215	0	22,0	21,0	18,0
0	0	-1,215	19,0	22,0	19,0
0	0	+1,215	23,0	21,0	20,0
0	0	0	24,0	23,0	21,0

В таблицах 7.4-7.6 представлены результаты регрессионного анализа зависимостей $Y_{1-3}=f(X_1;X_2;X_3)$. По результатам данного анализа определены статистически значимые коэффициенты для моделей Y_{1-3} , которые представлены в таблицах 7.4-7.6.

Таблица 7.4

Регрессионный анализ зависимости $Y_1=f(X_1;X_2;X_3) \rightarrow \max$

		Шаг анализа				
		1	2	3	4	5
Коэффициенты модели	a_0	22,0112	22,0112	22,0112	22,0112	22,0112
	a_1	-0,5935	-0,5935	-0,5935	-0,5935	-
	a_2	0,8153	0,8153	0,8153	0,8153	0,8153
	a_3	1,1285	1,1285	1,1285	1,1285	1,1285
	a_{12}	0,4375	0,4375	0,4375	-	-
	a_{13}	-0,1875	-	-	-	-
	a_{23}	0,6875	0,6875	0,6875	0,6875	0,6875
	a_{11}	-0,3753	-0,3753	-	-	-
	a_{22}	-1,0527	-1,0527	-1,0527	-1,0527	-1,0527
	a_{33}	-1,0527	-1,0527	-1,0527	-1,0527	-1,0527
Стандартное отклонение - σ		6,12830	6,40950	7,02370	8,55490	12,41300
R - корреляция		0,93267	0,92947	0,92243	0,90463	0,85817
F- критерий		3,3425	4,2319	4,9924	5,1487	4,1916

Адекватность данных моделей подтверждается неравенством $F_R > F_T$ при коэффициентах корреляции:

для $Y_1-R_1 = 0,90$; для $Y_2-R_2 = 0,94$; для $Y_3-R_3 = 0,96$;

Таблица 7.5

Регрессионный анализ зависимости $Y_2=f(X_1;X_2;X_3) \rightarrow \max$

		Шаг анализа			
		1	2	3	4
Коэффициенты модели	a_0	22,61567	22,61567	22,61567	22,61567
	a_1	0,21205	0,21205	-	-
	a_2	-0,28373	-0,28373	-0,28373	-
	a_3	-0,70441	-0,70441	-0,70441	-0,70441
	a_{12}	0,43750	0,43750	0,43750	0,43750
	a_{13}	0,18750	-	-	-
	a_{23}	-0,68750	-0,68750	-0,68750	-0,68750
	a_{11}	-0,83969	-0,83969	-0,83969	-0,83969
	a_{22}	-0,83969	-0,83969	-0,83969	-0,83969
	a_{33}	-0,67033	-0,67033	-0,67033	-0,67033
Стандартное отклонение - σ		1,5768	1,8580	2,3505	3,2322
R - корреляция		0,96362	0,95700	0,94528	0,92392
F- критерий		6,4998	7,2551	7,3444	6,6654

Таблица 7.6

Регрессионный анализ зависимости $Y_3=f(X_1;X_2;X_3) \rightarrow \max$

		Шаг анализа			
		1	2	3	4
Коэффициенты модели	a_0	20,99894	20,99894	20,99894	20,99894
	a_1	-0,02602	-	-	-
	a_2	-0,63274	-0,63274	-0,63274	-
	a_3	-0,02602	-	-	-
	a_{12}	-0,18750	-0,18750	-	-
	a_{13}	-1,06250	-1,06250	-1,06250	-1,06250
	a_{23}	0,81250	0,81250	0,81250	0,81250
	a_{11}	-1,69256	-1,69256	-1,69256	-1,69256
	a_{22}	-1,35385	-1,35385	-1,35385	-1,35385
	a_{33}	-1,01515	-1,01515	-1,01515	-1,01515
Стандартное отклонение - σ		3,2253	3,2401	3,5214	7,9063
R - корреляция		0,96525	0,96509	0,96200	0,91248
F- критерий		6,8213	11,880	14,186	7,4616

Таблица 7.7

Результаты регрессионного анализа зависимостей $Y_{1-3}=f(X_1;X_2;X_3) \rightarrow \max$

Кри- терий	a_0	a_1	a_2	a_3	a_{12}	a_{13}	a_{23}	a_{11}	a_{22}	a_{33}	Заключение об адекват- ности	
											F_R	F_T
Y_1	22,911	-0,593	0,815	1,129	-	-	0,688	-	-1,053	-1,053	5,149	4,15
Y_2	22,616	-	-0,284	-0,704	0,438	-	-0,688	-0,840	-0,840	-0,670	7,3444	3,79
Y_3	20,999	-	-0,633	-	-	-1,063	0,813	-1,693	-1,354	-1,015	14,186	4,15

В раскодированной форме полученные модели имеют следующий вид:

$$N_1 = 11,01 - 0,39 \cdot D + 0,49 \cdot C + 0,50 \cdot t + 0,09 \cdot 10^{-2} \cdot h \cdot t - 0,29 \cdot C^2 - 0,7 \cdot t^2 \rightarrow \max. \quad (7.4)$$

$$N_2 = 6,84 + 2,77 \cdot D + 0,63 \cdot C + 0,39 \cdot t + 0,04 \cdot C \cdot D - 0,7 \cdot C \cdot t - 0,37 \cdot D^2 - 0,09 \cdot C^2 - 0,37 \cdot t^2 \rightarrow \max. \quad (7.5)$$

$$N_3 = -12,20 + 8,89 \cdot D + 0,39 \cdot C + 0,63 \cdot t - 0,59 \cdot D \cdot t + 0,11 \cdot C \cdot t - 0,75 \cdot D^2 - 0,37 \cdot C^2 - 0,07 \cdot t^2 \rightarrow \max. \quad (7.6)$$

Для полученных моделей определены области экстремальных значений, которые приведены в таблице 7.7.

Таблица 7.7

Области экстремальных значений $Y_i=f(X_1;X_2;X_3) \rightarrow \max$

Критерий	X_1	X_2	X_3	Y_i
1	2	3	4	5
$Y_1 \rightarrow \max$	-1,00	0,63	0,74	24,180
	-1,00	0,63	0,75	24,180
	-1,00	0,62	0,74	24,180
	-1,00	0,64	0,74	24,180

1	2	3	4	5
	-1,00	0,64	0,75	24,180
	-1,00	0,63	0,73	24,180
	-1,00	0,62	0,73	24,180
	-1,00	0,62	0,75	24,179
	-1,00	0,64	0,73	24,179
	-1,00	0,64	0,76	24,179
$Y_2 \rightarrow \max$	0,02	0,07	-0,56	22,803
	0,02	0,06	-0,56	22,803
	0,01	0,06	-0,55	22,803
	0,02	0,06	-0,55	22,803
	0,01	0,06	-0,55	22,803
	0,02	0,07	-0,57	22,803
	0,01	0,07	-0,56	22,803
	0,02	0,07	-0,55	22,803
	0,01	0,05	-0,55	22,803
	0,01	0,07	-0,57	22,803
$Y_3 \rightarrow \max$	0,04	-0,27	-0,13	21,085
	0,04	-0,28	-0,13	21,085
	0,04	-0,27	-0,12	21,085
	0,04	-0,28	-0,14	21,085
	0,04	-0,27	-0,14	21,085
	0,05	-0,28	-0,14	21,085
	0,05	-0,27	-0,13	21,085
	0,05	-0,27	-0,14	21,085
	0,03	-0,27	-0,12	21,085
	0,03	-0,27	-0,13	21,085

Интерпретация данных моделей при различных значениях параметров D , C и t , приведена на рисунках 7.5-7.13.

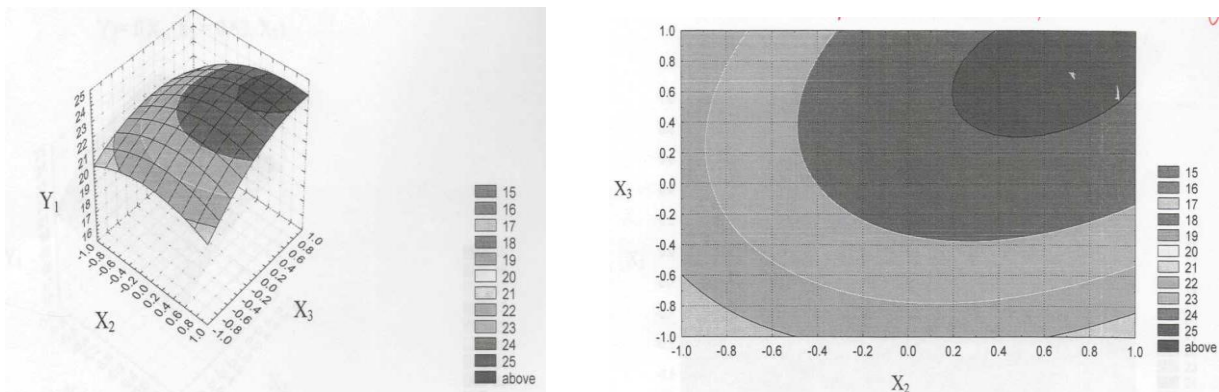


Рис. 7.5. Поверхность отклика $Y_1 = f(X_1 = -1; X_2; X_3) \rightarrow \max$ и ее сечения

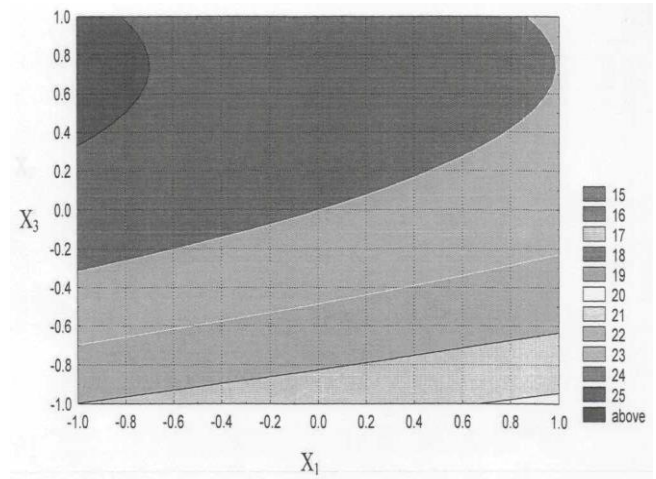
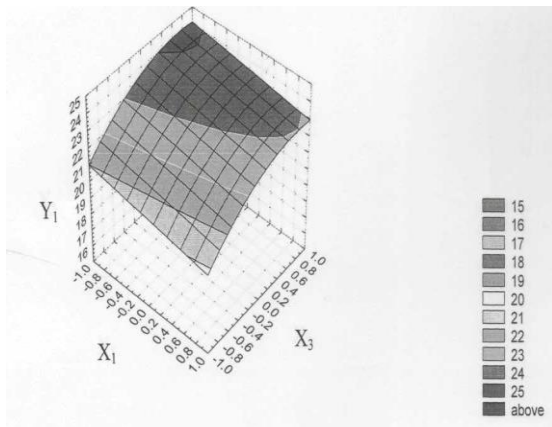


Рис. 7.6. Поверхность отклика $Y_1=f(X_1;X_2=0,63;X_3)\rightarrow\max$ и ее сечения

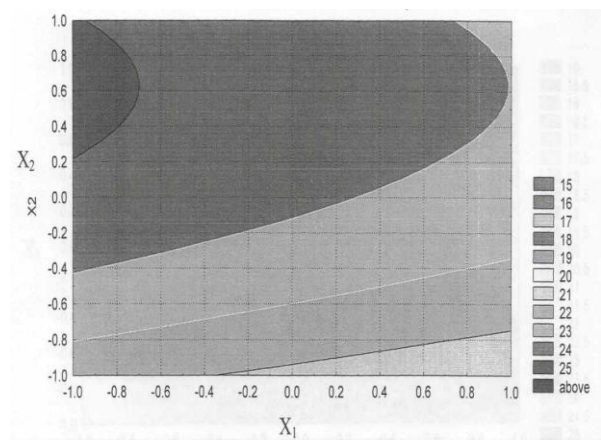
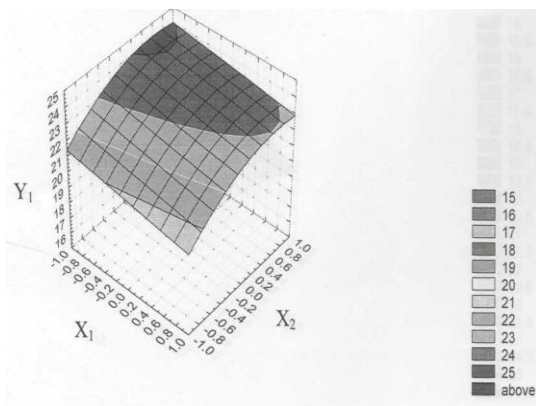


Рис. 7.7. Поверхность отклика $Y_1=f(X_1;X_2;X_3=0,74)\rightarrow\max$ и ее сечения

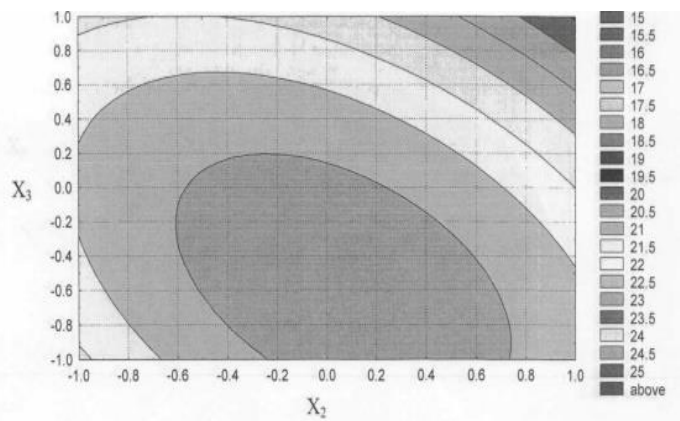
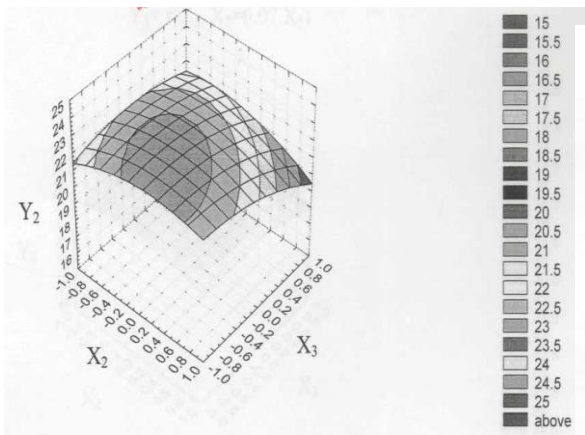


Рис. 7.8. Поверхность отклика $Y_2=f(X_1=0,02;X_2;X_3)\rightarrow\max$ и ее сечения

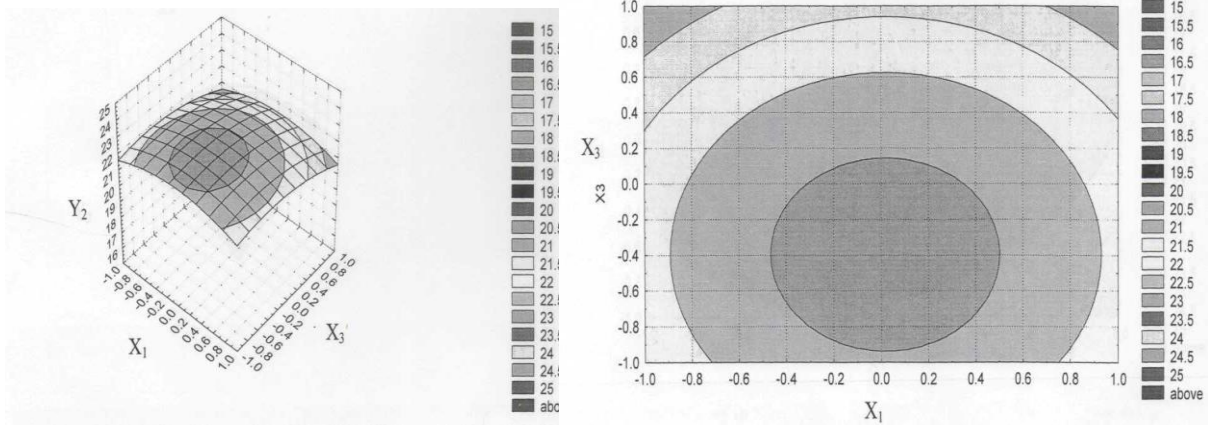


Рис. 7.9. Поверхность отклика $Y_2=f(X_1;X_2=0,07;X_3)\rightarrow\max$ и ее сечения

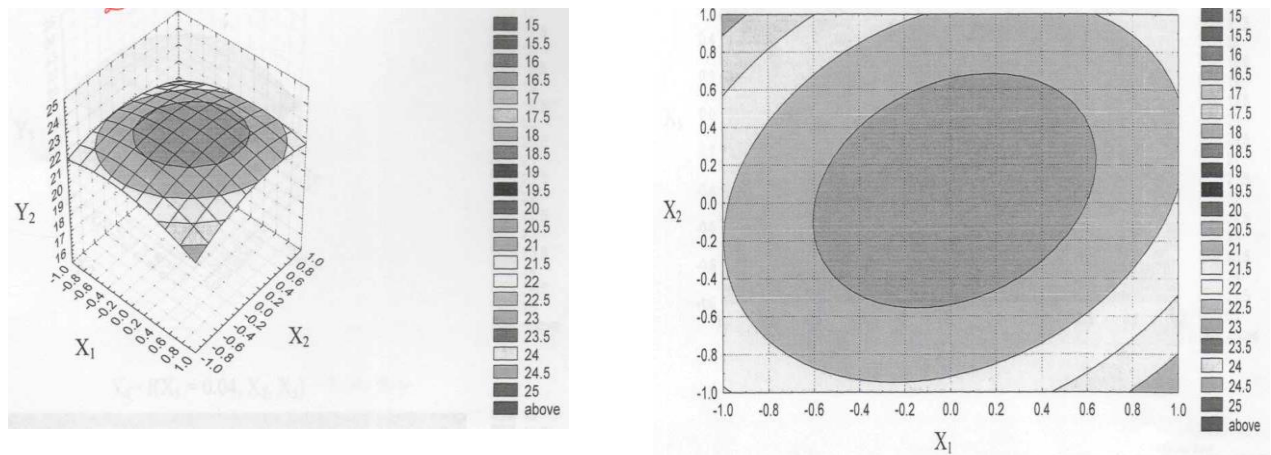


Рис. 7.10. Поверхность отклика $Y_2=f(X_1;X_2;X_3=-0,56)\rightarrow\max$ и ее сечения

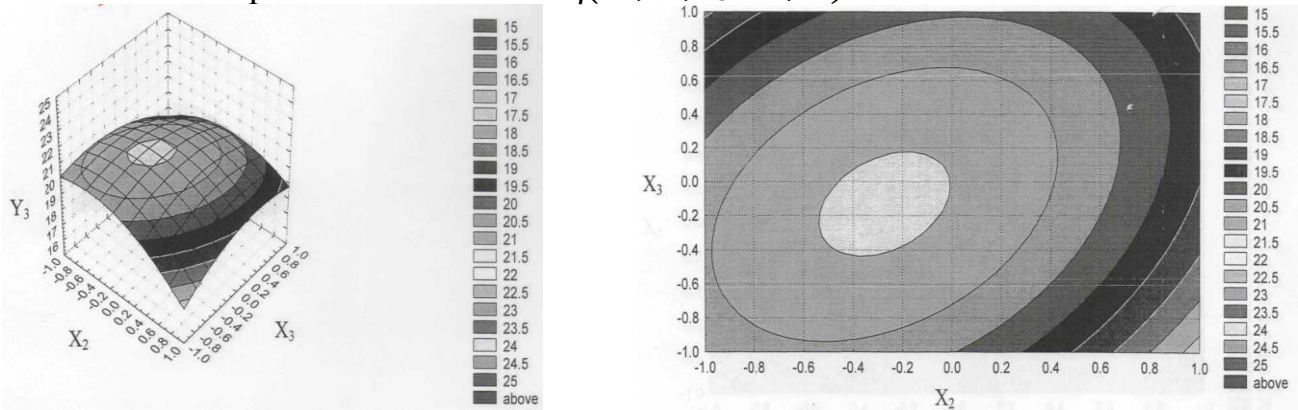


Рис. 7.11. Поверхность отклика $Y_3=f(X_1=0,04;X_2;X_3)\rightarrow\max$ и ее сечения

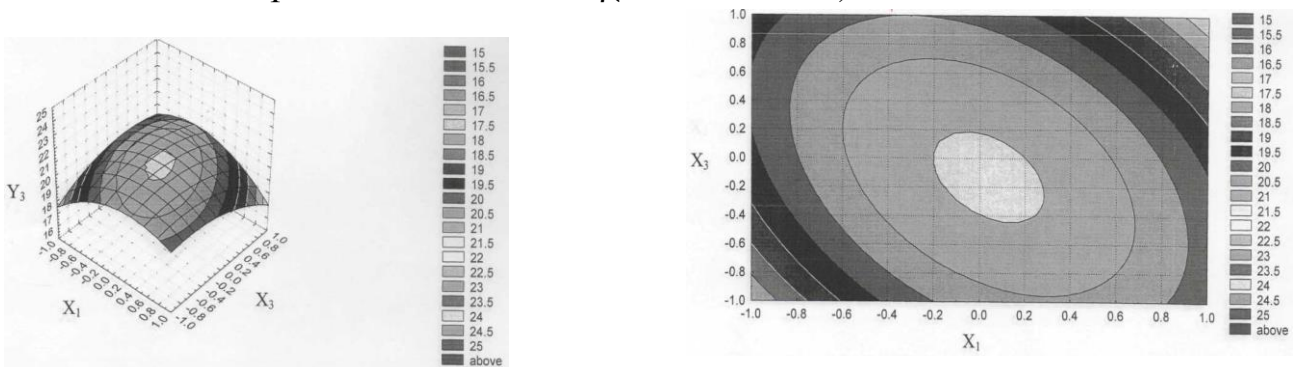


Рис. 7.12. Поверхность отклика $Y_3=f(X_1;X_2=-0,27;X_3)\rightarrow\max$ и ее сечения

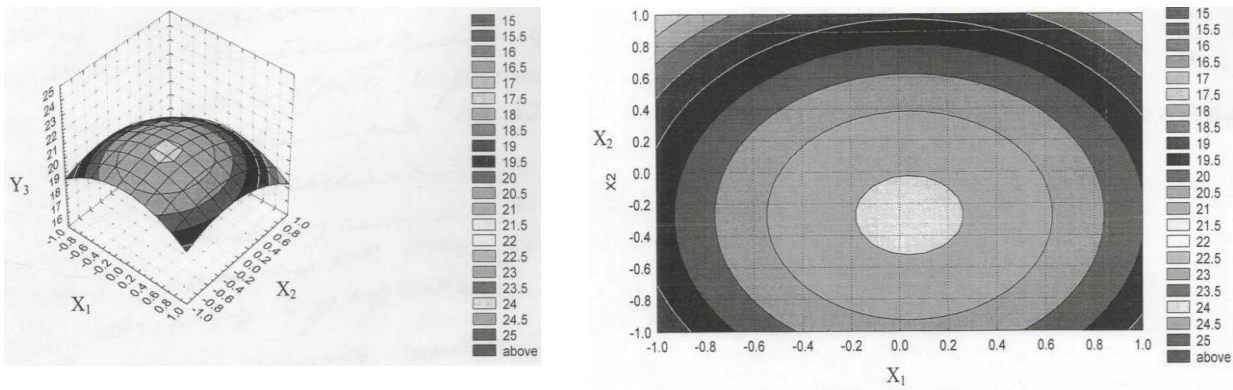


Рис. 7.13. Поверхность отклика $Y_3=f(X_1;X_2;X_3=-0,13)\rightarrow\max$ и ее сечения

В процессе физического моделирования и математического анализа полученных моделей определены оптимальные значения параметров и режимов формирования состава, свойств и органолептических показателей кваса, которые находятся в следующих пределах:

- массовая доля дрожжей $D = 0,3\%-0,45\%$;
- массовая доля сахара $C=10,4-15,8\%$;
- продолжительность брожения $t=29,3-30$ часов.

7.2 Разработка технологии и рецептуры хлебного кваса с использованием экстракта из хвои сосны обыкновенной

Создание специального сорта хлебного кваса, обогащенного биологически активными веществами хвойного экстракта, позволяет получить новый ассортимент напитков высокого уровня качества с повышенной биологической ценностью и оригинальными органолептическими показателями (Бибик И.В. и др.).

Использование хвои сосны обыкновенной, произрастающей на территории Амурской области, в производстве напитков брожения позволит иметь богатую сырьевую базу.

На следующем этапе исследований разработана биотехнология и рецептура нового сорта хлебного кваса, исследованы его показатели качества.

Главной задачей при разработке технологии приготовления кваса с добавлением экстракта являлось сохранение биологически активных веществ.

При разработке технологии напитка исследовали способы внесения экстракта по показателям активности роста дрожжей и органолептическим показателям качества. Для этого приготовили 3 образца хлебного кваса: первый – по классической рецептуре; второй - добавили экстракт из хвои в количестве 5 % до брожения и третий - добавили хвойный экстракт в количестве 5 % при купажировании. Брожение 6 %-го квасного сусла проводилось при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 18-20 часов.

При анализе процесса брожения заметили, что в напитке с экстрактом хвои на начальной стадии брожение проходило интенсивнее, что выражалось в образовании обильной рыхлой пены по сравнению с контрольным образцом. В

результате в этом квасе содержалось больше углекислоты и полнее сбродили сахара.

В готовых напитках определяли органолептические показатели, приведенные в таблице 7.8 и физико-химические показатели, приведенные в таблице 7.9.

Таблица 7.8

Органолептическая оценка хлебных квасов

Время внесения экстракта хвои	Прозрачность, цвет	Вкус и аромат
До брожения	непрозрачный напиток с цветом, соответствующим данному виду напитка	вкус и аромат хвои гармонично сочетается с хлебными тонами кваса
При купажировании	непрозрачный напиток с цветом, соответствующим данному виду напитка	сильно выраженный вкус и аромат, свойственный хвой, преобладающий над хлебным, присутствие горечи во вкусе

При добавлении экстракта хвои в квас на стадии купажирования установили: присутствие горечи во вкусе присущей хвой, кроме того, вкус и аромат хвои преобладал над хлебным ароматом, соответствующим квасу.

Таблица 7.9

Физико-химические показатели хлебных квасов

Показатели	Квас приготовленный:		
	по классической рецептуре	с добавлением экстракта хвои до брожения	с добавлением экстракта хвои при купажировании
Содержание спирта, % об.	0,4	0,5	0,4
Массовая доля сухих веществ, %	5,2	5,0	5,2
Кислотность, К.ед.	3,0	3,5	3,7

Таким образом, экспериментально изучены возможные технологические схемы приготовления хлебного кваса с добавлением хвойного экстракта и выбран способ добавления его до брожения.

Учитывая результаты предыдущего исследования, целесообразным стало изучить влияние экстракта на процесс брожения квасного сусла. Для проведения исследования приготовили два образца хлебного кваса: один по классической рецептуре, в другой добавили хвойный экстракт в количестве 4 % от количества сусла. Брожение проводили в течение 20 часов при 20 °С.

Физиологическое состояние дрожжей оценивали по общему количеству клеток, числу жизнеспособных, мертвых и почкующихся клеток. Подсчет клеток проводили методом микроскопирования в счетной камере Горяева через каждые 2 часа в течение всего периода брожения.

Динамика количества жизнеспособных, мертвых и почкующихся дрожжевых клеток приведена на рисунках 7.14-7.16.

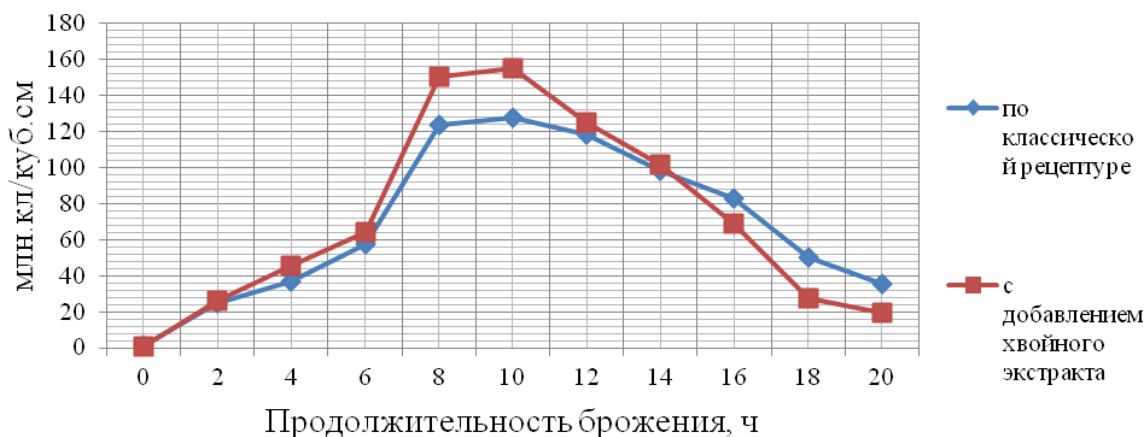


Рис. 7.14. Динамика концентрации жизнеспособных дрожжевых клеток

Как видно из графика 7.14 прирост жизнеспособных дрожжевых клеток в двух образцах отличается друг от друга. Максимальный прирост клеток наблюдается через 10 часов от начала брожения, причем во втором образце брожение проходило интенсивнее. По окончании брожения в образце с добавлением хвойного экстракта дрожжевых клеток стало меньше, чем в образце кваса без экстракта. Таким образом, можно сделать вывод, что внесение хвойного экстракта в квасное сусло способствует в начале росту и размножению дрожжевых клеток, а в конце брожения их лучшей флокуляции.

Данные, полученные при исследовании динамики мертвых клеток, представлены на рисунке 7.15

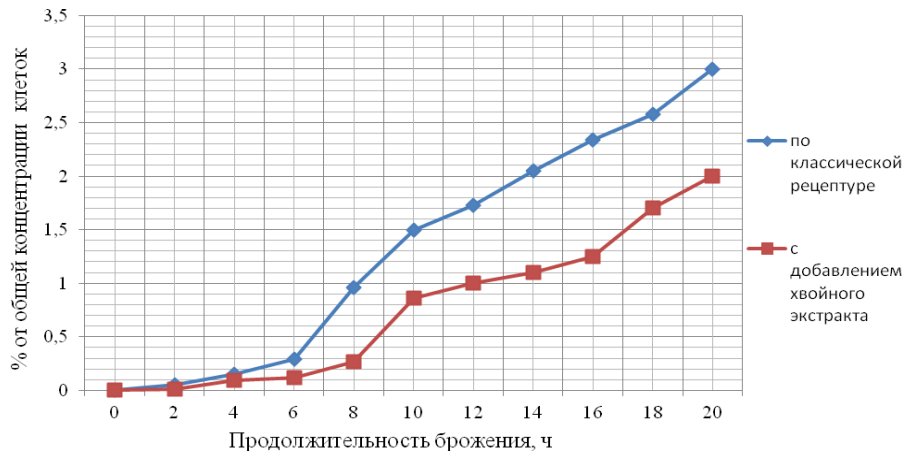


Рис. 7.15. Динамика концентрации мертвых дрожжевых клеток в квасном сусле. Исследовав динамику количества мертвых дрожжевых клеток в квасном сусле, можно отметить, что увеличение количества мертвых клеток наблюдается через два часа от начала брожения во всех образцах. Однако в сусле, содержащем хвойный экстракт, угнетение дрожжей происходит медленнее. По окончании брожения разница в количестве мертвых клеток составила 1%, что имеет большое значение при производстве хлебного кваса.

Данные, полученные при исследовании динамики прироста почкующихся дрожжевых клеток, изображены на рисунке 7.16.

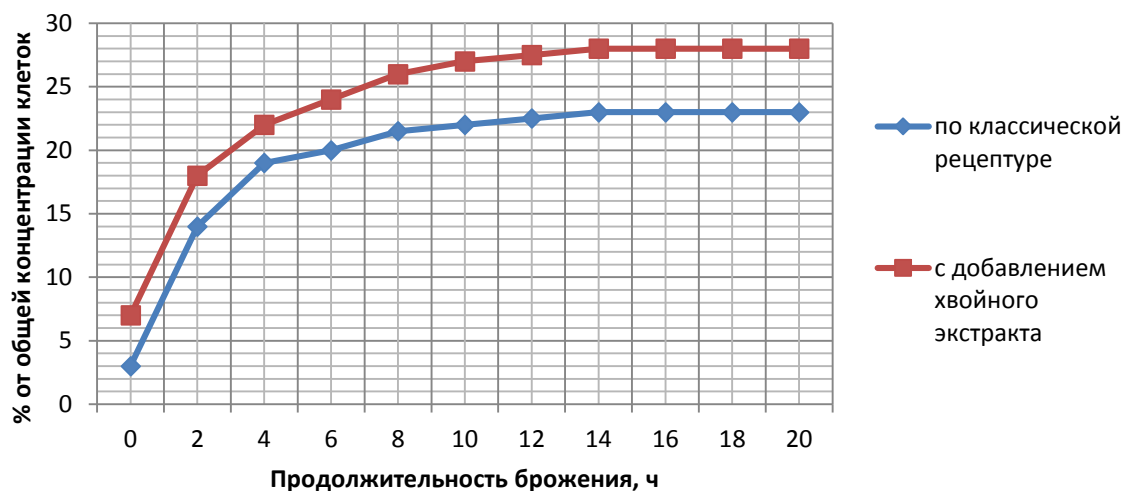


Рис. 7.16. Динамика прироста почкующихся дрожжевых клеток в квасном сусле

Из графика 5.3 прироста почкующихся клеток видно, что наличие хвойного экстракта в квасном сусле оказывает положительное влияние на рост и размножение дрожжей.

На основании проведенных исследований закономерностей развития дрожжей при сбраживании квасного сусла можно сделать общий вывод о том, что внесение экстракта из хвои сосны обыкновенной оказывает положительное влияние на размножение и жизнедеятельность дрожжевых клеток в процессе брожения сусла. А также способствует лучшей флокуляции дрожжей по окончании брожения.

Для определения количества вносимого экстракта квасное сусло готовили по классической технологии из концентрата квасного сусла, хвойный экстракт вносили в количестве 1, 2, 3, 4 и 5 % от количества сусла.

В полученных напитках определили физико-химические показатели, приведенные в таблице 7.10 и органолептические показатели качества, приведенные в таблице 7.11.

Таблица 7.10

Физико-химические показатели качества кваса с добавлением хвойного экстракта

Показатели качества	Количество вносимого 60 %-го хвойного экстракта					Норма по ГОСТ
	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	
Кислотность, К.ед.	2,0	2,0	2,0	2,0	1,7	1,5-7,0
Массовая доля сухих веществ, %	5,0	5,2	5,2	4,6	4,0	не менее 3,5
Содержание спирта, % об.	0,5	0,4	0,4	0,7	1,0	не более 1,2

Физико-химические показатели всех образцов, соответствуют требованиям нормативной документации. С увеличением дозировки вносимой добавки происходит активизация брожения и увеличение содержания спирта.

Органолептические показатели качества готовых напитков

Доза экстракта, %	Наименование показателя качества		
	прозрачность и цвет	вкус и аромат	насыщенность углекислотой
1	непрозрачный напиток с цветом, соответствующим данному виду напитка	отсутствие хвойных тонов во вкусе и аромате напитка	обильное выделение углекислоты, легкое покалывание на языке
2	непрозрачный напиток с цветом, соответствующим данному виду напитка	слабо выраженный вкус и аромат хвойного экстракта	обильное выделение углекислоты, легкое покалывание на языке
3	непрозрачный напиток с цветом, соответствующим данному виду напитка	недостаточно выраженный вкус и аромат хвойного экстракта	обильное выделение углекислоты, сильное покалывание на языке
4	непрозрачный напиток с цветом, соответствующим данному виду напитка	гармонично сочетающийся вкус и аромат кваса с хвойными тонами	обильное выделение углекислоты, сильное покалывание на языке
5	непрозрачный напиток с цветом, соответствующим данному виду напитка	наличие горечи во вкусе, не свойственной данному виду напитка	очень быстрое выделение диоксида углерода, сильное покалывание на языке

Во вкусе и аромате образцов № 1, 2 и 3 практически не ощущается присутствие хвойных тонов. Тогда как в образце №5 наблюдается преобладание хвойных тонов над хлебными, а также проявляется горечь во вкусе, не свойственная хлебному квасу.

Для определения оптимальных технологических параметров получения хлебного кваса с добавлением хвойного экстракта провели корреляционно-регрессионный анализ полученных данных, приведенных в таблице 7.12.

В результате чего имеем следующее уравнение регрессии:

$$y = -18,76 + 1,13418x_1 + 3,9692x_2, \quad (7.7)$$

где y – дозировка вносимого хвойного экстракта, x_1 – массовая доля этилового спирта, x_2 – массовая доля сухих веществ.

Таблица 7.12

Исходные данные для корреляционно-регрессионного анализа

Номер п/п	y	x_1	x_2
1	1,0	0,4	5,0
2	1,5	0,4	5,0
3	2,0	0,4	5,2
4	2,5	0,44	5,2
5	3,0	0,5	5,2
6	3,5	0,5	5,4
7	4,0	0,5	5,6
8	4,5	0,52	5,6
9	5,0	0,7	5,8
10	5,5	0,72	6,0

Уравнение регрессии показывает, при увеличении содержания этилового спирта на 1% об.(при неизменной массовой доле сухих веществ) происходит увеличение количества вносимого хвойного экстракта на 1,1341%, а при увели-

чении содержания сухих веществ (при неизменной массовой доле этанола) количество вносимого экстракта увеличится на 3,9692 %.

Парные коэффициенты корреляции: $r_{yx1} = 0,9087$, $r_{yx2} = 0,9716$, $r_{x1x2} = 0,9217$ указывают на весьма сильную связь содержания этилового спирта и сухих веществ в квасе с дозировкой вносимого экстракта, а также на сильную связь данных показателей качества друг с другом.

В таблице 7.13 приведены результаты, проведенного анализа.

Из таблицы следует, что доля дисперсии результата составляет больше 90% и указывает на весьма высокую степень обусловленности вариации результата вариацией факторов, иными словами – на весьма тесную связь факторов с результатом.

Таблица 7.13

Сводная таблица результатов анализа полученных данных

Показатель	Норма
Множественный коэффициент корреляции	0,9722
Коэффициент детерминации	0,9452
Скорректированный коэффициент детерминации	0,9295
Фактическое значение F-критерия Фишера	60,37
Фактические значения t-критерия Стьюдента	$tb_1 = 0,3819$ $tb_2 = 3,9068$
Доверительные интервалы для параметров регрессии	$-5,8872 \leq b_1 \leq 8,1554$ $1,5668 \leq b_2 \leq 6,3717$
Частный критерий Фишера	$F_{x1} = 0,1458$ $F_{x2} = 15,2609$

Фактические значения F-критерия Фишера $> 3,59$ (табл. 7.13), следовательно, полученные значения не случайны, они сформировались под влиянием существенных факторов, то есть подтверждается статистическая значимость всего уравнения.

Частные критерии Фишер $x_1 > x_2$, следовательно, при увеличении количества вносимого экстракта целесообразно сначала увеличение содержания этанола, а затем сухих веществ.

Общий вывод состоит в том, что прослеживается сильная зависимость и массовой доли сухих веществ, и массовой доли этилового спирта в квасе с количеством вносимого водно-спиртового экстракта из хвои сосны обыкновенной.

Для наглядного представления данных приведена зависимость на графике (рис. 7.17).

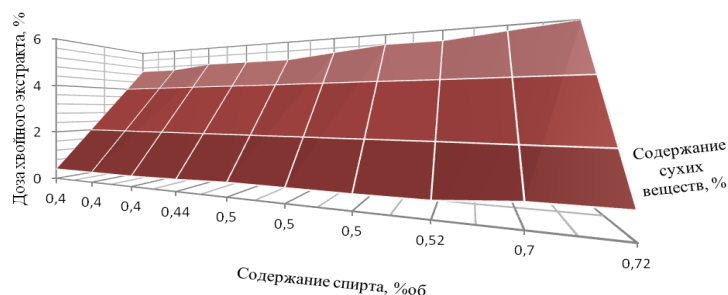
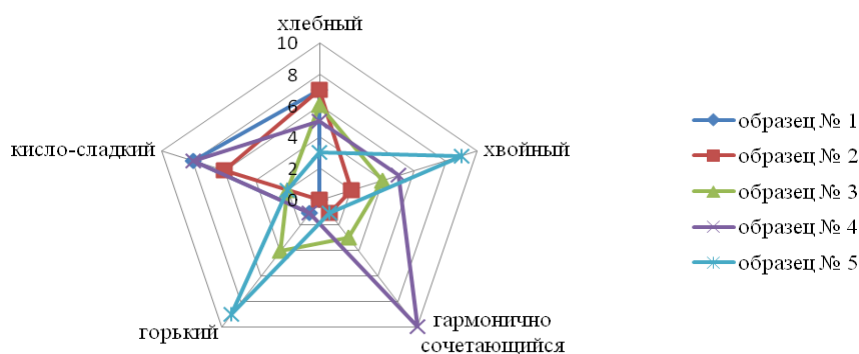


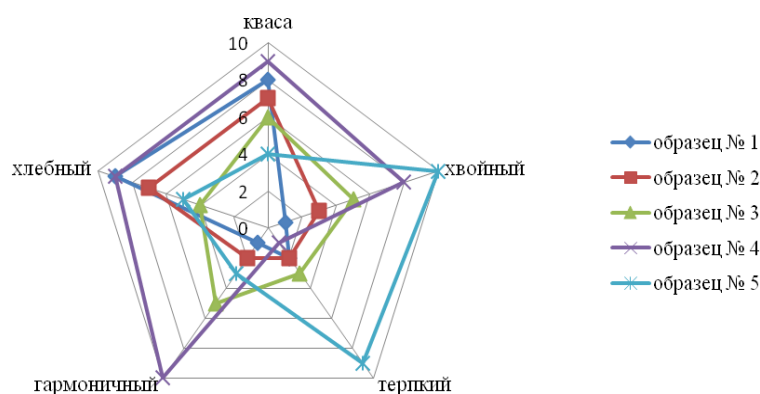
Рис. 7.17. Зависимость количества вносимого хвойного экстракта от содержания сухих веществ и этилового спирта в хлебном квасе

Учитывая особые вкусовые и ароматические сочетания компонентов полученных напитков, предлагаем систему анализа, которая включает следующие показатели: для вкуса – хлебный, хвойный, гармонично сочетающийся, горький, кисло-сладкий; для аромата – квасной, хвойный, терпкий, гармоничный, хлебный. Профили вкуса и аромата оценивали по десяти баллам. При появлении посторонних оттенков вкуса и аромата, преобладании какого-либо из названных показателей баллы снижаются пропорционально степени воздействия.

Изображения профилей вкуса и аромата представлены на рисунке 7.18, где номер образца соответствует процентному количеству вносимого экстракта.



а



б

Рис. 7.18. Профилограммы а) вкуса и б) аромата квасов, полученных путем внесения водно-спиртового хвойного экстракта

Профилограммы вкуса и аромата образцов напитков показали, что наиболее полный гармонично-сочетающийся вкус и аромат присутствует в квасе, полученном при внесении 4 % хвойного экстракта, анализируя полученные данные, пришли к выводу, что оптимальным является внесение 60 %-го хвойного экстракта в квасное сусло в количестве 4%.

Органолептические показатели качества хлебного кваса с добавлением 4% хвойного экстракта определяли качественно, то есть на соответствие показателей требованиям технической документации. Полученные данные приведены в таблице 7.14.

Таблица 7.14

Органолептические показатели качества кваса с добавлением экстракта

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	непрозрачный напиток с цветом, соответствующим данному виду напитка
Вкус	кисло-сладкий вкус кваса гармонично сочетающийся с хвойным привкусом
Аромат	ароматный, гармоничный с хвойными тонами
Насыщенность диоксидом углерода	обильное выделение углекислоты, ощущение сильного покалывания на языке

Органолептическая оценка показала, что напиток имеет гармоничный, слаженный вкус и аромат, что будет привлекательным для потребителя.

Согласно ТР ТС 021/2011 хлебные квасы подлежат обязательному контролю по микробиологическим показателям качества (табл. 7.15) и содержанию токсичных элементов (табл. 7.16) по своему качественному и количественному составу.

Таблица 7.15

Микробиологические показатели качества хлебного кваса с добавлением хвойного экстракта

	Характеристика показателя			
	КМАФАнМ	БГКП (колиформы)	Патогенные, в т.ч. сальмонелла	Плесени и дрожжи
Норма	Не более 10 КОЕ/100 см ³	Не допускается в 3 г/см ³	Не допускается в 25 г	Не более 100 КОЕ/г
Содержание	2	не обнар.	не обнар.	не обнар.

По результатам таблицы следует, что микробиологические показатели безопасности, в том числе и патогенные, соответствуют требованиям Технического регламента Таможенного союза.

Таблица 7.16

Содержание токсичных элементов в квасе с добавлением хвойного экстракта

Элементы	Значение	
	Допустимый уровень	Квас с хвойным экстрактом
Свинец, мг/кг	0,3	отсутствует
Мышьяк, мг/кг	0,2	0,1
Кадмий, мг/кг	0,03	отсутствует
Ртуть, мг/кг	0,005	отсутствует

На основании проведенных исследований микробиологических и гигиенических показателей качества хлебного кваса, полученного с добавлением хвойного экстракта, можно говорить о высокой степени безопасности нового сорта напитка.

В результате экспериментальных исследований разработана рецептура (табл. 7.17), определены оптимальные технологические параметры производства хлебного кваса «Лесной дар» с добавлением хвойного экстракта (технологическая схема представлена на рис. 5.7), разработана техническая документа-

ция (ТУ 91 85-005-94739059-2013, ТИ). На основании предложенной технологии хлебного кваса «Лесной дар» и выпущены опытные партии напитка в производственных условиях на предприятии по производству и розливу пива, кваса и безалкогольных напитков ИП «Корнеев С.С.».

Таблица 7.17

Рецептура кваса «Лесной дар», рассчитанная на 100 дал

Наименование компонента	Количество
Концентрат квасного сусла, кг	21,8
Сахар-песок, кг	80,0
Дрожжи хлебопекарные, кг	0,6
Хвойный экстракт, л	40,0
Вода, л	960,0

В производственных условиях на предприятии по производству и розливу пива, кваса и безалкогольных напитков ИП «Корнеев С.С.» была выпущена партия кваса, полученного с добавлением хвойного экстракта, в количестве 2000 дал.

Квасное сусло готовилось по классической схеме с использованием концентрата квасного сусла, сахарного сиропа и хлебопекарных дрожжей. Хвойный экстракт вносился до брожения в количестве 4 % от количества квасного сусла. Брожение протекало в течение 20 часов. После чего, готовый квас декантировали и отправляли на розлив в бочки и кеги. По физико-химическим и органолептическим показателям качества квас получил высокую оценку и рекомендован для массового производства.

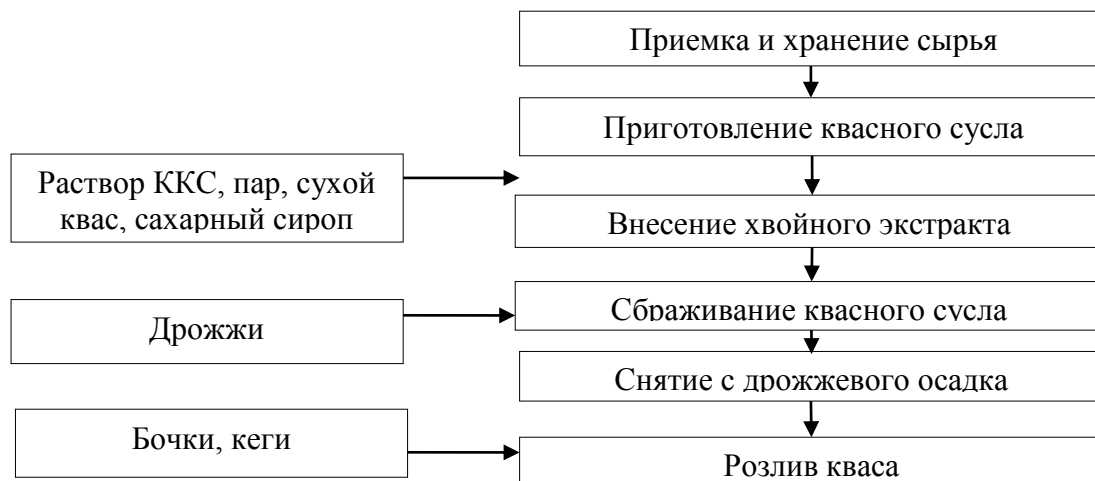


Рис. 7.19. Принципиальная технологическая схема производства кваса «Лесной дар» с добавлением хвойного экстракта

Для выявления изменений органолептических показателей качества в процессе хранения напитка проводили дегустацию напитка в день выработки, после четырех и шести суток хранения напитка при температуре 8-12 °С и относительной влажности воздуха 75%.

Дегустационная оценка разработанного кваса осуществлялась дегустационной комиссией, состоявшей из сотрудников предприятия по производству и розливу кваса, пива и безалкогольных напитков «ИП Корнеев С.С.»

При изучении органолептических показателей кваса с добавлением хвойного экстракта оценивали: прозрачность и цвет, вкус и аромат, насыщенность диоксидом углерода. Оценку проводили по 25 – балльной шкале. Результаты дегустационного анализа приведены в таблице 7.18.

Таблица 7.18

Изменение органолептических показателей качества кваса в процессе хранения

Срок хранения	Наименование показателей качества, балл			Суммарная оценка качества, балл
	Прозрачность и цвет	Вкус и аромат	Насыщенность диоксидом углерода	
баллы	7	12	6	25
0 суток	6,8	11,4	5,7	23,9
4 суток	6,8	11,2	5,5	23,5
6 суток	5,2	9,0	3,4	17,6

По истечении четырех суток хранения прозрачность и цвет остались неизменными. Вкус, аромат и насыщенность углекислотой несколько утрачиваются, суммарная оценка изменяется на 0,4 балла. Данные изменения можно характеризовать как незначительные. На шестые сутки наблюдаются сильные изменения всех органолептических показателей качества, во вкусе и аромате появляются тона, несвойственные напитку, характеризующие его порчу.

Наряду с органолептическими показателями качества напитка исследовали и его основные физико-химические показатели в день выработки и по истечении срока хранения. Полученные данные представлены в таблице 7.19.

Таблица 7.19

Изменение физико-химических показателей качества кваса при хранении

Показатели качества	Продолжительность хранения	Величина
Кислотность, К.ед. от 1,5 до 7,0*	0 суток	2,0
	4 суток	3,8
	6 суток	7,4
Массовая доля сухих веществ, % не менее 3,5*	0 суток	4,6
	4 суток	4,4
	6 суток	3,8
Содержание спирта, % об. не более 1,2 *	0 суток	0,7
	4 суток	0,8
	6 суток	1,1

Примечание: * - норма, предусмотренная ГОСТ Р 53094-2008.

В процессе хранения кваса с добавлением хвойного экстракта наблюдается нарастание кислотности, снижение сухих веществ и увеличение доли этанола. Данное обстоятельство объясняется тем, что в квасе происходит процесс брожения, поскольку квас не подвергался фильтрации и пастеризации. На шестые сутки в напитке происходят значительные изменения показателей качества, по кислотности не соответствует требованиям ГОСТ, содержание спирта на пределе допустимой нормы. На основании проведенных экспериментальных

исследований можно сделать вывод, что хлебный квас, полученный с добавлением хвойного экстракта, может храниться не менее четырех суток.

В напитке определили содержание витамина С, которое составило 4,2 мг/% и полифенольных соединений – 85 мг/100 см³.

В данной работе изучена сохранность макро- и микроэлементов, имеющих в хвойном экстракте. Полученные данные представлены в таблице 7.20.

Таблица 7.20

Минеральный состав кваса «Лесной дар»
с использованием хвойного экстракта

Элементы	Значение, мг/кг	Суточная норма потребления, мг
Железо	7	11
Кальций	1	1000
Натрий	1	500-1500
Магний	1	400
Кремний	4	не установлена
Калий	отсутствует	не установлена
Медь	0,007	2
Цинк	отсутствует	9
Фосфор	10	3
Хром	0,01	0,05
Барий	0,06	не установлена
Бор	0,4	15

Из представленной таблицы следует, что разработанная технология производства кваса является рациональной, так как сохранность химического состава является существенной.

Глава 8

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И РЕЦЕПТУР ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЛКОВО-ВИТАМИННОЙ ДОБАВКИ

Повышение качества жизни людей неразрывно связано с обеспечением их рационального питания. Определенное значение при этом имеет продукция пищевого концентратного производства - пищевые концентраты.

Ассортимент выпускаемых в настоящее время концентратов обеденных блюд разнообразен - более 160 наименований. Пищевая ценность концентратов определяется набором продуктов, входящих в их состав, и при правильном и рациональном подборе рецептур может быть не ниже пищевой ценности кулинарно приготовленной пищи.

Вырабатываемые концентраты первых и вторых обеденных блюд полностью подготовлены к употреблению в пищу и освобождены от значительной части содержащейся в них воды, что обеспечивает их продолжительное хранение без стерилизации и сравнительно дорогостоящей тары (стекло, жесть). В основном это механические смеси различных компонентов (крупы, мясо, жир, улучшающие добавки и т.п.), подвергнутые предварительной обработке, а при необходимости сушке до влажности не более 10%. Для повышения пищевой ценности в смеси иногда вводят белковые гидролизаты и другие биологически активные вещества.

Пищевые концентраты представляют собой и более сложные смеси, когда компоненты предварительно подготавливают, смешивают.

Преимущества пищевых концентратов по сравнению с традиционными продуктами – простота приготовления из них готового блюда, меньшая масса, удобная упаковка, хранение, не требующее специальных условий.

В состав пищевых концентратов включают пищевые добавки, под которыми понимают натуральные и синтетические вещества, вводимые в пищевые продукты в процессе производства с целью придания им желаемых свойств. Пищевые добавки увеличивают стойкость продукта к различным видам порчи, улучшают вкусовые достоинства, сохраняют его структуру и внешний вид.

8.1 Разработка технологии и рецептур пищевых концентратов первых обеденных блюд с использованием белково - витаминной соево-ягодной) добавки

Концентраты первых блюд представляют собой комбинации варено-сушеных круп с сушеными овощами и картофелем, сушеным мясом или рыбой, морепродуктами и другими пищевыми продуктами с добавлением соли, гидролизатов и продуктов переработки (белковая паста, белковый обогатитель пищи и др.), глутамината натрия, пищевых волокон и т.п.

Супы вырабатывают без жира и с жиром, с рыбой, с грибами и т.д. В зависимости от основного компонента различают супы бобовые, крупяные, вермишелевые, овощные и овощекрупяные. Наименование супов определяется основным компонентом. Для более точной характеристики в названии супа указывают и второй характерный компонент.

Рецептуры супов индивидуальны. В рецептуры супов входит до 17 различных компонентов, и дозировка этих компонентов при составлении смеси вызывает определенные трудности. Поэтому в рецептурах супов по возможности унифицируют норму закладки некоторых продуктов, таких, как лук сушеный, морковь сушеная, соль, перец и лавровый лист, жиры, сушеная рыба и т.п. Это значительно облегчает выбор дозирующих механизмов и организацию дозирования.

По способу приготовления пищи из концентратов их делят на концентраты с длительным временем разваривания (20-25 мин) и концентраты быстрого приготовления (2-5 мин).

Пищевые концентраты «Супы сухие с рыбой» выпускают в продажу фасованными насыпью в пакеты. Способ приготовления пищи из этих концентратов сводится к добавлению в них воды и варке в течение указанного времени. Ассортимент концентратов заимствован из кулинарной практики и отражает национальные вкусы населения страны.

Рецептуры блюд пищевых концентратов разрабатываются на последних достижениях науки о питании с учетом получения сбалансированного состава основных питательных веществ, макро- и микроэлементов, витаминов, пищевых волокон и т.п.

Если блюдо имеет специальное назначение (для туристов, различных экспедиций), то рецептура его, кроме вкусовых качеств, должна обеспечивать определенную калорийность и так называемую насыщаемость. В этом случае в рецептуру вводят пищевые волокна.

Если блюдо предназначено для широкой продажи населению, то в первую очередь важны вкусовые ощущения. Оно должно иметь достаточно экстрактивный бульон, соответствовать сложившимся вкусам населения. Такой подход к пищевым концентратам позволяет полнее удовлетворить запросы и потребности различных категорий потребителей.

К рецептурам концентратов супов предъявляются следующие требования:

- количество отдельных продуктов в рецептурном наборе должно быть таким, чтобы в пище, полученной из концентрата, обеспечивалось привычное соотношение этих продуктов;

- в рецептуры, кроме калорийных продуктов, должны входить и продукты, обеспечивающие вкусовые качества концентратов: соль, пряная зелень, пряности, глутаминат натрия и т.п.

- жидкие и пюреобразные продукты могут вводиться в рецептурный набор при условии их хорошей смешиваемости с остальными компонентами, количество их должно быть таким, чтобы можно было обеспечить стандартную влажность концентрата;

— необходимо, чтобы входящие в рецептуру продукты не реагировали между собой.

В рецептурный набор полуфабрикаты должны входить так называемой чистой массой, то есть после соответствующей переработки и очистки. Все потери во время технологической обработки сырья учитываются только нормами расхода.

В концентраты супов закладывают одинаковое количество таких продуктов, как сушеный лук, сушеная морковь, мясо или рыба, пряности и тому подобное, принимают следующую норму закладки некоторых продуктов в рецептуры супов (в %): лука сушеного – 3,0; сушеной моркови – 2,5; рыбы сушеной – 12,0; соли поваренной – 7,0; перца черного молотого и лаврового листа – по 0,5; жира – 10-12,5.

Такая унификация значительно облегчает подбор дозирующих устройств, не ухудшает качества изделий, так как нормы закладки могут быть приняты по лучшим кулинарным рецептам, что дает возможность упрощения учета движения сырья в рецептурно-дозировочных отделениях.

Качество готовых первых и вторых блюд в большой степени зависит от качества исходных полуфабрикатов.

Большое значение имеют овощи. Для производства пищевых концентратов рекомендуется использовать только быстрорастворивающиеся сушеные овощи, получаемые сушкой предварительно бланшированных до готовности овощей, подвергнутых специальной обработке (быстрому замораживанию перед сушкой и т.п.).

Предпочтение отдают овощам, имеющим фигурную резку или нарезанным в виде кубиков с длиной стороны кубика (невывсушенного) до 10 мм. Такие овощи легко смешиваются с остальными компонентами, хорошо развариваются и придают блюду приятный вид. Овощи, нарезанные кубиками, легко и точно дозируются различными объемными и весовыми дозаторами, их не надо подсушивать и дробить.

При разработке рецептур концентратов в их состав вводят пищевые добавки и вкусовые вещества, повышающие пищевую ценность, удлиняющие время хранения и т.д. В настоящее время разработано и утверждено более 70 рецептур супов. Эти рецептуры имеются в соответствующих справочниках и инструкциях.

Вкусовые качества крупяных изделий зависят от гидротермической подготовки круп и качества применяемого жира. Хорошо проваренные и произвольно высушенные крупы имеют свойственный им «чистый» вкус, и продукт из этих круп получается нормального качества. Большую роль играет и очистка круп от посторонних примесей, в том числе и от лузги. Это относится в первую очередь к овсяной крупе.

В настоящее время разработаны и утверждены рецептуры пищевых концентратов крупяных блюд более 30 наименований. Рецептуры приводятся в справочниках и инструкциях.

Пищевая ценность суповых концентратов, как и всех пищевых изделий, обусловлена содержанием в них необходимых для организма белков, жиров,

углеводов, минеральных веществ, витаминов и других физиологически активных веществ, а также усвояемостью приготовленной из концентратов пищи.

Для правильного питания необходимо большое разнообразие продуктов. В этом отношении концентраты супов являются желаемыми продуктами.

Усвояемость пищевых концентратов изучалась в Московском научно-исследовательском институте гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана. По данным В.П. Караваевой, усвояемость белка составляет 88,1%, жира 93,0%, углеводов 98,7%.

Исследованиями установлено, что варка и сушка, а также другие технологические процессы, приводят к образованию меланоидиновых образований, что снижает баланс азота при питании концентратами. На баланс азота существенное влияние оказывает витамин С, который благодаря окислительно-восстановительным свойствам способствует лучшему усвоению белка. При питании пищевыми концентратами принимают меры к пополнению организма витамином С.

Варку и сушку крупы проводят при щадящем режиме.

Качество пищевых концентратов регламентируется ГОСТ 23600-79 «Концентраты пищевые. Супы сухие с рыбой и морепродуктами. Технические условия». Этим же ГОСТ регламентируется и сырье, применяемое для изготовления концентратов.

По внешнему виду эти концентраты должны отвечать следующему требованию: смеси пищевых продуктов разной формы и степени измельчения, допускаются неплотно слежавшиеся комочки.

Органолептические показатели готовых блюд из пищевых концентратов должны отвечать следующим требованиям.

Внешний вид и цвет в первых блюдах:

Крупа, овощи – в виде частиц и кусочков разной формы и размеров или в пюреобразном виде;

Рыба в виде кусочков, разваренного фарша;

Макаронные изделия - целые, слегка разваренные;

Блюда имеющие в своем составе томато-продукты или красный перец, должны быть розовато-красного цвета разных оттенков;

Допускается для супов - непрозрачный бульон, для супов бобовых - небольшое расслоение густой части и бульона, для супов с фигурными макаронными изделиями - наличие обломков фигурных макаронных изделий (не более 5% для высшего сорта, 10% - для 1 сорта макаронных изделий).

Вкус и запах готового продукта из концентратов должны соответствовать одноименным блюдам, приготовленным кулинарным способом.

По консистенции блюда должны соответствовать одноименным первым блюдам, сваренным до полной готовности. Допускается незначительная разваренность круп и макаронных изделий, картофеля, овощей, рыбы, слегка желеобразная консистенция бульонов у рисовых, перловых и овсяных супов. Органолептические показатели готовых блюд проверяют по ГОСТ 15113.2-77.

Физико-химические показатели пищевых концентратов обеденных блюд определяются в сухом концентрате и должны соответствовать приведенным ниже показателям:

– массовая доля влаги (концентратов овощекрупяных и овощных с рыбой)	не более - 8,0-10,5%
– содержание минеральных примесей	не более - 0,01%
– содержание металлопримесей (размером не более 0,3 мм в наибольшем измерении), мг/кг,	не более - 3
– наличие посторонних примесей (кроме металлических и минеральных), плесени, видимой невооруженным глазом, а также зараженность вредителями хлебных запасов	не допускается
Готовность блюда к употреблению (по способу, указанному на этикетке), мин, не более:	
– крупяных, бобовых, овощекрупяных, овощебобовых	25
– бобовых и других быстроразвивающихся макаронных изделий	15
– пюреобразных всех видов	10
Восстанавливаемость для концентратов быстрого приготовления (по способу, указанному на этикетке), мин, не более	
	15

Вопросам микробиологического качества пищевых концентратов, и особенно концентратов, не требующих варки, в настоящее время уделяется большое внимание. Концентраты, сбалансированные по химическому составу, но содержащие патогенные микроорганизмы или их токсины, опасны для здоровья человека.

При выборе микробиологических показателей качества концентратов выбирают такие виды микроорганизмов, которые характеризовали бы общее санитарно-эпидемиологическое состояние продукта, условия его производства, безопасность для здоровья потребителя и стойкость при хранении.

Санитарно-эпидемиологическое состояние пищевых концентратов оценивается по общему количеству мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных, например, бактериям семейства кишечных палочек.

Показатель общего числа мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов учитывает все микроорганизмы - бактерии, плесневые грибы, дрожжи, которые вырастают при температуре 30-37°C в течение 1-5 дней в аэробных условиях культивирования посевов.

Безопасность пищевых концентратов для здоровья потребителей оценивают по прямому выявлению в них конкретных видов патогенных и условно-патогенных микроорганизмов и их токсинов.

Микробиологическую ценность или надежность концентратов оценивают по общему числу аэробных и факультативно-анаэробных мезофильных, термофильных или психротрофных микроорганизмов, плесневых грибов, дрожжей и других микроорганизмов. Этот показатель определяют в зависимости от температуры хранения продукта.

Общее количество мезофилов учитывают при температуре термостатирования посевов $30 \pm 1^\circ\text{C}$ в течение 72 ч, термофилов - при температуре $59 \pm 1^\circ\text{C}$

в течение 72 ч, психротрофов - при температуре $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ в течение 10 дней. Помимо общего микробного числа мезофилов, термофилов, психротрофов для характеристики стойкости пищевых концентратов используют показатель общего количества плесневых грибов и дрожжей.

Допустимые количества микробных клеток в 1 г продукта для концентратов первых и вторых обеденных блюд с мясом следующие:

Мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы	$7,5\cdot 10^4$
Колиформные бактерии	$1,0\cdot 10^3$
Плесневые грибы	$1,0\cdot 10^2$
Бактерии рода <i>Salmonella</i>	не допускаются (в 25 гр.)

Большое влияние на стойкость круп к окислению оказывают способы и режимы их получения, а также условия их хранения. Жесткие условия гидротермической обработки круп, измельчение их, повышенная температура и влажность снижают устойчивость крупы при хранении.

При дроблении крупы увеличивается удельная поверхность продукта, возрастает поверхность контакта крупы с воздухом, что приводит к усилению окислительных процессов и ускорению порчи.

Снижение влажности круп ниже 6% приводит к интенсивному окислению содержащихся в них жиров, в особенности ненасыщенных.

Известно, что устойчивость круп при хранении в значительной степени зависит от содержания и состава липидов (количества непредельных жирных кислот, токоферолов, каротиноидов, фосфолипидов). Увеличение содержания липидов и ненасыщенных жирных кислот в них снижает устойчивость круп к окислению. Токоферолы предохраняют жиры от окислительной порчи, являясь антиоксидантами.

В рыбном фарше при хранении могут происходить реакции, приводящие к неприятных привкуса и запаха. Механизм реакций может быть различным. Продукты окисления липидов могут реагировать друг с другом или другими компонентами. Эти взаимодействия являются очень важной группой вторичных реакций окисленных липидов, особенно в богатых белком пищевых продуктах, таких как рыбный фарш.

При взаимодействии окисленных липидов с аминокислотами и белком образуются высокомолекулярные соединения с очень сложной структурой, в результате растворимость как липидной, так и белковой фракции уменьшается. Образовавшиеся соединения вызывают покоричневение продукта и появление в нем неприятного запаха. Одновременно с этим в сушенном фарше протекают реакции сахаров с аминокислотами - реакция Майера, конечными продуктами которой являются бурые макромолекулярные соединения другой структуры.

Наиболее чувствительны к окисленным липидам и редуцирующим сахарам основные аминокислоты (лизин, аргинин, гистидин).

Как установлено многочисленными исследованиями значительной антиокислительной активностью обладает куркума и имбирь.

Корневища куркумы содержат 3-5% эфирного масла, в состав которого входят цингиберн, сабинен, цинеол, дорнеол, турмерон, метилацетилгексен и

еще ряд экзотических соединений (ими и обусловлен слабо жгучий, слегка горьковатый вкус, приятный, тонкий, своеобразный аромат). В состав пряности входят: белки, крахмал, смола, гуммиарабик и липиды. Из минеральных веществ в нем содержатся кальций, железо, фосфор и йод. В куркуме содержатся витамины группы В: В₁, В₂, В₃, а также аскорбиновая кислота. Яркий желто-оранжевый цвет пряности обусловлен хорошо растворяющимся в жире оранжевым красителем куркумином - полифенолом С₂₁Н₂₀О₆, который содержится в пряности в виде альфа-йодкуркумина.

Куркума - прекрасный антибиотик. В отличие от синтетических препаратов пряность-лекарство не ухудшает состояние желудочно-кишечного тракта и не разрушает печень. При употреблении куркумы повышается активность кишечной флоры и улучшается пищеварение. Она обладает желчегонным, противоаллергическим действием, останавливает кровотечение, способствует заживлению ран. Лекарственные свойства куркумы разнообразны. Она применяется при ожогах, болезнях желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы, сахарного диабета, астме, анемии, отравлений химикатами. Куркума - сильный антиоксидант, сравнимый с витамином С и Е.

Корневища имбиря содержат в своем составе до 4% эфирного масла, главной составной частью которого является цингеберен (до 70%), придающий продукту характерный аромат. Кроме того, в масле содержится цингиберол, камфен, цинеол, цитрал, и ряд других соединений. Клубни и продукция из них имеют резкий, острый вкус, который обусловлен наличием фенолоподобного вещества гингерола. В имбире много белка, углеводов, представленных в основном крахмалом, клетчаткой. Минеральный состав представлен солями магния, фосфора, кальция, железом, натрием, калием и цинком. Богат витаминами С, В₁, В₂ и А.

Данная пряность широко применяется в кулинарии, медицине и косметологии. Научные исследования показали, что компоненты корня имбиря обладают антиоксидантным, противовоспалительным, противомикробным, спазмолитическим действием, снижают уровень холестерина и сахара в крови.

Исследования проведенные в ТГЭУ (г. Владивосток) показали, что содержание йода составляет (мкг/100г): в куркуме и имбире 3584 и 2596 на нативное вещество соответственно при суточной потребности в йоде 150 мкг. Это позволяет рассматривать данные растительные объекты в качестве йодсодержащих добавок в продукты повседневного спроса.

Кроме этого по данным полученным в ТГЭУ, в куркуме содержится 19,8% белка, 6,5% жира, 5% клетчатки и 6,1% минеральных веществ. В то же время в имбире содержится 14,6% белка, 3,2% жира, 5,9% клетчатки и 5,6% минеральных веществ. Все это позволяет использовать данные ингредиенты в пищевых концентратах - супов сухих с рыбным фаршем и белково-витаминной добавкой (БВД).

В таблице 8.1 представлены рецептуры сухих супов с рыбным фаршем в количестве 15 % по трем разработанным вариантам и БВД в виде крупы. Данной рецептурой предусмотрено введение в состав пищевого концентрата жира с включенной в него антиоксидантной смесью имбирь+куркума в количестве до 1,0 %.

Таблица 8.1

Рецептура супов сухих с рыбным фаршем и БВД (концентраты пищевые)

Компоненты	Содержание, %	
Крупа:		
- рисова	40,0	-
- перловая	-	40,0
Фарш рыбный (по трем вариантам)	14,0	14,0
Жир+смесь (имбирь+куркума)	10,5	10,5
Лук сушеный	3,0	3,0
Зелень сушеная	1,5	1,5
Коренья белые	1,4	1,4
БВД (соево-морковно-ягодная композиция)	20,0	20,0
Соль	4,0	4,0
Перец черный	0,05	0,05
Лавровый лист	0,05	0,05
Глутанат натрия	0,5	0,5

В таблице 8.2 представлен химический состав и энергетическая ценность супов сухих с рыбным фаршем по трем вариантам с рисовой крупой и трем вариантам с перловой крупой и БВД. Данные пищевые концентраты отличается относительно высокое содержание белков, жиров, углеводов клетчатки, витаминов, флавоноидов и минеральных веществ, а также наличие органических кислот.

Таблица 8.2

Химический состав и энергетическая ценность супов сухих с рыбным фаршем и БВД

Супы на основе рыбного фарша	Массовая доля, %						Витамины, мг/100г				Энергетическая ценность, ккал/100г
	белков	жиров	углеводов клетчатки	витаминов	минеральных веществ	органических кислот в пересчете на яблоч-	С	Е	β-каротин	биофлавоноиды в пересчете на	
-Суп с рисом рецепт 1	11,4	12,0	58,4	2,2	6,2	1,5	33,0	1,8	2,8	11,0	387,2
рецепт 2	12,5	12,8	56,3	2,1	6,4	1,4	30,0	1,75	2,7	10,8	390,4
рецепт 3	10,5	8,3	62,9	2,4	6,3	1,45	31,0	1,6	2,75	10,5	368,3
-Суп с крупой перловой рецепт 1	12,4	12,8	56,4	2,1	6,4	1,55	30,0	1,70	2,70	11,5	480,4
рецепт 2	13,8	13,7	54,0	2,0	6,5	1,50	30,5	1,75	2,80	11,2	394,5
рецепт 3	11,3	9,4	61,1	2,4	6,2	1,45	31,0	1,8	2,70	11,3	374,2

В таблице 8.3 представлены данные по биологической ценности разработанных супов сухих с рыбным фаршем.

Биологическая ценность пищевых концентратов
«Супы сухие с рыбным фаршем и БВД

Незаменимые аминокислоты (НАК)	Шкала ФАО/ВОЗ		Супы сухие							
	А*	С*	с лососевым фаршем				с фаршем из трески			
			с крупой рисовой		с крупой перловой		с крупой рисовой		с крупой перловой	
			А	С	А	С	А	С	А	С
Валин	5,0	100	4,71	92,4	3,81	76,2	4,69	94,0	3,81	76,2
Лейцин	7,0	100	6,16	88,0	5,12	73,1	6,16	88,0	5,12	37,1
Изолейцин	4,0	100	3,34	83,5	3,34	83,5	3,34	83,5	3,34	83,5
Лизин	5,5	100	3,32	60,4	3,64	66,2	3,32	60,4	3,64	66,2
Метионин+цистин	3,5	100	2,67	76,2	2,85	81,4	2,67	0,76	2,85	81,4
Треонин	4,0	100	2,64	66,0	2,40	60,0	3,12	78,0	2,43	60,7
Фенилаланин+тирозин	6,0	100	6,28	104,7	6,44	107,3	6,28	104,7	6,67	111,2
Триптофан	1,0	100	0,96	96,0	0,96	96,0	0,96	96,0	0,96	96,0
Σ НАК	36,0	100	30,1	83,6	28,56	79,3	30,54	84,8	28,82	80,0

*Примечание: А – содержание аминокислоты, г/100 г, С – аминокислотный скор, %

Несмотря на низкие данные по биологической ценности в целом по пищевым концентратам, в их составе присутствуют два компонента – рыбный фарш и белково-витаминная добавка на основе соевого белка, которые содержат комплексный белок. В этой связи, разработанные пищевые концентраты являются полноценными продуктами питания.

На рисунке 8.1 представлена зависимость, характеризующая хранимостепособность разработанных пищевых концентратов.

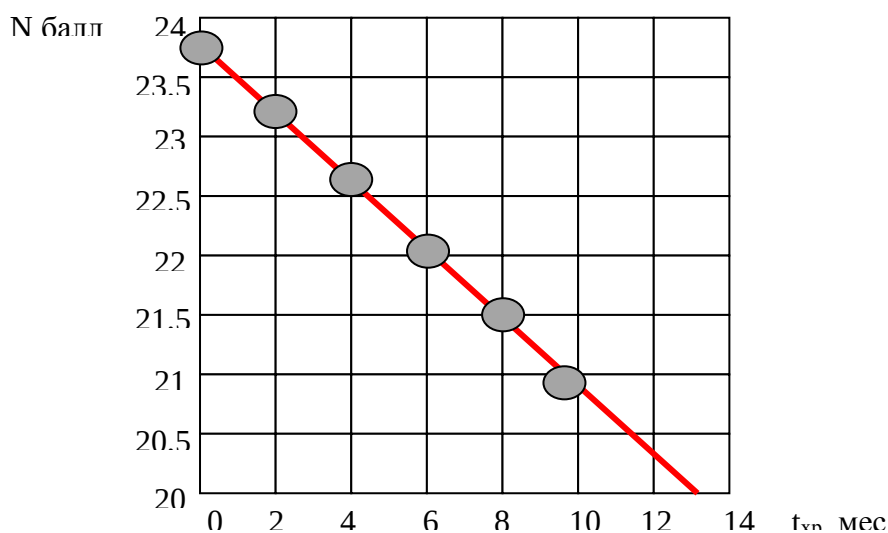


Рис. 8.1. Зависимость сенсорной оценки пищевых концентратов N от времени их хранения - t_{хр}.

Данная зависимость аппроксимирована выражением следующего вида:

$$N = 23,7 - 0,264 t_{\text{хр}} \geq [N], \quad (8.1)$$

где N – органолептическая оценка продукта, балл;

[N] – допустимое значение органолептической оценки, балл;

t_{хр} – время хранения, мес.

Содержание токсичных элементов, антибиотиков, нитрозаминов радионуклеидов и пестицидов в продукте не превышает допустимых уровней, установленных «Гигиеническими требованиями к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» СанПиН 2.3.2.10780, утвержденных Постановлением Госсанэпиднадзора России от 14 ноября 2011 г., № 36 (табл. 8.4).

Таблица 8.4

Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов

Продукт	Показатели	Допустимые уровни, мг/кг, не более	Примечание
Пищеконцентраты и текстураты	токсичные элементы: свинец	1,0	
	мышьяк	1,0	
	кадмий	0,2	
	ртуть	0,03	
	мель	10,0	
	цинк	30,0	
	микотоксины: афлатоксин В ₁	0,005	контроль по сырью
	пестициды: гексахлорциклогексан (α, β, γ – изомеры)	0,2	контроль по сырью
	ДДТ и его метаболиты	0,05	
	олигосахара	2,0	%
	ингибитор трипсина	0,5	%
	радионуклиды: цезий-137	80	
	стронций-90	100	

Микробиологические показатели разработанных пищевых концентратов определены в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01, утвержденным Министерством здравоохранения, удовлетворяют требованиям, указанным в таблице 8.5.

Таблица 8.5

Микробиологические показатели пищевых концентратов

Индекс	Группа продуктов	КМА-ФАНМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются			Сульфитредуцирующие клостридии, КОЕ/г, не более
			БГКП (количества)	S, aureus	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	
6.9.1.2	Пищеконцентраты и текстурат	2,5·10 ⁴	0,1	0,1	25	10

Соблюдение санитарных правил и норм обеспечивает получение концентратов, в которых видовой состав и количество микроорганизмов находится в пределах допустимых норм. Поскольку концентраты характеризуются низкой активностью воды (до 0,6), при правильном хранении развитие микроорганиз-

мов затормаживается и полностью прекращается. Ферментативная порча концентратов также исключена, поскольку подготовка рецептурных компонентов (круп, овощей и т.д.) предусматривает гидрометрическую обработку, при которой ферменты полностью инактивируются.

Порча концентратов происходит по известной схеме, без всякого участия микроорганизмов и при полном подавлении тканевых ферментов. Причиной порчи являются неферментативные реакции: карбониламинные и окислительно-жировые.

При этом длительность хранения пищевых концентратов обусловлена главным образом стойкостью к окислению жира, как входящего в состав отдельных компонентов (круп, фарш и др.), так и введенного в концентраты по рецептуре.

Снижение качества круп в процессе хранения связано с изменениями в липидном комплексе, которые заключаются в окислении и разрушении глицеринов, жирных кислот, биологически активных веществ и образовании разнообразных продуктов окисления липидов, многие из которых токсичны.

Продукты окисления липидов взаимодействуют с белками и углеводами с образованием комплексов и соединений с различной устойчивостью.

Окисленные липиды снижают биологическую и пищевую ценность не только жиров, но и белков, углеводов и других соединений.

В крупах появляется неприятный, прогорклый вкус, который обусловлен не только продуктами разложения жира, но и образованием различных химических соединений другой природы. Крупы, липидная фракция которых подверглась окислительной норме, обладают пониженной стойкостью при дальнейшем хранении. Жир является наиболее лабильным компонентом пищевых концентратов.

В результате порчи жиры теряют свою пищевую ценность. Однако еще до появления отчетливых признаков порчи, жиры начинают терять свою биологическую ценность: в них разрушаются жирорастворимые витамины, уменьшается содержание непредельных жирных кислот, пигментов (в окрашенных жирах) и т.п.

Основной порчей жиров в процессе их хранения, является окислительное автокаталитическое прогоркание. В основе его лежат цепные радикальные процессы с вырожденным разветвлением между кислородом воздуха и ненасыщенными жирными кислотами жира. Первичными продуктами окисления являются гидроперекиси, из которых путем сложных преобразований образуются смеси различных соединений: насыщенных и ненасыщенных альдегидов, кетон, моно- и дикарбоновых кислот, альдегидокислот, кетокислот и другие в зависимости от образующихся продуктов окисления появляются разнообразные неприятные привкусы и запахи. Причиной нежелательных привкусов и запахов являются в первую очередь карбонильные соединения - альдегиды и кетоны. Альдегиды преобладают в жирах с ненасыщенными кислотами, в жирах с небольшим количеством ненасыщенных кислот (масло кокосовое и др.) преобладают кетоны.

Окислительные процессы жиров также, как и другие цепные реакции, чувствительны к воздействиям, при которых могут возникать свободные радикалы, в связи с чем важно знать источники таких воздействий.

Каталитическое воздействие на автоокисление оказывают свободные жирные кислоты, содержащиеся в жирах, повышенная температура, световая энергия (ультрафиолетовые лучи и лучи видимого участка спектра), наличие кислорода в окружающей среде, ионов и т.д.

На основании исследований разработана технологическая схема производства пищевых концентратов с использованием рыбного фарша и белково-витаминной добавки.

Она представлена на рисунке 8.2. Основные режимы и параметры данной технологии представлены в таблице 8.6.

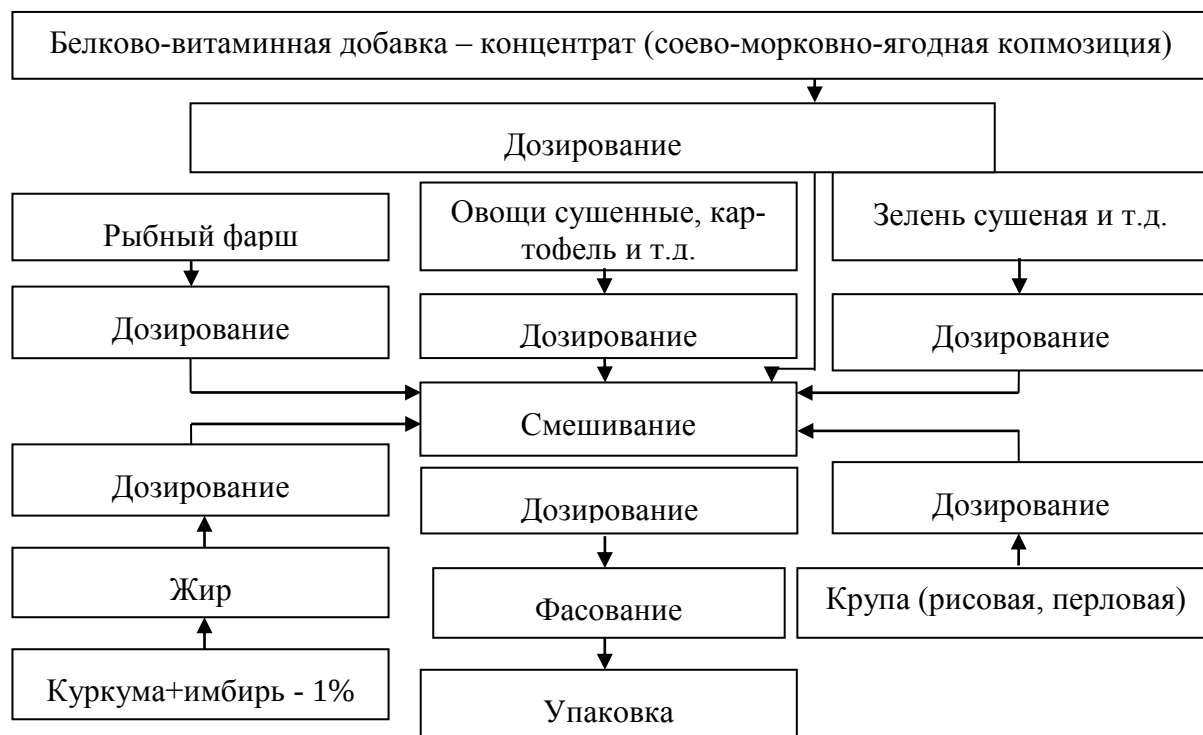


Рис. 8.2. Технологическая схема производства пищевых концентратов первых блюд

Таким образом совокупность новых научно обоснованных данных, полученных в результате проведенных исследований, позволила разработать технологию пищекокнцентратов и получить рациональные значения ее показателей (табл.8.6).

Таблица 8.6

Основные режимы и параметры технологии производства супов сухих рыбных с белково-витаминной добавкой (БВД)
на основе соево-морковно-ягодной композиции

№ п/п	Наименование процесса	Оптимальные значения, параметров и соотношение компонентов					Показатели кулинарных качеств		
		С	t°, C	W _к , %	W _н	t, ч	N, балл	t _в , мин	ЭЦ ккал/100 г
1.	Замачивание семян сои	3:1	25,0	70-75	12,0	24,0	-	-	332-350
2.	Проращивание семян сои	-	29,0	70-75	70-75	48-72	-	-	-
3.	Измельчение семян сои и моркови и экстракция белка	6:1	40,0	-	-	-	-	-	-
4.	Разделение на жидкую белковую дисперсную систему и соево-морковный нерастворимый остаток	-	25,0	-	-	-	-	-	-
5.	Термокислотная коагуляция раствором ягодно-кислотного комплекса или из брусники или из лимоника, или из калины, или из клюквы	1:1	45-60	-	-	0,2-0,3	20-22	-	-
6.	Отжим влаги из окрашенного коагулята	-	30,0	25-30	70-75	0,3-0,4	20-21	-	290
7.	Приготовление рыбного фарша	-	25,0	30-35	35-40	0,1-0,12	21-24	-	320
8.	Формование и сушка гранул БВД, приготовление крупки	-	-	8-10	30-35	0,5-0,6	23-24	30-35	455
9.	Дозирование, смешивание и фасование при приготовлении супов сухих с рыбным фаршем и БВД	10-15	-	8-10	-	-	23-24	10-20	400-420

8.2 Разработка технологии и рецептур пищевых концентратов вторых обеденных блюд с использованием белково-витаминных концентратов и белково-витаминно-углеводных гранулятов

Добавки, используемые в производстве пищевых концентратов, в зависимости от их основного назначения, подразделяются на: повышающие пищевую ценность; улучшающие внешний вид; улучшающие вкус и запах; изменяющие консистенцию, удлиняющие сроки хранения; обогащающие пищевыми волокнами.

Для повышения пищевой ценности концентратов используют белки, витамины, минеральные вещества.

К добавкам, богатым белками, относят белковые гидролизаты, сушеный мясной фарш и сухой мясной бульон, цельное и обезжиренное сухое молоко, соевую и рыбную муку, яичный порошок. Эти добавки повышают пищевую ценность и биологическую активность продукта, а также положительно влияют на вкусовые достоинства блюд.

Наиболее распространенными добавками, используемыми для повышения биологической активности концентратов, являются белковые гидролизаты и продукты их переработки – белковая и бульонная пасты. Они улучшают вкус и запах концентратов, приближая готовые блюда к продуктам, полученным обычным кулинарным способом.

Белковые гидролизаты, являясь продуктами гидролитического расщепления белков, состоят, в основном, из отдельных аминокислот, их натриевых солей и полипептидных остатков. Натриевые соли аминокислот, особенно глютамат натрия, усиливают естественный вкус таких продуктов, как мясо, рыба, овощи при добавлении их в рецептуру.

Смешивая белковые гидролизаты с соевой дезодорированной мукой в соотношении 3:1 и высушивая смесь на вальцовых сушилках, получают продукт, называемый белковым обогатителем пищи.

Бульонную пасту и белковый обогатитель используют в производстве пищевых концентратов первых и вторых обеденных блюд.

В настоящее время большое внимание уделяется витаминизации пищевых продуктов, в том числе пищевых концентратов.

При разработке рецептур пищевых концентратов принимают во внимание витаминный состав отдельных компонентов, учитывая при этом изменения, происходящие при технологической обработке.

В настоящее время в РФ проводятся работы по обогащению пищевых концентратов витаминами, особенно концентратов, предназначенных для использования в экстремальных условиях.

Наряду с белками, жирами, углеводами и витаминами - минеральные вещества являются важными компонентами пищи человека, необходимыми для построения химических структур живых тканей и биохимических и физиологических процессов, лежащих в основе жизнедеятельности организма. В состав организма входит большое количество минеральных элементов, макроэлементы (кальций, фосфор, калий, натрий, железо, магний, хлор и сера) и микроэлементы (мар-

ганец, кобальт, молибден, йод, фтор, медь, цинк и др.). Общее содержание минеральных веществ составляет 3-5% массы тела, содержание их в продуктах питания - 0,03-1,9%.

При разработке рецептур пищевых концентратов учитывают минеральный состав отдельных рецептурных компонентов, а также предусматривают возможность обогащения концентратов необходимыми минеральными веществами.

Особенно важно обогащение минеральными веществами концентратов, предназначенных для использования в экстремальных условиях.

Основным источником минеральных веществ являются картофель и овощи, в том числе и сушеные.

За рубежом выпускают пищевые концентраты, обогащенные минеральными веществами. Так, пищевые концентраты с добавками минеральных веществ вырабатывает фирма «Фелтон» (США). Для обогащения концентратов используют следующие соединения: дикальций фосфат, окись магния, окись цинка, железо (электролит), глюконат меди, сульфат марганца, иодид калия, молибдат натрия, хлорид хрома, селенит натрия.

К добавкам, улучшающим внешний вид, относятся пищевые красители, отбеливающие и цветокорректирующие вещества. Известно, что неудачно или неестественно окрашенные пищевые продукты могут снижать аппетит и процесс пищеварения, в то время, как приятно окрашенная пища наоборот увеличивает выделение желудочного сока.

Красители, используемые для окраски пищевых продуктов, подразделяют, в зависимости от их происхождения, на три группы: натуральные (растительного или животного происхождения); синтетические органические; минеральные неорганического происхождения. В последние годы предпочтение отдают натуральным красителям. Каротиноиды - широко распространенные в природе натуральные пигменты, являющиеся полиненасыщенными соединениями желтого, оранжевого и красного цвета. Они устойчивы к изменению pH среды и веществам, обладающими восстановительными свойствами, однако легко поддаются окислению.

Выделяют каротиноиды из моркови, шафрана, перца. В настоящее время каротин получают микробиологическим путем. К антоцианам принадлежит большинство естественных, голубых, красных, красно-фиолетовых красителей, присутствующих во фруктах, овощах, в цветах. По химическим свойствам они относятся к группе флавоновых соединений. Они чувствительны к изменениям pH среды, воздействию температуры и света, особенно в присутствии ионов металлов, поэтому применение их ограничено. В качестве источника антоцианов чаще всего используют соки из интенсивно окрашенных плодов (черники, ежевики, вишни и др.).

К флавоноидам относятся флавоны, флавонолы и ксантоны. Это натуральные желтые или оранжево-желтые красители, находящиеся в виде гликозидов в цветочном соке различных цветов, листьев и некоторых фруктов. В отличие от каротиноидов они растворимы в воде. В качестве красящих веществ для пищевых продуктов их применение ограничено.

Сахарный колер (карамель) – это продукт темно-коричневого цвета, полученный термическим разложением сахара. Темно-коричневый стекловидный

расплав имеет своеобразный вкус, растворяется в воде, образуя после фильтрации темно-коричневую сиропообразную жидкость с приятным запахом. За рубежом ее широко применяют для окраски концентратов первых и вторых обеденных блюд.

Синтетические органические красители, по сравнению с естественными, имеют некоторые преимущества:

- высокоустойчивы к изменению pH среды, действию кислот, тепла и света, окислителей, в присутствии металлов их цвет мало изменяется;
- хорошее качество, высокую концентрацию, чистоту цвета;
- обладают более сильной окрашивающей способностью;
- в большинстве случаев значительно дешевле, чем натуральные красители.

Красители, в зависимости от их химической структуры, разделяют на следующие группы: азо-, диазо-, и полиазокрасители; дифинилметановые; трифенилметановые; пиразолоновые; нитрокрасители; андиокрасители; ксантоновые; антрахиновые; хинолиновые.

По растворимости красители делятся на водо- и жирорастворимые, а также растворимые в спирте. В зависимости от реакции их подразделяют на: кислые, основные и нейтральные.

Для окраски или подкраски пищевых продуктов их применяют в количестве, необходимом для достижения естественного или требуемого цветового тона. Концентрация синтетических красителей не должна превышать 0,03% (в пересчете на чистый краситель по отношению к массе продукта).

В качестве добавок, улучшающих вкус и запах в пищевых концентратах применяются ароматические вещества, а также усилители аромата и вкуса. Они вносятся в пищевые продукты с целью придания им аромата добавки или дополнения аромата самого продукта. Некоторые виды ароматизаторов используют совместно с усилителями аромата и вкуса.

Ароматические вещества стимулируют работу слюнных и выделяющих желудочный сок желез, усиливают деятельность органов пищеварения, оказывают положительное действие на центральную нервную систему.

Ароматические вещества не обладают сколько-нибудь значительной пищевой ценностью, но они являются важной составной частью пищевого продукта, влияющей на его качество. При отсутствии привычного аромата даже самый высококачественный по питательным свойствам продукт не будет иметь у потребителя успеха.

В отличие от других пищевых добавок, ароматизирующие вещества используются в очень малых количествах. Их добавляют с целью разнообразить пищу; исключается систематическое употребление одного и того же ароматизатора, что делает их более безопасными для здоровья потребителей.

В зависимости от способа получения пищевые ароматизаторы подразделяют на природные и синтетические.

Для придания пищевым концентратам специфического вкуса и аромата чаще всего применяют пряности, представляющие собой высушенные и измельченные пряно-ароматические растения или их части (корни, стебли, кору, листья, плоды, почки, цветки).

Запах и вкус пряных, растений обусловлены наличием смеси ароматических веществ, относящихся к разнообразным классам органических соединений (альдегидам, кетонам, спиртам, эфирам и др.).

В производстве пищевых концентратов широко используют черный, душистый и красный перец, мускатный орех, лавровый лист, зелень петрушки, укропа. Их обычно добавляют в концентраты в количестве 0,05 - 1,0%.

В некоторых случаях используют ароматические вещества, извлеченные из растений и называемые эфирными маслами или экстрактами.

Ароматические вещества используют в пищевых продуктах чаще всего в жидком виде. В последние годы расширяется использование порошкообразных ароматических веществ, получаемых методом распылительной сушки. Они имеют преимуществ перед жидкими; легче дозируются и смешиваются, лучше хранятся и т.д.

В настоящее время большое внимание уделяют методу инкапсулирования-заклочению микродоз ароматических веществ в оболочку (капсулу) из желатина, декстрина, модифицированного крахмала, гуммиарабика. Инкапсулирование обеспечивает значительное сокращение потерь аромата за счет улетучивания, сохранение аромата при длительном хранении. Некоторые западные фирмы используют инкапсулированные пряности в концентратах супов.

Искусственные ароматизаторы получают химическим или микробиологическим путем. Некоторые искусственные ароматизаторы идентичны природным, другие же не имеют аналогов в природе.

Зарубежные фирмы широко используют искусственные ароматизаторы в концентратах. Они вырабатывают искусственные ароматизаторы, имитирующие запах говядины, свинины, курицы, окорока, гороха, спаржи, хрена, грибов и др.

Усилители аромата и вкуса добавляют к продукту в малых количествах. Они не имеют собственного вкуса и аромата, но усиливают вкус и аромат других компонентов пищи.

В качестве усилителей вкуса наиболее часто используют глутанат натрия, инозин-5-монофосфат (ИМФ) и гуанозин-5-монофосфат (Г1У1Ф), а также их смеси.

Динатриевые соли ИМФ и ГМФ по своей активности в 10-20 раз превосходят глутанат натрия. Главным производителем этих продуктов является Япония.

Высокие вкусовые достоинства пищи, приготовленной из свежих овощных, рыбных и других продуктов, в значительной мере обусловлены наличием свободной глутаминовой кислоты. Эта аминокислота присутствует в продуктах в виде моноватриевой соли, более высокое содержание которой, повышает вкус и аромат свежих продуктов.

При продолжительном хранении и производстве пищевых продуктов (процесса мойки, бланширования, сушки и др.) неизбежно снижается содержание ценных веществ, в том числе и глутаминовой кислоты. В результате вкус и аромат продуктов уменьшаются или полностью теряются. Для сохранения и повышения вкусовых качеств к продуктам питания добавляют глутанат натрия.

Глютанат натрия (мононатриевая соль глютаминовой кислоты) широко применяется в производстве пищевых продуктов, в общественном и домашнем питании как натуральный пищевкусовой препарат, обладающий способностью улучшать или восстанавливать вкусовые качества пищевых продуктов.

Глютанат натрия кристаллизуется в белые продолговатые кристаллы, легко растворимые в воде (при 20°C растворимость 1,36 г на 1 мл воды).

Глютанат натрия, присутствуя в водных растворах с другими вкусовыми веществами, дает неодинаковое усиление вкуса. Больше всего он «подчеркивает» горький и соленый вкус, меньше - сладкий. Вкусовой эффект, главным образом, зависит от pH раствора и достигает наибольшего значения при pH 5,5.

Препарат успешно используют при изготовлении супов, соусов, овощных блюд, блюд из зерновых продуктов, мясных бульонов. Значительно улучшаются вкусовые качества грибных и овощных блюд, приготовленных с добавкой глютаната.

В концентраты первых и вторых обеденных блюд глютанат натрия добавляют в количестве соответственно 0,5 и 0,3%, для концентратов куриных супов разрешено его использование в количестве 1%. Вносят его в сухом виде в смесительную машину, где перемешивают с остальными рецептурными компонентами.

Для производства глютаната натрия используют химические и микробиологические методы.

Вкусовой эффект глютаната натрия значительно усиливается путем смешивания с ди-натриевой солью ИМФ и ГМФ.

Помимо усиления вкуса, при этом достигается уменьшение стоимости за счет снижения необходимых количеств вкусовых добавок. Благоприятными для введения таких добавок считают дегидратированные пищевые продукты. За рубежом их широко используют в производстве концентратов супов, приправ, картофельных чипсов и др.

Другим типом усилителя аромата является автолизированный дрожжевой экстракт, получаемый из пивоваренных дрожжей. Это концентрат растворимых белков, углеводов и витаминов группы В.

Автолизированные дрожжи в комбинации с ароматизаторами используют для улучшения вкуса и повышения экстрактивности пищевых концентратов обеденных блюд, картофельных чипсов и других продуктов.

Для придания пищевым продуктам желательной консистенции или улучшения ее используют загустители и желирующие вещества, поверхностно-активные веществ и др. Большинство этих веществ натурального происхождения, часто они являются естественными компонентами обычных пищевых продуктов. Загустители образуют с водой высоковязкие растворы, а студнеобразователи и желирующие вещества - гели. В этих случаях вода переходит в связанное состояние и теряет свою подвижность, что оказывает влияние на консистенцию продукта.

Загустители, желе- и студнеобразователи в химическом отношении сходны между собой, поэтому эта группа часто объединяется общим названием «загустители».

Загустители условно разделяют на три группы: натуральные, полусинтетические и синтетические.

К натуральным загустителям относятся вещества растительного или животного происхождения: пектины, агар, желатин, альгиновая кислота, камедь семян рожкового дерева, корраген, гуарак, гуммиарабик и др.

В каждой стране применение натуральных загустителей определяется, прежде всего, наличием сырья, а также национальными вкусами.

Производные целлюлозы используют в концентратах обеденных блюд, приправах в качестве загустителя и стабилизатора.

В качестве наполнителя в некоторых странах применяют микрокристаллическую целлюлозу (МКЦ), которая представляет собой частично гидролизованную кислотой целлюлозу, отличающуюся от натуральной укороченными молекулами и отсутствием ассоциативных связей. Последние исследования показали, что МКЦ с низкой молекулярной массой способны проникать через стенки кишечника и попадать в кровеносные сосуды. Поскольку МКЦ не разлагается, некоторое количество частиц ее может оставаться в системе кровообращения, раздражать и повреждать стенки капилляров. В настоящее время МКЦ применяется в пищевых продуктах в ограниченных количествах.

К добавкам, удлиняющим сроки хранения, относятся различные антиоксиданты (Скурихин И.М., Гуляев В.Н. и др.).

Пищевые концентраты первых и вторых обеденных блюд вырабатывают с влажностью не более 12%. Гидротермическая обработка основных компонентов пищевых концентратов обуславливает инактивацию ферментов, в связи с чем ферментативные процессы в пищевых концентратах практически приостановлены.

Основной причиной порчи жиросодержащих концентратов является окислительное прогоркание жиров, которое протекает по типу неразветвленных и разветвленных цепных реакций. Поэтому предупреждение и ослабление этих процессов, а так же удлинение сроков хранения готовой продукции имеют большое практическое значение. Для этой цели используются специальные вещества - антиоксиданты, или антиокислители. Антиоксиданты включаются в процесс автоокисления с образованием стабильных промежуточных продуктов, то есть веществ, блокирующих цепную реакцию.

В продуктах растительного и животного происхождения обычно содержатся свои природные антиоксиданты. Чем менее рафинирован продукт, тем их больше. Но, как правило, они менее устойчивы и довольно быстро разрушаются при термической обработке и хранении. Это приводит к резкому снижению устойчивости пищевых жиров к окислению и вызывает необходимость введения добавок антиокислителей.

В качестве пищевой добавки природные и синтетические антиоксиданты применяются в производстве различных продуктов питания для предупреждения накопления в них токсичных соединений, а также с целью снижения потерь полезных веществ (витаминов, аминокислот и др.) при хранении и технологической обработке.

Антиоксиданты оказывают большое значение на состояние организма человека. Наряду с витаминами, гормонами, нейромедиаторами они относятся к биорегуляторам - важнейшим веществам, осуществляющим многоступенчатую систему регуляции и координации различных функций организма. Антиоксиданты обеспечивают необходимую активность антиокислительной системы, а также универсальной регулирующей системы, контролирующей уровень свободнорадикальных реакций окисления и препятствующей накоплению токсичных продуктов окисления. Антиоксиданты обладают широким спектром физиологического действия, что связано с их участием в различных видах обмена веществ.

Другая функция антиоксидантов - модуляторная, то есть способность изменять активность других регулирующих систем. Это обусловлено их прямым или косвенным влиянием на синтез и превращение многих биологически активных веществ (витаминов, гормонов и др.). Кроме того, необходимо отметить участие антиоксидантов в формировании ряда структурных элементов клетки, в частности, участие в построении биологических мембран.

Антиоксиданты относятся к различным классам соединений. Наиболее эффективными и распространенными антиоксидантами являются ароматические соединения, такие, как фенолы, амины, аминифенолы. Достаточно эффективными ангибиторами являются также представители некоторых других классов соединений.

Использование тех или иных антиоксидантов зависит от особенностей состава жира и жирсодержащих продуктов, наличия в них различных веществ, а также условий хранения продукта.

Сложность подбора антиокислителей для пищевых жиров заключается в том, что кроме способности стабилизировать субстрат, выбранный антиокислитель не должен быть токсичным, придавать жиру окраску, запах и вкус.

При практическом применении антиокислителей имеет значение момент введения их в жир.

В настоящее время в мировой практике применяется большое количество веществ, обладающих свойствами антиокислителей.

Широкое распространение получили различные смеси, обладающие ингибирующими свойствами (антиокислительные составы). Кроме смесей антиокислителей применяются композиции одного или нескольких антиокислителей с различными синергистами.

Синергисты усиливают действие антиокислителей, но сами не обладают антиокислительными свойствами. Кроме того, к ним относят вещества, инактивирующие ионы тяжелых металлов, связывая их в комплексные соединения и, тем самым, ингибируя проокислительное действие ионов металлов. Синергистами являются неорганические и органические кислоты, такие как фосфорная, аскорбиновая, лимонная и их соли, а также полифосфаты, аминокислоты и др.

Важнейшим свойством многих фенольных соединений является способность к обратимому окислению, то есть к переходу из фенольных форм в хинонные, и восстановлению последних в хиноны. Это обуславливает их участие в окислительно-восстановительных реакциях. Только восстановительные (фенольные) формы проявляют антиокислительные свойства, в то время как окисленные

(хинонные) формы фенольных соединений обладают очень слабой антирадикальной активностью.

Наиболее распространенными натуральными антиоксидантами являются токоферолы. Обычно в растительных жирах токоферолы представлены смесью нескольких изомеров. Как правило, α -токоферол, проявляет большую витаминную и меньшую антиокислительную активность, а δ -изомер - наоборот. В животных жирах токоферолы встречаются лишь в небольших количествах (5 - 30 мг/кг), что, в лучшем случае, соответствует 1/10 от концентрации, необходимой для их оптимального антиокислительного действия.

Токоферолы дают хорошие результаты при добавлении в животные жиры в количестве 30 мг/кг. Особенно эффективны они с синергистами, например, с аскорбиновой и лимонной кислотами. Масла из зародышей пшеницы и маиса, препараты из сои используются в качестве антиокислителей благодаря высокому содержанию в них токоферолов.

За рубежом, особенно в Японии, широкое распространение получили различные антиокислительные композиции на основе натурального витамина Е.

К натуральным антиоксидантам относятся эфиры галловой кислоты (галлаты): пропилгаллат, октилгаллат, додецилгаллат и лаурилгаллат. В воде они нерастворимы, и жирах хорошо растворяются лишь октил- и додецилгаллат.

Галлаты являются эффективными антиоксидантами. Однако способность их образовывать с ионами тяжелых металлов интенсивно окрашенные соединения приводит к неприятному изменению окраски жиров, что ограничивает их применение.

К натуральным антиоксидантам относятся также гваяколовая смола и нордигидрогваяретовая кислота.

Многие натуральные пряности обладают антиокислительными свойствами и задерживают прогоркание жиров. Такие свойства обнаружены у мускатного ореха, гвоздики, черного перца, аниса, кардамона, кориандра, укропа, фенхеля, имбиря, майорана, розмарина, шалфея. Стабилизирующим действием на жир обладают также семена горчицы, рапса, редиса, томатов. В ряде случаев натуральные антиоксиданты более эффективны, чем синтетические. Исследования, проводимые во ВНИИПП и СПТ, показали, что многие пряности, пряные овощи и зелень, используемые в пищевой промышленности содержат природные антиоксиданты. Высокой антиокислительной активностью обладают перец черный и красный, курага, лук, чеснок, морковь, кориандр, хрен. Высокое стабилизирующее действие этих добавок на жир обусловлено наличием в них целого комплекса антиоксидантов, обладающих различным механизмом ингибирования и поэтому усиливающих действие друг друга.

Высокой антиокислительной активностью (по результатам исследований ВНИИСП и СПТ) обладает горчичный порошок.

Антиокислительное действие горчичного порошка обусловлено наличием как жирорастворимых антиоксидантов, переходящих из порошка в жир, так и антиоксидантов, находящихся в частичках порошка в связанном состоянии.

При исследовании влияния температуры жира при перемешивании его с горчичным порошком установлено, что с ростом температуры количество антиок-

сидантов, переходящих в жир, увеличивается. Рекомендовано перемешивание горчичного порошка с жиром проводить при температуре 45 - 50°C, увеличение температуры выше 55°C нецелесообразно, так как это усиливает окислительные процессы в жире.

Существующие в настоящее время способы стабилизации жиросодержащих продуктов антиоксидантами не позволяют задавать процентное содержание антиоксидантов в продукте, исходя из требований к сроку хранения, а только ограничивают это содержание по максимуму. Увеличение концентрации антиоксидантов влечет за собой неоправданные затраты по стоимости, которые не покрываются заметным увеличением срока хранения, и могут даже ухудшать качество продуктов.

В опытах с горчичным порошком показано, что эффективность его действия как стабилизатора жира не пропорциональна его концентрации. Оптимальной для жира, применяемого в пищевых концентратах, является концентрация 0,6 - 1,0%. При этом наблюдается наиболее интенсивное воздействие антиоксиданта на жир, дальнейшее увеличение концентрации горчичного порошка неэффективно.

В последние годы специалистами по питанию большое внимание уделяется пищевым волокнам как одному из важных компонентов пищи. Пищевые волокна содержатся во всех растительных продуктах, являясь клеточными стенками растений, которые состоят из высокомолекулярных углеводов: целлюлоз, гемицеллюлоз, пектиновых веществ. Пищевые волокна организмом человека не усваиваются, потому долгое время их считали балластом. В связи с этим в промышленно развитых странах применялись рафинированные продукты, а грубая пища исключалась из рациона. В последнее время выяснилось, что пищевые волокна в организме человека выполняют жизненно важные функции: механически стимулируют работу кишечника, адсорбируют ядовитые химические соединения и тяжелые металлы и выводят их из организма.

Установлено, что недостаток пищевых волокон в рационе приводит к различным заболеваниям. По статистическим данным, эти заболевания значительно чаще распространены в промышленно развитых странах Европы, США и намного реже встречаются в развивающихся странах Азии и Африки, население которых в большей степени использует грубую растительную пищу.

Оптимальное количество пищевых волокон в суточном рационе питания – 40–70 г.

Источником пищевых волокон являются овощи и фрукты, отруби злаковых растений. Однако потребление пищи компенсирует потребности в пищевых волокнах не полностью. Поэтому важным является использование дополнительных источников пищевых волокон.

Результаты сравнительной оценки углеводного состава пищевых волоконовощей, трав, древесины, зерна, стеблей разнообразных злаков, водорослей свидетельствуют об их идентичности и взаимозаменяемости. Поэтому в качестве источника пищевых волокон можно использовать не только побочные продукты переработки сельскохозяйственного сырья, но и травы, водоросли, древесину, что значительно расширяет возможность производства пищевых волокон и их применение в лечебных и профилактических целях.

Во многих странах в настоящее время в пищевые продукты вводят добавки чистых полимерных углеводов, целлюлозы и их производных. Фирмы Италии, США, Германии выпускают различные виды порошкообразных целлюлоз.

Большое распространение получили производные целлюлозы с различной степенью полимеризации и замещения. Замещающими ионами служат ионы натрия, калия, магния.

За рубежом (США, Германия) предложено использовать в концентратах супов волокнистый наполнитель, состоящий из протопектина и целлюлозных волокон, покрытых слоем гидрофобного материала.

В РФ в настоящее время проводятся работы по выявлению содержания пищевых волокон в продуктах питания и изучению возможности включения пищевых волокон в различные продукты.

Во ВНИИПП и СПТ была проведена работа по определению содержания пищевых волокон в рационах питания из пищевых концентратов. Были исследованы рацион калорийностью 3400 ккал, предназначенный для лечебного питания, и рацион калорийностью 2400 ккал.

Установлено, что фактическое суточное потребление пищевых волокон с первым рационом ниже рекомендуемого на 12 - 14 %, а при использовании второго рациона дефицит пищевых волокон составил 80%.

При исследовании малогабаритных рационов, предназначенных для использования в качестве аварийного запаса продовольствия для геологов и туристов, показано, что эти рационы имеют большой дефицит пищевых волокон. Это приводит к появлению ощущения чувства голода и нарушениям работы желудочно-кишечного тракта.

В связи с изложенным, вопрос обогащения пищевых концентратов пищевыми волокнами является своевременным и актуальным, так как позволит предупредить ряд заболеваний, связанных с недостатком балластных веществ в потребляемой пище.

Во ВНИИПП и СПТ были разработаны пищевые концентраты для больных диабетом. Эти концентраты обогащены пищевыми волокнами, в качестве источника волокон использованы свекольные выжимки.

В результате обоснования рецептур и анализа состава и свойств пищевых концентратов, в качестве основного пищевого компонента было выбрано картофельное пюре с использованием в составе таких блюд белково-витаминного концентрата в порошкообразной форме. В связи с тем, что процесс приготовления картофельного пюре длится до пяти минут, необходимо было изучить процесс регидратации порошкообразного белково-витаминного компонента.

Зависимости по изучению процесса регидратации белково-витаминного продукта в виде порошка приведены на рисунке 8.3.

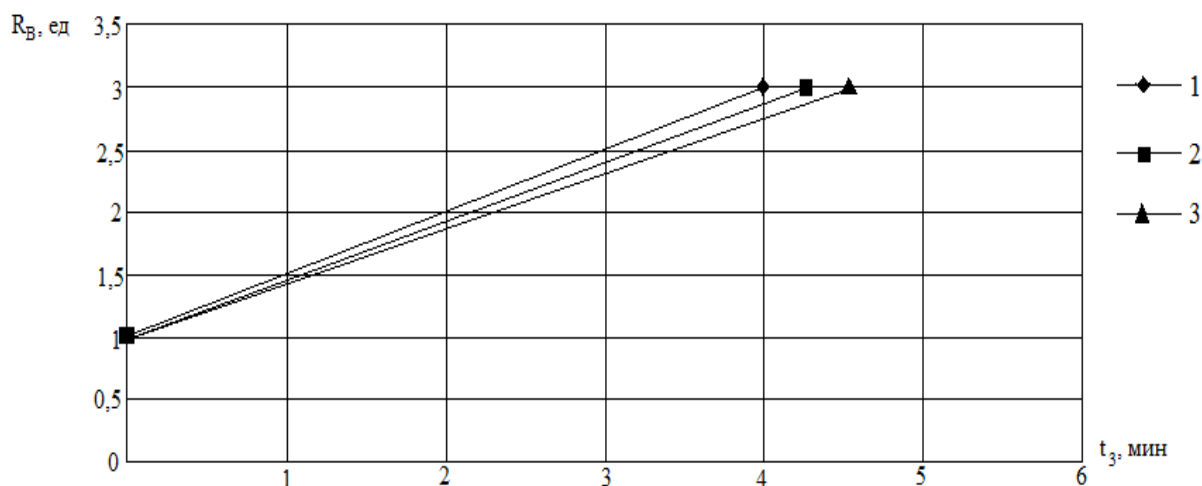


Рис. 8.3. Зависимости степени регидратации R_B порошкообразного белково-витаминного компонента от времени его заваривания t_3 , $R_B=f(t_3)$:
1-моркови, 2-тыквы, 3-свеклы.

Математическая обработка полученных зависимостей позволила аппроксимировать их выражениями следующего вида:

$$R_B^1 = 1,0 + 0,50t_3, \quad (8.2)$$

$$R_B^2 = 1,0 + 0,48t_3, \quad (8.3)$$

$$R_B^3 = 1,0 + 0,46t_3. \quad (8.4)$$

Анализ данных зависимостей показывает, что в диапазоне значений времени регидратации белково-углеводного концентрата $t_3=0-5$ минут степень его водонасыщения достигает максимальных значений и составляет от 2,8 до 3,0. Следовательно, порошкообразный белково-витаминный концентрат по данным характеристикам (теплофизическим) сочетается с картофельным пюре.

Комплексный анализ позволил обосновать технологический и методологический подходы к созданию окрашенного белково-витаминного компонента, а также рецептов вторых обеденных блюд.

Полученные данные использованы при разработке рецептов пищевых концентратов вторых обеденных блюд «Картофельное пюре».

В таблице 8.7 представлены рецепты вторых обеденных блюд с использованием разработанного порошкообразного белково-углеводного концентрата.

Таблица 8.7

Рецептуры вторых обеденных блюд с использованием белково-витаминного концентрата (БВК) и белково-витаминно-углеводного гранулята (БВУГ)

Наименование компонента	Массовая доля, %				
	Готовый обед «Картофельное пюре»				
	№1	№2	№3	№4	№5
1	2	3	4	5	6
Картофельные хлопья	69,5	69,5	69,5	69,5	69,5

Продолжение табл. 8.7

1	2	3	4	5	6
Белково-витаминный концентрат на основе:					
-соево-морковно-ягодной композиции	20,0	-	-	-	-
-соево-тыквенно-ягодной композиции	-	20,0	-	-	-
-соево-свекольно-ягодной композиции	-	-	20,0	-	-
Белково-витаминный углеводный гранулят на основе:					
-соево-имбирно-ягодной композиции	-	-	-	20,0	-
-соево-цитрусово-ягодной композиции	-	-	-	-	20,0
Лук	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Пряности (куркума)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Соль	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Глютанат натрия	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Как следует из таблицы 8.7, в составе данного блюда содержится белково-витаминные концентраты и белково-витаминные грануляты в массовой доле 20%. Данные компоненты позволяют получить продукты заданного состава и свойств пяти наименований.

В таблице 8.8 представлен химический состав и энергетическая ценность пищевых концентратов вторых обеденных блюд по пяти вариантам разработанных рецептов.

Таблица 8.8

Химический состав и энергетическая ценность пищевых концентратов вторых обеденных блюд с БВК и БВУГ

Продукт	Массовая доля основных веществ, %				Витамины, мг/100г			Биофлавоноиды в пересчете на рутин	Энергетическая ценность, ккал/100г
	белки	жиры	углеводы / в т.ч. клетчатка	минеральных веществ	С	Е	β-каротин		
Картофельное пюре:									
Рецептура №1	8,8	5,0	67,1/2,1	11,2	30,0	1,80	3,60	10,1	348,2
Рецептура №2	8,6	4,9	68,1/2,2	10,4	33,0	1,70	3,50	10,0	350,9
Рецептура №3	9,1	5,2	67,5/2,0	10,2	30,5	1,60	3,55	10,2	353,2
Рецептура №4	8,7	5,0	67,3/4,1	11,0	28,4	0,5	-	1,5	349,0
Рецептура №5	9,2	5,6	64,8/4,0	12,4	28,0	0,4	-	1,4	346,4

Анализ данных таблицы 8.8 показывает, что по содержанию белков, жиров и минеральных веществ полученные продукты превосходят традиционные аналоги в 1,3 – 1,9 раза, а по энергетической ценности их можно отнести к высококалорийным продуктам питания, предназначенным для специального контингента.

На рисунке 8.4 представлена технологическая схема производства пище-концентратов вторых обеденных блюд с использованием порошкообразного белково-углеводного компонента.



Рис. 8.4. Технологическая схема производства пищевых концентратов вторых обеденных блюд

В таблице 8.9 представлены значения основных параметров и режимов получения белково-витаминного и белково-витаминно-углеводного компонентов и пищевых концентратов, а также показатели качества.

Таблица 8.9

Основные режимы и параметры технологии получения и показатели качества белково-углеводного концентрата для первых и вторых обеденных блюд

Наименование процесса	Оптимальные значения режимов, параметров и соотношение компонентов							Показатели качества	Энергетическая ценность, ккал/100г
	R _в	t _з , ч	t, °C	t, ч	d _г , мм	W, %	C	N, ккал	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.Замачивание семян сои в минерализованной водной среде	2,5-3,0	24,0	25,0	24,0	-	75-78	1:3	-	330-350
2. Проращивание семян сои	-	48,0	29,0	48,0	-	70-75	-	-	-
3. Измельчение семян сои и корнеплодов	-	-	40-45	0,1	0,3-0,5	-	8:1	-	-
4. Разделение на белковую дисперсную систему и нерастворимый остаток (НСО)	-	-	-	-	-	87-88	-	-	-
5.Термокислотная коагуляция ягодным кислотным комплексом	-	-	50-60	0,2-0,3	-	-	1:1	-	-
6. Отжим жидкости из окрашенного коагулята	-	-	25	0,2	-	49-50	-	20-24,5	-

Продолжение табл. 8.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7. Формование гранул и сушка концентрата и гранулята	-	-	117-123	0,4-0,6	2,0-3,0	10-11	-	23-24,5	370-380
8. Измельчение до порошкообразного состояния или муки	3,0	-	-	-	0,01-0,02	10-11	-	23-24,5	-
9. Дозирование, смешивание и фасование при приготовлении вторых обеденных блюд С БВК и БВУГ	2,0	-	-	-	-	10,0-11,0	1:4	20-24,5	378-385

При изучении показателей безопасности пищекопцетратов с БВК и БВУГ в ходе исследований определяли содержание токсичных элементов: свинца, мышьяка, кадмия, ртути, меди, цинка; микотоксинов (афлатоксина В1); пестицидов (гексахлорциклогексана; ДДТ и его метаболитов); радионуклидов (цезия-137; стронция-90). Результаты представлены в таблице 8.10.

Таблица 8.10

Показатели безопасности белково-витаминных продуктов питания

Показатели	СанПиН 2.3.2.1078-01	Белково-витаминные продукты питания
токсичные элементы, мг/кг, не более		
Свинец	1,0	0,09
Мышьяк	1,0	не обнаружен
Кадмий	0,2	не обнаружен
Ртуть	0,03	не обнаружен
Медь	10,0	не обнаружен
Цинк	30,0	не обнаружен
микотоксины, мг/кг, не более		
Афлатоксин В1	0,005	не обнаружен
пестициды, мг/кг, не более		
Гексахлорциклогексан	0,2	не обнаружен
ДДТ и его метаболиты	0,05	не обнаружен
радионуклиды, мг/кг, не более		
Цезий-137	80	не обнаружен
Стронций-90	100	не обнаружен

Таким, образом, результаты таблицы указывают на то, что белково-витаминные продукты по показателям безопасности отвечают требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

На следующем этапе исследовали уровень микробиологической безопасности белково-углеводных продуктов питания. Результаты исследований представлены в таблице 8.11.

Таблица 8.11

Состояние микробиологической безопасности белково-витаминных продуктов питания

Показатели	СанПиН 2.3.2.1078-01	Белково-витаминные продукты
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более	$5 \cdot 10^3$	$2,9 \cdot 10^2$
БГКП (колиформы) в 0,1 г. продукта	не доп.	отс.
Сульфитредуцирующие клостридии, в 0,1 г. продукта	не доп.	отс.
Slaph. Aures, в 25 г. продукта	не доп.	отс.
Сальмонеллы, в 10 г. продукта	не доп.	отс.
Плесени и дрожжи в 1 г. продукта	не доп.	отс.

Из результатов таблицы 8.11 следует, что белково-витаминные продукты по показателям микробиологической безопасности отвечают требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01.

На белково-витаминные продукты питания разработан пакет технической документации.

В процессе исследований установлена зависимость изменения органолептических показателей N от продолжительности хранения разработанных пищевых концентратов вторых обеденных блюд (рис. 8.6).

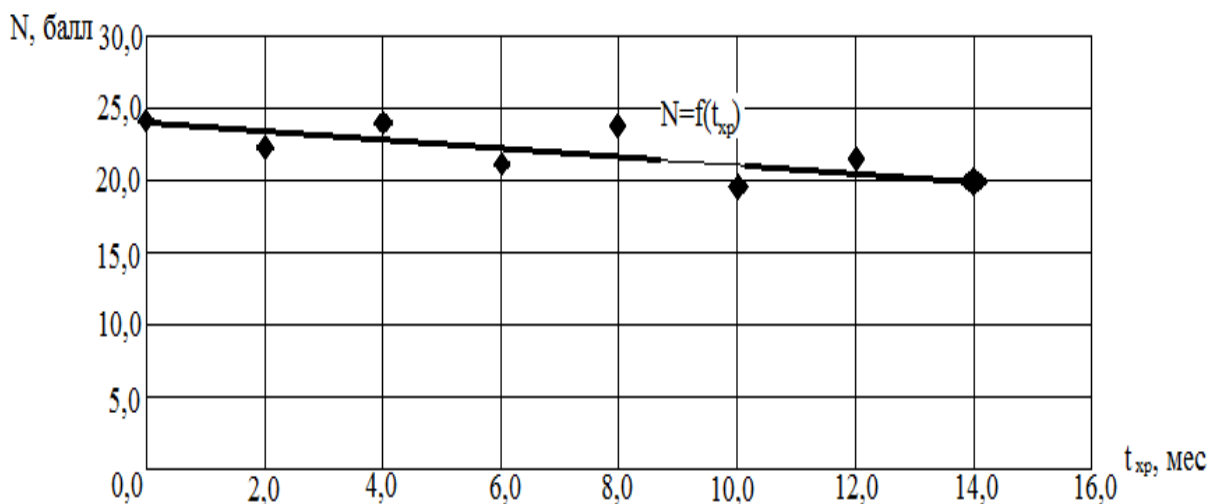


Рис. 8.6. Зависимость изменения органолептических показателей пищевых концентратов от продолжительности их хранения – $t_{\text{хр}}$, $N=f(t_{\text{хр}})$.

Данная зависимость характеризуется и может быть описана математическим выражением следующего вида:

$$N = a - b \cdot t_{\text{хр}}, \quad (8.5)$$

где a и b – эмпирические коэффициенты; N – органолептическая оценка, балл; $t_{\text{хр}}$ – время хранения продукта, мес.

Для данной зависимости определены значения коэффициентов a и b , которые равны $a=24,5, b=0,321$.

В результате математической обработки полученной зависимости она имеет вид

$$N = 24,5 - 0,321t_{\text{хр}} \leq [N], \quad (8.6)$$

где $[N]$ – допустимое по требованиям значение показателя N , балл.

На рисунке 8.7 представлен алгоритм проектирования продуктов питания данного ассортимента.

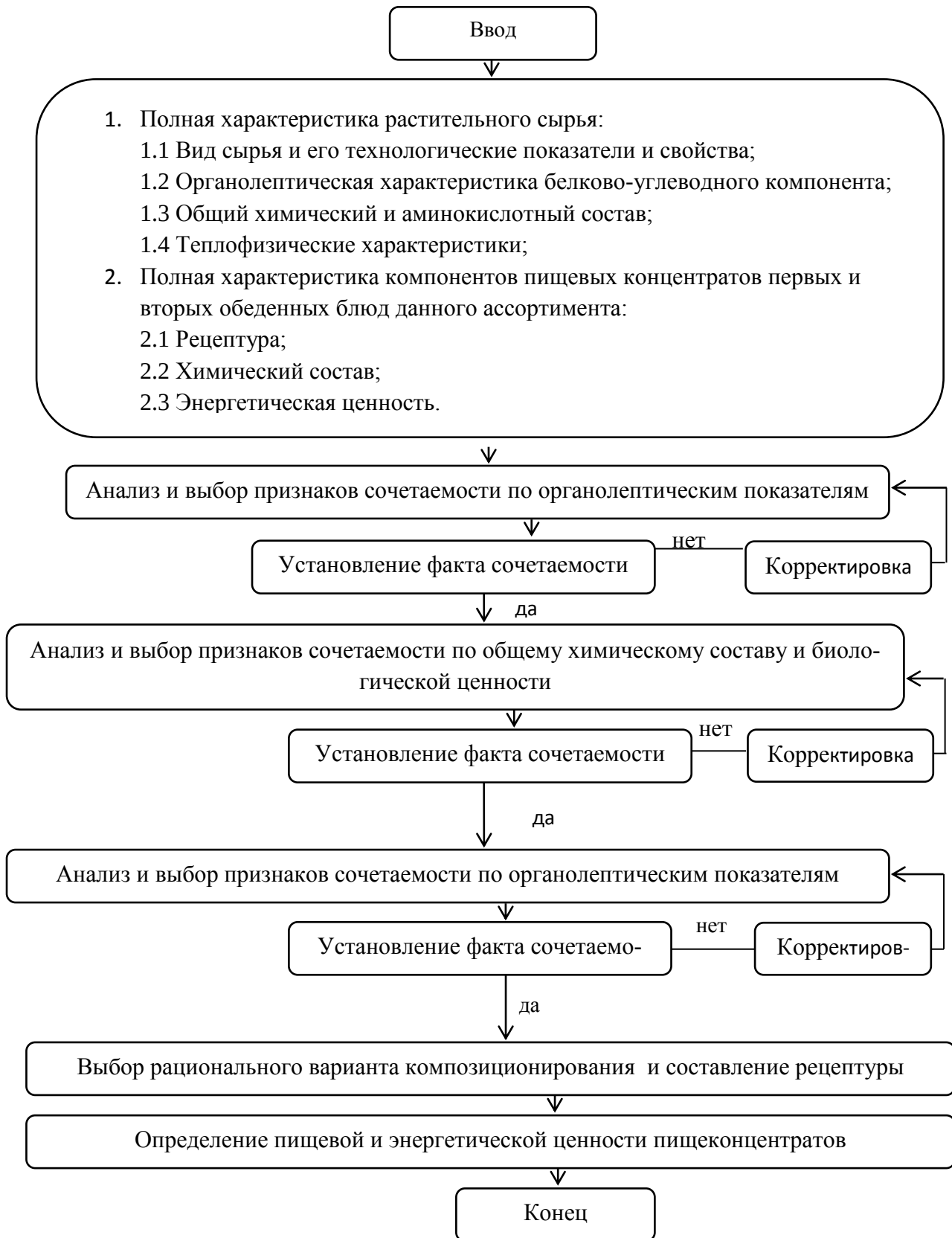


Рис. 8.7. Блок-схема выбора рационального варианта получения пищевых концентратов с использованием белково-витаминного концентрата и белково-витаминно-углеводного гранулята

Таким образом, на основании комплексного анализа обоснованы технологический и методологический подходы к созданию новых продуктов питания заданного состава и свойств. При этом, в результате исследований установлена сочетаемость и функциональное единство соевого и растительного сырья, а также ягодного сырья, позволяющая осуществить структурообразование в белковых дисперсных системах смешанного сырьевого состава.

С учетом данного положения, научно обоснована возможность получения белково-витаминных и белково-витаминно-углеводных композиций как основных компонентов пищевых систем для создания продуктов питания с заданным составом и свойствами. Разработанные на основе математического моделирования пищевые продукты могут быть использованы для питания армейского и других контингентов, деятельность которых связана с повышенной физической активностью, стрессами, а так же работой в специфических условиях и т.д.

8.3 Разработка технологии и рецептур соусов концентратов с использованием белково-витаминного соево-ягодного компонента

Соусы-пищеконцентраты это порошкообразные смеси различного вида компонентов, соли, сахара и пряностей. Исходя из рецептурного состава сухие соусы классифицируют на белый мясной, белый яичный, томатный, луковый, грибной, красный и т.д.

На первом этапе исследований необходимо было обосновать влияние массовой доли белково-витаминного концентрата на органолептические показатели соуса-концентрата. С этой целью готовились соусы, путём растворения их в водной среде.

В таблице 8.12 приведены факторы и уровни их варьирования, а в таблице 8.13 стандартная матрица планирования эксперимента

Таблица 8.12

Факторы и уровни варьирования по определению массовой доли БВК

Факторы	Обозначения	Мк-массовая доля концентрата, %	Температура водной среды, t°С	t- продолжительность, мин.
		M_k/X_1	t°/X_2	t/X_3
Центр эксперимента	E	10	10	1
Интервал варьирования	+1	40	80	6
Верхний уровень	0	30	70	5
Нижний уровень	-1	20	60	4

Регрессионный анализ зависимостей $Y_i = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$ по пяти исследованным вариантам позволил построить математические модели процесса приготовления соусов и оценить их адекватность по критерию Фишера.

В таблицах 8.14-8.18 представлены результаты регрессионного анализа.

Таблица 8.13

Матрица планирования эксперимента

№ опы-та	$X_1/M_K, \%$	$X_2/t^\circ C$	$X_3/t, \text{мин}$	Критерий оптимизации – общее количество баллов				
				$Y_1/N_1, \text{балл}$	$Y_2/N_2, \text{балл}$	$Y_3/N_3, \text{балл}$	$Y_4/N_4, \text{балл}$	$Y_5/N_5, \text{балл}$
1	-1	-1	+1	20,7	20,0	22,6	19,0	21,9
2	+1	-1	-1	22,6	22,8	22,0	21,7	23,3
3	-1	+1	-1	23,0	23,7	23,1	22,4	22,7
4	+1	+1	+1	22,3	21,9	21,9	20,5	22,1
5	-1	-1	-1	20,0	19,9	21,6	19,9	21,4
6	+1	-1	+1	20,9	20,5	23,4	23,4	23,6
7	-1	+1	+1	21,3	20,9	22,8	21,9	
8	+1	+1	-1	22,9	23,0	23,7	23,7	24,2
9	-1,215	0	0	22,0	22,6	23,3	20,4	21,8
10	+1,215	0	0	23,1	23,2	24,1	23,5	23,6
11	0	-1,215	0	22,6	20,8	22,8	21,9	21,7
12	0	+1,215	0	23,2	23,2	24,4	23,6	23,6
13	0	0	-1,215	22,7	21,0	22,5	22,7	22,7
14	0	0	+1,215	24,2	23,9	24,4	23,8	24,0
15	0	0	0	24,8	24,2	24,6	24,0	24,3

Таблица 8.14

Регрессионный анализ зависимости $Y_1 = f(x_1; x_2; x_3) \rightarrow \max$

		Шаг анализа				
		1	2	3	4	5
Коэффициенты модели	a_0	24,52578	24,52578	24,52578	24,52578	24,52578
	a_1	0,48724	0,48724	0,48724	0,48724	-
	a_2	0,52308	0,52308	0,52308	0,52308	0,52308
	a_3	-0,20735	-0,20735	-0,20735	-	-
	a_{12}	-0,2000	-0,2000	-	-	-
	a_{13}	-0,2000	-0,2000	-	-	-
	a_{23}	-0,12500	-	-	-	-
	a_{11}	-1,27745	-1,27745	-1,27745	-1,27745	-1,27745
	a_{22}	-1,04036	-1,04036	-1,04036	-1,04036	-1,04036
	a_{33}	-0,6618	-0,6618	-0,6618	-0,6618	-0,6618
Стандартное отклонение – σ		2,55980	2,68480	3,32480	3,79570	6,39590
R – корреляция		0,94176	0,93884	0,92365	0,91234	0,84706
F – критерий		3,9214	4,9552	6,6390	7,4476	5,0799

Таблица 8.15

Регрессионный анализ зависимости $Y_2 = f(x_1; x_2; x_3) \rightarrow \max$

		Шаг анализа			
		1	2	3	4
Коэффициенты модели	a_0	23,79220	23,79220	23,79220	23,79220
	a_1	0,30915	0,30915	0,30915	-
	a_2	0,83685	0,83685	0,83685	0,83685
	a_3	-0,49500	-0,49500	-0,49500	-0,49500
	a_{12}	-0,28750	-0,28750	-	-
	a_{13}	0,01250	-	-	-
	a_{23}	-0,31250	-0,31250	-0,31250	-0,31250
	a_{11}	-0,58148	-0,58148	-0,58148	-0,58148
	a_{22}	-0,88630	-0,88630	-0,88630	-0,88630
	a_{33}	-0,88631	-0,88631	-0,88631	-0,88631
Стандартное отклонение – σ		2,64770	2,64890	3,31020	4,35700
R – корреляция		0,94281	0,94277	0,92793	0,90395
F – критерий		3,9998	5,3296	5,4220	5,1064

Таблица 8.16

Регрессионный анализ зависимости $Y_3 = f(x_1; x_2; x_3) \rightarrow \max$

		Шаг анализа			
		1	2	3	4
Коэффициенты модели	a_0	24,59891	24,59891	24,59891	24,59891
	a_1	0,20744	0,20744	0,20744	-
	a_2	0,38749	0,38749	0,38749	0,38749
	a_3	0,24141	0,24141	0,24141	0,24141
	a_{12}	-0,18750	-0,18750	-	-
	a_{13}	-0,13750	-	-	-
	a_{23}	-0,56250	-0,56250	-0,56250	-0,56250
	a_{11}	-0,60869	-0,60869	-0,60869	-0,60869
	a_{22}	-0,67643	-0,67643	-0,67643	-0,67643
	a_{33}	-0,67643	-0,67643	-0,67643	-0,67643
Стандартное отклонение – σ		1,34090	1,49210	1,77340	2,24470
R – корреляция		0,94562	0,93930	0,92739	0,90713
F – критерий		4,2261	4,9964	5,3771	5,2099

Таблица 8.17

Регрессионный анализ зависимости $Y_4 = f(x_1; x_2; x_3) \rightarrow \max$

		Шаг анализа			
		1	2	3	4
Коэффициенты модели	a_0	23,50868	23,50868	23,50868	23,50868
	a_1	0,92824	0,92824	0,92824	0,92824
	a_2	0,57138	0,57138	0,57138	0,57138
	a_3	-0,00972	-	-	-
	a_{12}	-0,77500	-0,77500	-0,77500	-0,77500
	a_{13}	0,02500	0,02500	-	-
	a_{23}	-0,52500	-0,52500	-0,52500	-0,52500
	a_{11}	-0,94665	-0,94665	-0,94665	-0,94665
	a_{22}	-0,57407	-0,57407	-0,57407	-0,57407
	a_{33}	-0,47246	-0,47246	-0,47246	-
Стандартное отклонение – σ		3,14200	3,14300	3,14800	4,12160
R – корреляция		0,94523	0,94522	0,94516	0,92759
F – критерий		4,1934	5,5891	7,3278	7,0446

Таблица 8.18

Регрессионный анализ зависимости $Y_5 = f(x_1; x_2; x_3) \rightarrow \max$

		Шаг анализа			
		1	2	3	4
Коэффициенты модели	a_0	23,64180	23,64180	23,64180	23,64180
	a_1	0,51532	0,51532	0,51532	0,51532
	a_2	0,31377	0,31377	0,31377	0,31377
	a_3	0,02808	-	-	-
	a_{12}	-0,46250	-0,46250	-0,46250	-0,46250
	a_{13}	-0,36250	-0,36250	-0,36250	-0,36250
	a_{23}	-0,26250	-0,26250	-0,26250	-
	a_{11}	-0,49062	-0,49062	-0,49062	-0,49062
	a_{22}	-0,32127	-0,32127	-0,32127	-0,32127
	a_{33}	-0,18579	-0,18579	-	-
Стандартное отклонение – σ		0,7959	0,8045	0,9551	1,5063
R – корреляция		0,95831	0,95781	0,94972	0,91952
F – критерий		5,6250	7,4042	8,0502	6,2553

На основании проведенного анализа построены математические модели органолептической оценки соусов в зависимости от трёх факторов в кодированной и раскодированной форме:

– в кодированной форме

$$Y_1 = 24,52 + 0,48X_1 + 0,52X_2 - 1,12X_1^2 - 1,04X_2^2 - 0,56X_3^2 \rightarrow \max ; \quad (8.7)$$

$$Y_2 = 23,79 + 0,30X_1 + 0,83X_2 - 0,49X_3 - 0,31X_2X_3 - 0,58X_1^2 - 0,88X_2^2 - 0,88X_3^2 \rightarrow \max ; \quad (8.8)$$

$$Y_3 = 24,59 + 0,20X_1 + 0,38X_2 + 0,24X_3 - 0,56X_2X_3 - 0,60X_1^2 - 0,67X_2^2 - 0,67X_3^2 \rightarrow \max ; \dots\dots\dots (8.9)$$

$$Y_4 = 23,50 + 0,92X_1 + 0,57X_2 - 0,77X_1X_2 - 0,52X_2X_3 - 0,94X_1^2 - 0,57X_2^2 - 0,47X_3^2 \rightarrow \max ; \quad (8.10)$$

$$Y_5 = 23,50 + 0,51X_1 + 0,31X_2 - 0,46X_1X_2 - 0,36X_1X_3 - 0,26X_2X_3 - 0,49X_1^2 - 0,32X_2^2 \rightarrow \max ; \quad (8.11)$$

– в раскодированной форме

$$N_1 = -48,16 + 0,81M_K + 1,50t^\circ + 3,39t - 0,01M_K^2 - 0,010(t^\circ)^2 - 0,56t^2 \rightarrow \max; \quad (8.12)$$

$$N_2 = -44,71 + 0,37M_K + 1,41t^\circ + 7,01t - 0,03(t^\circ)t - 5,8 \cdot 10^{-2}M_K^2 - 8,86 \cdot 10^{-2}(t^\circ)^2 - 0,88t^2 \rightarrow \max; \quad (8.13)$$

$$N_3 = -55,16 + 0,38M_K + 1,2670t^\circ + 10,943t - 0,05(t^\circ)t - 6,08 \cdot 10^{-2}M_K^2 - 6,76 \cdot 10^{-2}(t^\circ)^2 - 0,67t^2 \rightarrow \max; \quad (8.14)$$

$$N_4 = -66,38 + 1,20M_K + 1,35t^\circ + 8,39t - 7,75 \cdot 10^{-2}M_K(t^\circ) - 0,05(t^\circ)t - 9,46 \cdot 10^{-2}M_K^2 - 5,74 \cdot 10^{-2}(t^\circ)^2 - 0,47t^2 \rightarrow \max; \quad (8.15)$$

$$N_5 = -24,73 + 0,85M_K + 0,75t^\circ + 2,92t - 4,62 \cdot 10^{-2}M_K(t^\circ) - 0,04M_Kt - 0,03(t^\circ)t - 4,90 \cdot 10^{-2}M_K^2 - 3,21 \cdot 10^{-2}(t^\circ)^2 \rightarrow \max. \quad (8.16)$$

Результаты регрессионного анализа, представленные в таблице 8.19, показывают, что модели адекватны, так как $F_{R(1-5)} > F_T$.

Таблица 8.19

Результаты регрессионного анализа зависимости $Y_{1-5} = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$

Критерий	a_0	a_1	a_2	a_3	a_{12}	a_{13}	a_{23}	a_{11}	a_{22}	a_{33}	Заключение об адекватности	
											F_R	F_T
Y_1	24,526	0,487	0,523	-	-	-	-	-1,277	-1,040	-0,566	7,44	3,79
Y_2	23,792	0,309	0,837	-0,495	-	-	-0,313	-0,581	-0,886	-0,886	5,42	4,77
Y_3	24,599	0,207	0,387	0,241	-	-	-0,563	-0,609	-0,676	-0,676	5,37	4,77
Y_4	23,509	0,928	0,571	-	-0,775	-	-0,525	-0,947	-0,574	-0,472	7,32	4,77
Y_5	23,506	0,515	0,314	-	-0,463	-0,362	-0,2663	-0,491	-0,321	-	8,05	4,77

Данные модели исследованы на экстремум (табл. 8.20), посредством их трехмерной графической интерпретации (рис. 8.8-8.12), что дает наглядное представление о влиянии совокупности трех факторов на процесс структурообразования в белково-водной дисперсной среде.

Области экстремальных значений для зависимостей $Y_{1-5} = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$ представлены в таблице 8.20.

Таблица 8.20

Области экстремальных значений для зависимостей $Y_{1-5} = f(X_1; X_2; X_3) \rightarrow \max$

Критерий	X_1	X_2	X_3	Y_i
1	2	3	4	5
Y ₁ -max	0,19	0,25	0,00	24,6
	0,19	0,25	-0,01	24,6
	0,19	0,25	0,01	24,6
	0,19	0,26	0,00	24,6
	0,20	0,25	0,00	24,6
	0,19	0,24	0,00	24,6
	0,19	0,26	-0,01	24,6
	0,19	0,26	0,01	24,6
	0,18	0,25	0,00	24,6
	0,20	0,25	-0,01	24,6
Y ₂ -max	0,27	0,54	-0,37	24,1
	0,26	0,54	-0,37	24,1
	0,27	0,54	-0,38	24,1
	0,26	0,54	-0,38	24,1
	0,27	0,53	-0,37	24,1
	0,26	0,53	-0,37	24,1
	0,27	0,53	-0,38	24,1
	0,26	0,53	-0,38	24,1
	0,28	0,54	-0,37	24,1
	0,27	0,55	-0,38	24,1
Y ₃ -max	0,17	0,26	0,07	24,6
	0,17	0,25	0,07	24,6
	0,17	0,25	0,08	24,6
	0,18	0,26	0,07	24,6
	0,17	0,26	0,08	24,6
	0,16	0,26	0,07	24,6
	0,17	0,26	0,06	24,6
	0,18	0,25	0,07	24,6
	0,18	0,25	0,08	24,6
	0,16	0,25	0,07	24,6
Y ₄ -max	0,34	0,36	-0,20	23,7
	0,35	0,35	-0,19	23,7
	0,35	0,35	-0,20	23,7
	0,35	0,36	-0,20	23,7
	0,34	0,36	-0,21	23,7
	0,34	0,36	-0,19	23,7
	0,35	0,34	-0,19	23,7
	0,34	0,35	-0,19	23,7
	0,34	0,35	-0,20	23,7
	0,34	0,37	-0,21	23,7
Y ₅ -max	0,71	0,39	-1,00	23,9
	0,72	0,38	-1,00	23,9
	0,71	0,38	-1,00	23,9
	0,72	0,37	-1,00	23,9
	0,72	0,39	-1,00	23,9
	0,70	0,39	-1,00	23,9
	0,71	0,40	-1,00	23,9
	0,70	0,40	-1,00	23,9
	0,73	0,37	-1,00	23,9
	0,71	0,37	-1,00	23,9

При этом оптимальные значения составляют:

- для $M_K^1=31,9\%$; $t^0=72,5^\circ\text{C}$; $t=3,0\text{мин}$; $N_1=24,6$ баллов;
- для $M_K^2=32,7\%$; $t^0=75,4^\circ\text{C}$; $t=2,63\text{мин}$; $N_2=24,1$ баллов;
- для $M_K^3=31,7\%$; $t^0=72,6^\circ\text{C}$; $t=5,07\text{мин}$; $N_3=24,6$ баллов;
- для $M_K^4=33,4\%$; $t^0=73,6^\circ\text{C}$; $t=4,8\text{мин}$; $N_4=23,7$ баллов;
- для $M_K^5=37,1\%$; $t^0=73,9^\circ\text{C}$; $t=4,0\text{мин}$; $N_5=23,9$ баллов.

Таким образом, для приготовления соуса в его жидкой форме необходимо принять соотношение концентрат : вода, как (32,0-37,0) : (63,0-68,0)

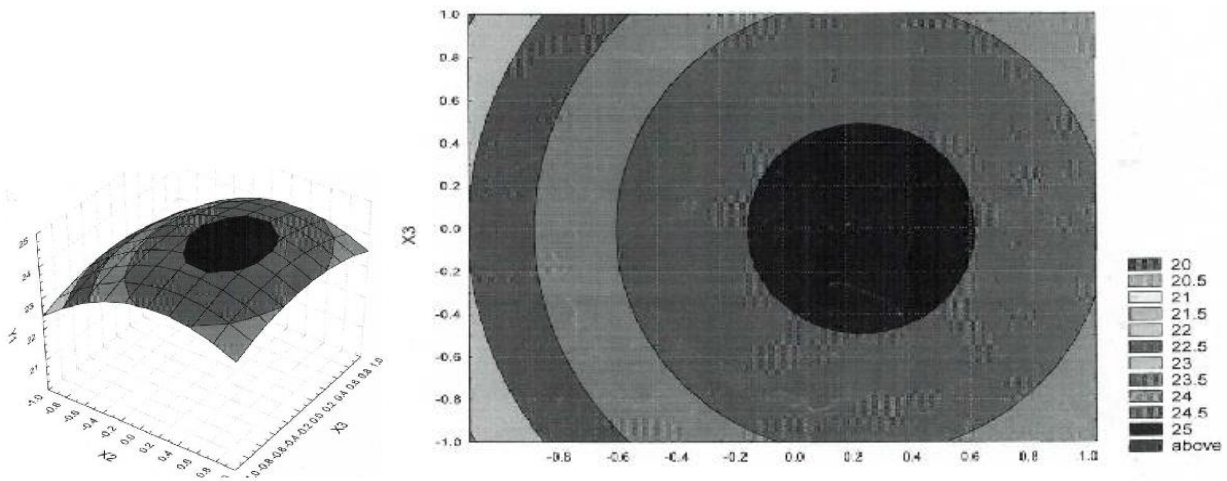


Рис. 8.8. Поверхность отклика и ее сечения $Y_1 = f(X_1=0,19; X_2; X_3) \rightarrow \max$

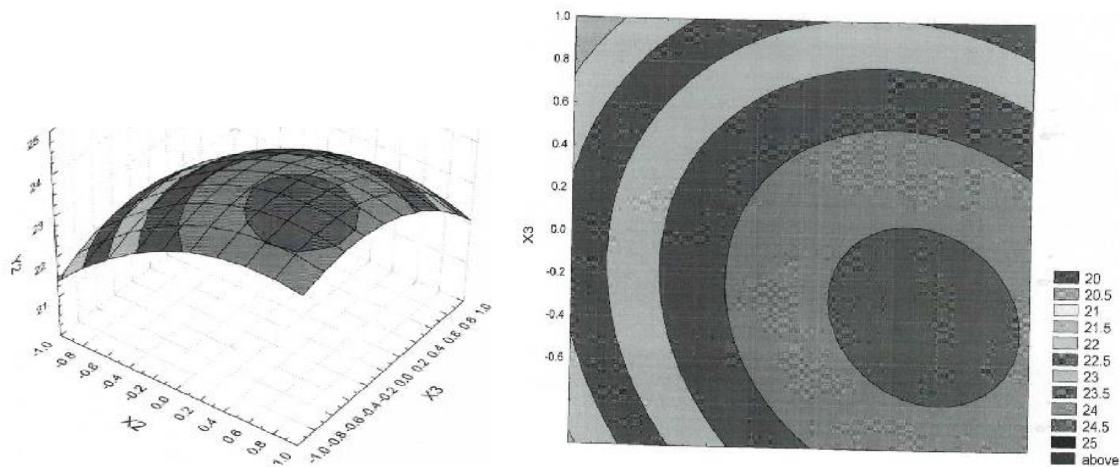


Рис. 8.9. Поверхность отклика и ее сечения $Y_2 = f(X_1=0,27; X_2; X_3) \rightarrow \max$

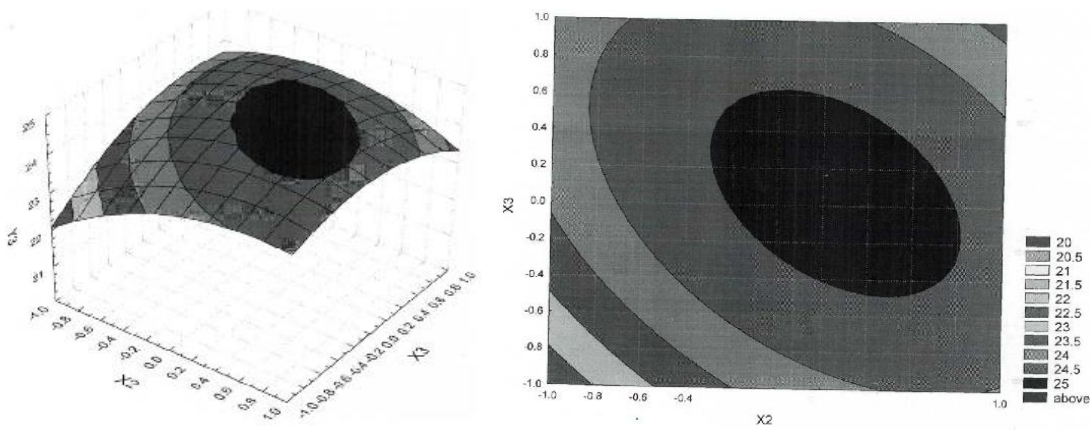


Рис. 8.10. Поверхность отклика и ее сечения $Y_3 = f(X_1=0,17; X_2; X_3) \rightarrow \max$

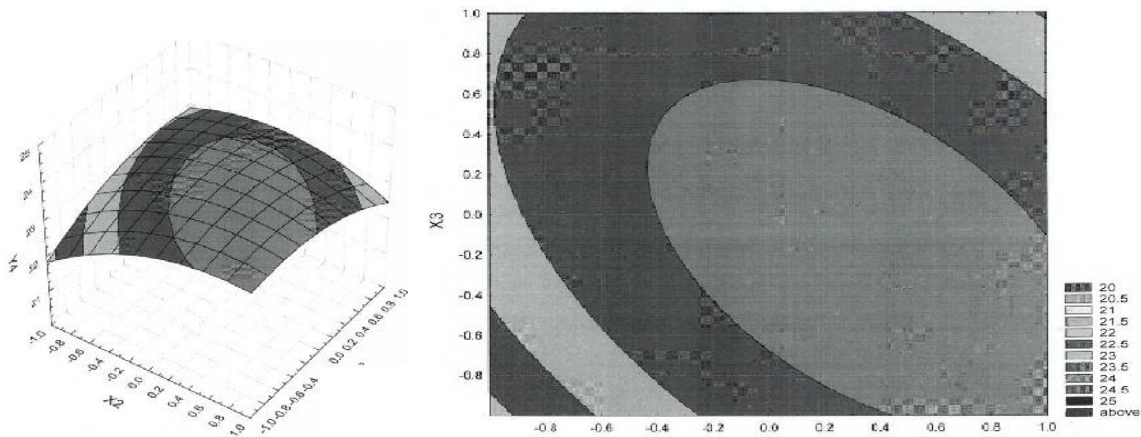


Рис. 8.11. Поверхность отклика и ее сечения $Y_4 = f(X_1=0,34; X_2; X_3) \rightarrow \max$

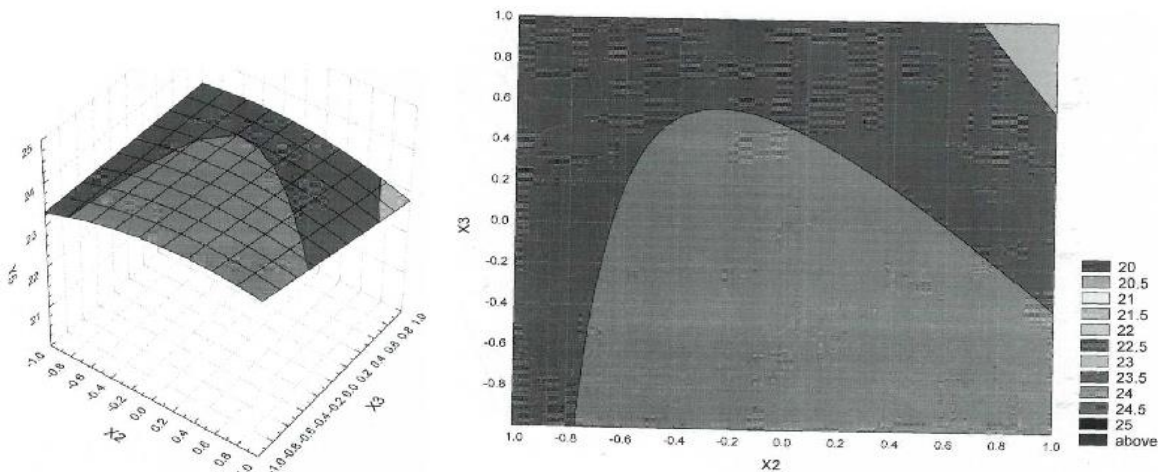


Рис. 8.12. Поверхность отклика и ее сечения $Y_5 = f(X_1=0,71; X_2; X_3) \rightarrow \max$

В таблице 8.21 приведены рецептуры соусов-концентратов с использованием белково-витаминного концентрата в виде соево-ягодной композиции. Согласно проведенным исследованиям установлена рациональная его массовая доля в рецептуре, равная 30%.

В таблице 8.22 приведён химический состав соусов-концентратов. Анализ совокупностей данных показывает, что разработанные продукты содержат эффективные антиоксидантные комплексы: витамин С + био-флавоноиды + вита-

мин Е, а также витамин Е + биофлавоноиды + витамин С + β -каротин, в количестве не менее 15 % от СНП.

Таблица 8.21

Рецептуры соусов-концентратов, %

Концентрат	Белый		Томатный	Грибной	Луковый
	мясной	яичный			
Мука пшеничная	45,5	18,5	17,5	26,3	41,0
Мясо сушенное	8,0	-	-	-	-
Соль	8,0	8,0	9,5	8,0	7,0
Сахар	3,0	4,5	8,0	3,0	3,0
Лук сушеный	4,4	-	2,5	12,0	18,0
Морковь сушеная	-	-	1,6	-	-
Томатный порошок	-	-	28,0	-	-
Петрушка сушеная (корень)	-	-	1,6	-	-
Перец черный молотый	0,3	0,3	0,5	0,2	0,3
Лист лавровый	-	-	0,3	-	-
Глутамат натрия	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Лимонная кислота	0,3	0,1	-	-	0,2
Грибы белые сушеные	-	-	-	20,0	-
Яичный порошок	-	6,1	-	-	-
Молоко сухое цельное	-	32,0	-	-	-
Соево-ягодный белково-витаминный концентрат в виде гранул или муки	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0

Таблица 8.22

Содержание пищевых веществ и энергетическая ценность соусов-концентратов ($\bar{X} = \pm m; m \leq 0,05$)

Состав (%) и энергетическая ценность, ккал/100г	Соусы-концентраты				
	мясной	яичный	томатный	грибной	луковый
Вода	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Белки, N*6,25	16,4	20,0	8,0	18,6	11,6
Липиды	3,0	7,8	4,5	5,2	4,2
Углеводы	61,8	54,6	61,2	67,6	66,6
Клетчатка	3,2	2,4	3,5	3,8	3,2
Минеральные вещества	8,1	7,4	9,1	8,9	8,4
Витамин С, ккал/100г	30,0	30,5	33,0	32,0	31,5
Витамин Е, ккал/100г	2,70	2,50	2,65	2,40	2,32
Р-витаминная активность, мг/г	15,4	15,0	14,9	15,8	14,8
Органические кислоты в пересчете на яблочную	1,5	1,8	1,7	1,75	1,85
Энергетическая ценность, ккал/100г	352,6	378,2	331,	406,4	455,8

В этой связи разработанные продукты отвечают требованиям, предъявляемым к функциональным продуктам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований обоснована возможность и целесообразность использования в создании продуктов питания функциональной направленности биологически активного соевого, корнеплодного и ягодного сырья, а также минеральной воды.

Разработанные теоретические основы создания продуктов питания функциональной направленности с использованием биоактивного сырья позволили использовать базовые принципы пищевой комбинаторики и получить математическую модель конструирования продуктов.

В основу данной модели положены принципы, позволяющие на основе установленных составов и свойств принятого сырья, формировать антиоксидантные комплексы с доказанным синергическим эффектом и обладающие способностью оказывать благоприятный эффект на физиологические функции и процесс обмена веществ в организме в соответствии с принятой в национальном стандарте (ГОСТ 54059-2010) классификации данного типа. Путём теоретического анализа физико-химической кинетики получения поликомпонентных систем, на основе композиционных коагуляционных структур, обоснованы аналитические модели базовых процессов разрабатываемых технологий продуктов питания с заданным составом и свойствами.

На основе разработанных методологических подходов к созданию функциональных продуктов на основе биологически активного сырья и полученных с его использованием биологически активных комплексов, а также физиологически ценных ингредиентов установлена совокупность зависимостей и новых научно обоснованных данных, характеризующих процессы формирования состава, структуры и свойств комбинированных коагуляционных систем в виде гелей и ксерогелей.

Данные пищевые системы использованы при разработке следующих безотходных технологий:

- белково-витаминных коагуляционных композиций на основе соево-ягодного, а также соевого, корнеплодного и ягодного сырья;
- майонезных и пастообразных продуктов на основе белково-витаминных коагулятов;
- хлебобулочных изделий с использованием белково-витаминно-углеводной добавки;
- напитков брожения на основе соево-ягодной сыворотки;
- пищевых концентратов первых и вторых обеденных блюд с использованием белково-витаминного концентрата и белково-витаминно-углеводного гранулята;
- соусов-концентратов с использованием белково-витаминного концентрата и белково-витаминно-углеводного коагулята.

Полученная совокупность новых научно обоснованных данных и методологических подходов позволяет осуществлять проектирование безоотходных технологий продуктов питания функциональной направленности и может быть использована специалистами пищевой и перерабатывающей промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года: распоряжение правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г.. - № 1873-р. [//http://www.rg.ru/2010/11/03/pravila-dok.html](http://www.rg.ru/2010/11/03/pravila-dok.html)
2. Белково-углеводный продукт для использования в пищевых концентратах и биотехнология его получения / С.М. Доценко [и др.] // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2009. – Вып. 3. – С. 222-230.
3. Бибик, И.В. Исследование влияния процессов обработки плодово-ягодного сырья на товароведные характеристики / И.В. Бибик, Е.В. Лоскутова // Товаровед продовольственных товаров. – 2013. - №5. – С.23-27.
4. Бибик, И.В. К вопросу об использовании плодово-ягодного сырья в индустрии напитков / И.В. Бибик // Пиво и напитки. – М., 2013. - №1. – С. 12-14.
5. Бибик, И.В. Исследование факторов, оказывающих влияние на процесс экстрагирования полифенольных соединений из плодово-ягодного сырья /И.В.Бибик, Е.В. Лоскутова // В мире научных открытий. Красноярск: Научно-инновационный центр, 2013. - №11.2 (47). – С. 65-75.
6. Бибик, И.В. О возможности использования ягодных полуфабрикатов в производстве хлеба / И.В. Бибик, Е.В. Лоскутова, Н.В. Бабий // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2013. - №4 (21). – С. 7-14.
7. Бибик, И.В. Научное обоснование количества внесения дигидрокверцетина при разработки технологии кваса «Виноградный» / И.В. Бибик, Е.В. Лоскутова // Техника и технология пищевых производств. – 2014. - №1. – С. 5-10.
8. Бибик, И.В. Оценка качества плодов VITISAMURENSIS по содержанию антиоксидантов / И.В. Бибик, Н.В. Бабий, Д.Б. Пеков // Сб. тез. Докл. всероссийской конф. молодых ученых с междунар. участием. – Казань, 2007. – С. 319.
9. Бибик, И.В. Маркетинговые исследования потребительского спроса на напитки лечебно-профилактического назначения / И.В. Бибик, Н.В. Бабий, Д.Б. Пеков // Сб. статей всеросс. научн.-практ. конф. ГОУ ВПО «МГТУ». – Магнитогорск. - 2009. – С. 15-19.
10. Бибик, Е.В. Новые профилактические напитки на дикорастущем растительном сырье / И.В. Бибик, Д.Б. Пеков, Н.В. Бабий // Сб. матер2 междунар. науч.-пркт. конф.; ФГОУ ВПО»Саратовский ГАУ». – Саратов: ИЦ «Наука», 2008. – С. 24-27.
11. Бибик, И.В. Биологически активное растительное сырье в бродильном производстве / И.В. Бибик, Н.В. Бабий // Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. науч. тр. ДальГАУ. - Благовещенск, 2005. – С. 7-11.

12. Бибик, И.В. Использование лимонника и амурского винограда при производстве кваса / И.В. Бибик, Н.В. Бабий // Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск, 2005. – С. 11-16.
13. Бибик, И.В. Исследование рынка потребителей кваса / И.В. Бибик, Н.В. Бабий // Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. науч. тр. ДальГАУ – Благовещенск, 2006. – С. 79-85.
14. Бибик, И.В. Получение кваса с использованием плодово-ягодного сырья / И.В. Бибик, Н.В. Бабий // Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск, 2006. – С. 79-85.
15. Бибик, И.В. Разработка функциональных напитков на основе растительных антиоксидантов Дальнего Востока / И.В. Бибик и др. // Вестник НГТИ. – 2010. - №2. – С. 51-56.
16. Бибик, И.В. Использование нетрадиционных видов растительного сырья в производстве напитков брожения / И.В. Бибик, Ю.А. Глинева // Сб. науч. статей // Современная наука – теория, практика, технологии, инновации: сб. науч. статей. – Бугульма: НО «ФЭН-наука», 2011. – С. 3-4.
17. Бибик, И.В. Получение хлебного кваса методом брожения с использованием сока винограда Амурского / И.В. Бибик, Н.В. Бабий, Д.Б. Пеков // Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск, 2009. – Вып.7. – С. 95-99.
18. Бибик, И.В. Функциональный напиток на основе пивного сусла / И.В. Бибик, Ю.А. Гужель // Периодический журнал науч. тр. «ФЭН-НАУКА», 2012. – С. 15-16.
19. Биотехнологические аспекты создания поликомпонентных продуктов с использованием сои на основе математического моделирования /С. М Доценко [и др.] – Благовещенск: ПКИ «Зея», 2011. – 180 с.
20. Биотехнология рыборастительных продуктов питания функциональной направленности / А.Н. Бредихин [и др.]// Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути решения: материалы международной научно-практической конференции. – УГСХА, Ульяновск, 2009. – Т. 2. – С. 169-172.
21. Биотехнология рыборастительного фарша / А.Н. Бредихин [и др]. //Актуальные проблемы технологии живых систем: материалы 3 международной научно-практической конференции молодых ученых. –ТГЭУ. - Владивосток, 2009. – С. 80-82.
22. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи /А.В. Шабров [и др.] - М.:Аввалон. - 2003. – 180 с.
23. Богатырев, А.Н. Здоровая пища – здоровая нация / А.Н. Богатырев // Пищевая промышленность. – 2001. - № 8. – С. 68-69.

24. Бородин, Е.А. Продукты из сои и здоровье человека / Е.А. Бородин // Перспективы производства и переработки сои в Амурской области: материалы научно-практической конференции ДальГАУ. – Благовещенск, 1998. – С. 19-27.
25. Васюкова, А.Т. Современные технологии хлебопечения. / А.Т. Васюкова, В.Ф. Пучкова. – М.: Дашков и К, 2008. – 224 с.
26. Вайнштейн, С.Г. Пищевые волокна и усвояемость нутриентов / С.Г. Вайнштейн, А.М. Масик // Вопросы питания. – 1984. - № 3. – С. 6-12.
27. Высоцкий, В.Г. Роль соевых белков в питании человека / В.Г. Высоцкий, Н.С. Зилова. – Вопросы питания. - 1992. – № 5. - С. 20-27.
28. Газина, Т.П. Пища - твоё лекарство / Т.П. Газина, Л.П. Дьяконов // Пищевая промышленность. – 2002. - №6. – С. 56.
29. Газина, Т.П. Пища - твоё лекарство / Т.П. Газина, Л.П. Дьяконов // Пищевая промышленность. – 2002. - №7. – С. 84-85.
30. Гуляев, В.Н. Справочник технолога пищевого концентратного производства / В.Н. Гуляев [и др.]. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 488 с.
31. Доценко, С.М. Проблемы переработки сои на пищевые цели / С.М. Доценко, О.В. Скрипко, В.А. Тильба // Пищевая промышленность. – 2012. - № 7.- С. 18-21.
32. Использование ягод голубики для обогащения напитков / И.В. Бибики [и др.] // Пиво и напитки. – М., 2013. - №4 – С. 24-26.
33. Кантере, В.М. Основные методы сенсорной оценки продуктов питания / В.М. Кантере [и др.] // Пищевая промышленность. – 2003. № 3. – С. 6-13.
34. Лабораторный практикум по химии жиров Н.С. Арутюнян [и др.]; под ред. Н.С. Арутюняна и Е.П. Корненой. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 264 с.
35. Методические рекомендации 2.3.1.24.32-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ / В.А. Тутельян, А.К. Батулин, М.Г. Гаппаров, Б.С. Каганов, И.Я. Конь, В.К. Мазо. – М.: Изд-во стандартов, 2008. – 63 с.
36. Научно-методологические основы разработки технологии производства рыбопродуктов питания функциональной направленности / А.Н. Бредихин [и др.] // Безопасность и качество товаров: материалы 3 международной научно-практической конференции. – Саратовского ГАУ. -Саратов, 2009. – С. 17-20.
37. Научно-методологические основы разработки биотехнологии белково-углеводных продуктов питания с использованием молочной сыворотки / С.М. Доценко [и др.] // Актуальные проблемы переработки сельскохозяйственного сырья и создания продуктов специального назначения: сб. науч. трудов ВНИИ сои, ТГЭУ, ДВВКУ. – Благовещенск, 2009. – Вып. 1. – С. 82-92.

38. Научные основы создания продуктов питания поликомпонентного состава с использованием сои: монография / С.М. Доценко [и др.] – Благовещенск, ПКИ Зея. - 2010. – 182 с.

39. Использование тыквы для производства напитков /Е.Г.Новицкая [и др.] // Актуальные проблемы технологии живых систем: материалы 2 международной научно-технической конференции молодых ученых. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2007. – С. 277-281.

40. Новицкая, Е.Г. Купажированные нектары на основе моркови и тыквы / Пищевая и морская биотехнология: проблемы и перспективы: тезисы научно-практической конференции. – Светлогорск, М.: МАКС Пресс, 2008. – С. 105.

41. Новицкая, Е.Г. Повышение биодоступности бета-каротина в тыквенных нектарах за счет создания эмульсии / Е.Г. Новицкая, Т.К. Каленик, Т.В. Парфенова // Актуальные проблемы технологий живых систем: материалы 3 международной научно-технической конференции молодых ученых ТГЭУ. -Владивосток, 2009. – С. 105-108.

42. Нечаев, А.П., Майонезы / А.П. Нечаева, А.А. Кочеткова, И.Н. Нестерова. – СПб.: ГИОРД, 2000. – 80 с.

43. Обоснование технологии белково-ягодных продуктов питания / А.Н. Бредихин [и др.]// Вестник КрасГАУ. – 2010. - № 4. – С. 280-283.

44. Орлова, И.В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование : учеб. пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. – М.: Вузовский учебник, 2009. - 365 с.

45. Оценка физиологической активности сброженных напитков с использованием дикорастущего сырья дальневосточного региона / В.А. Помозова [и др.]// Сб. докл. 4 междунар. конф-выстав. – М., 2006. – ч.1. – С. 294-295.

46. Палагина, М.В. Использование дальневосточных дикоросов и гидробионтов в продуктах функционального назначения: монография / М.В. Палагина, Ю.В. Приходько – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2009. – 216 с.

47. Петибская, В.С. Соя: химический состав и использование/ Майкоп: ОАО «Полиграф-Юг», 2012. – 432 с.

48. Подобедов, А.В. Эффективность использования продуктов переработки соевых бобов в общественном питании // А.В. Подобедов. –Аграрная наука. - 2000. - № 5. - С.10-11.

49. Подобедов, А.В. О дефиците белка в России и его устранение за счет производства и переработки сои /А.В. Подобедов. – //Пищевая промышленность. - 1998. – № 8. -С. 30-34.

50. Пищевая химия / Нечаев А.П. [и др.]. -СПб.: ГИОРД, 2003. – 640 с.

51. Получение сухих порошков из плодово-ягодного сырья Дальнего Востока / И.В. Бибик [и др.]// Технология производства и переработки сельскохо-

зяйственной продукции: сб. науч. тр. ДальГАУ. – Благовещенск, 2010. – Вып. 9. – С. 93-96.

52. Помозова, В.А. Применение биологически активной добавки из лимонника китайского в производстве безалкогольных напитков / В.А. Помозова, И.В. Бирик, Д.Б. Пеков // Сб. матер. 5 междунар. науч.-практич. конф. – Изд-во ЮУрГУ. - Челябинск, 2007. – Т. 2. – С. 7-9.

53. Помозова, В.А. Возможности рационального использования биологически активных добавок из растительного сырья в производстве кваса / В.А. Помозова, И.В. Бирик, Д.Б. Пеков // Сб. матер. 5 междунар. науч.-практич. конф. – Изд-во ЮУрГУ. - Челябинск, 2007. – Т. 2. – С. 60-62.

54. Приходько, Ю.В. Новые эмульсионные продукты с биологически активными добавками / Ю.В. Приходько [и др.] // Вестник ДВГАУЭУ. – 1999. - № 9. – С. 99-103.

55. Разработка рецептур и оценка качества квасов брожения функционального назначения / И.В. Бирик и др. // Матер. междунар. науч. форума ФГБОУ ВПО КемТИПП. – Кемерово, 2013. – С.62-68.

56. Разработка технологий сухих супов с использованием рыборастворимого фарша / А.Н. Бредихин [и др.]// Пищевая промышленность: состояние, проблемы, перспективы: материалы международной научно-практической конференции. – ИПК ГОУ ВПО «Оренбургский госуниверситет». - Оренбург, 2009. – С. 136.

57. Рекомендации по разработке технологий и рецептур компонентных продуктов питания с использованием соевого белка / С.М. Доценко [и др.] – Благовещенск, 2008. – 107 с.

58. Рекомендации по разработке технологий и рецептур поликомпонентных продуктов питания с использованием соевого белка / С.М. Доценко [и др.] – Благовещенск: Изд-во ДВВКУ, 2008. – 107 с.

59. Родина, Т.Г. Дегустационный анализ продуктов / Т.Г. Родина. – М.: Колос, 1994. – 160 с.

60. Сергеев, В.Н. Пищевая промышленность на «весах» продовольственной безопасности / В.Н. Сергеев // Пищевая промышленность. -2001. - № 9. – С. 24-27.

61. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев. – М.: Высш. шк. 1991. – 288 с.

62. Сравнительная характеристика технологических и биохимических показателей сои районированной на Дальнем Востоке /Б. И. Ющенко [и др.] Вестник КрасГАУ. - 2014. -№2. - С. 168-173.

63. Технические условия и технологические инструкции на производство продуктов питания из сои и с ее использованием: сборник нормативно-технической документации / С.М. Доценко [и др.] – Благовещенск: Изд-во ДВВКУ, 2008. – 255 с.

64. Технология сухих супов с использованием рыборастворительного фарша / А.Н. Бредихин [и др.] // Технология и продукты здорового питания: материалы III Международной научно-практической конференции. – Саратов: Изд-во Саратовского ГАУ, 2009. – С. 20-24.
65. Технологические условия на продукты питания функционального назначения с использованием сои и технологические инструкции на их производство: сборник нормативно-технологической документации / С.М. Доценко, [и др.] – Благовещенск: Изд-во ДВВКУ, 2009. – 218с.
66. Толстогузов, В.Б. Новые формы белковой пищи / В.Б. Толстогузов. – М.: Агропромиздат, 1987. 303 с.
67. Чижикова, О.Г. Соя. Пищевая ценность и использование / О.Г. Чижикова. – Владивосток: ДВГАЭУ. - 2001. – 148 с.
68. Шендеров, Б.А. Современное состояние и перспективы развития концепции “функционального питания” / Б.А. Шендеров // Пищевая промышленность. - 2003. - №6. - С. 6-8.
69. Шульц Г. Принципы структурной организации белков / Г. Шульц, Р. Ширмер. - М.: Мир - 1982 - 361 с.
70. Функциональные продукты питания / А.Д. Дурнев [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. - № 9. – С. 15-21.
71. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений. Качество и безопасность / И.Э. Цапалова //Новосибирск:Сибирское университетское издательство. - 2005. – 214 с.
72. Эмульсионные нектары на основе тыквы с добавлением дикоросов / Е.Г. Новицкая [и др.] // Пиво и напитки. – 2009. - № 6. – С. 34-36.
73. Яшин, А.Я. Определение содержания природных антиоксидантов в пищевых продуктах и БАДах /А.Я. Яшин, Н.И. Черноусова // Пищевая промышленность. - 2007. -№5. - С. 28-30.
74. Яшин, А.Я. Определение природных антиоксидантов амперометрическим методом / А.Я. Яшин, Я. И. Яшин, Н.И. Черноусова // Пищевая промышленность. - 2006. -№2. - С. 10.
75. ISO 11035:1994. Дегустационный анализ. Идентификация и выбор дескрипторов для установления сенсорного профиля при многостороннем подходе.
76. ISO 11035:1994. Дегустационный анализ. Методология. Общее руководство.
77. ГОСТ Р 523 49 – 2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. М. 2005. – 2 с.
78. ГОСТ Р 540 59 – 2010 Продукты пищевые Функциональные. Классификация и общие требования. М. 2011. – 8 с.

79. Заключительный отчет о НИР по заданию РАСХН 01.02.01 «Дать сравнительную оценку новым сортам сои для использования в качестве соевого сырья при производстве пищевых продуктов». Благовещенск, 2005. – 66 с.

80. Заключительный отчет НИР по заданию РАСХН 01.02.02. Разработать технологию, комплект оборудования и технологический регламент на производство экологически чистой белковой продукции из семян сои. Благовещенск, 2005. – 162 с.

81. Отчеты о НИР ВНИИ сои по заданию РАСХН № 10.02.03.01 Разработать технологии пищевых продуктов общего и специального назначения с использованием сои. – Благовещенск, 2012-2013г.г.

82. Отчеты о НИР ВНИИ сои по заданию РАСХН № 10.03.01.01 Разработать технологии производства функциональных пищевых продуктов с использованием сои. – Благовещенск, 2012-2013г.г.

83. Патент РФ № 2406380 Способ получения соевых белковых продуктов / Доценко С.М. и др. Опубл. в 15.4 № 35 от 20.12.2010.

84. Ackman, P.G., McLeod C. Total lipid and nutritionally important fatty acids of some Nova Scotia fish and shellfish food products /P.G. Ackman, McLeod C. // J.Food Sci, 1988. - Vol. 21, N 4. - P. 390-398.

85. Anderson R.L., Wolf W.J. Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing / R.L. Anderson, Wolf W.J. // J.Nutr. 1995. Vol. 125, N 3. Suppl. - P. 581-588.

86. Barnes, S. The chemopreventive properties of soy isoflavonoids in animal models of breast cancer /S Barnes // Breast Cancer res. Treat, 1997. Vol. 46. – P. 169-179.

87. Businco, L. Soy protein for the prevention and treatment of children with cow-milk allergy /L. Businco, G. Bruno, P.G. Giampietro // Am.J.Clin.Nutr., 1998. Vol. 68, N 6. Suppl. - P. 1447-1452.

88. Clawson, G.A. Protease inhibitors and Carcinogenesis – A Review / G. A. Clawson // Cancer Invest, 1996. Vol. 14. - P. 597-608.

89. Kennedy, A.R. Chemopreventive agents: protease inhibitors / A. R. Kennedy // Pharmacol. Ther., 1998. Vol. 78. - P. 167-209.

90. Kennedy, A.R. The Bowman-Birk inhibitor from soybeans as an anticarcinogenic agent / A. R. Kennedy // Am.J. Clin. Nutr., 1998. Vol. 68, N 6. Suppl. - P. 1406-1412.

91. Kim, H. Mechanism of action of the soy isoflavones genistein: emerging role for its effects via transforming growth factor beta signaling pathways /H. Kim, T. G. Peterson, S. Barnes // Am.J. Clin. Nutr., 1998.- Vol. 68, N 6. Suppl. - P. 1418-1425.

92. Konagava, S. Enhanced protease activity on muscle of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) during spawning migration /S. Konagava // Bull.J.Soc.Sci.Fich., 1982. Vol. 48, N 10. - P. 1503-1506.
93. Lichten, A.H. Soy protein, isoflavones and cardiovascular risk /A.H. Lichten // J.Nutr., 1998. Vol. 128. - P. 1589-1592.
94. Messina, M. Modern applications for an ancient bean: soybeans and the prevention and treatment of chronic disease /M. Messina // J.Nutr., 1995. Vol. 125, N 3. Suppl. - P. 567-569.
95. Messina M. The role of soy products in reducing risk of cancer / M.Messina, S. Barnes // J.Nat.Cancer Inst., 1991. Vol. 83. - P. 541-546.
96. Phytoestrogens: potential endocrine disruptors in males/R. Santti [et al.] // Toxicol. Ind. Health, 1998. Vol. 14. - P. 223-237.
97. Changes in the chum salmon muscle during spawning migration and extrusion cooking /H. Suzuki [et al.] // J.Food Sci., 1998.
98. Pharmacokinetics of Soybean Isoflavones in Plasma, Urine and Feces of men after Ingestion of 60 g Baked Soybean Powder (Kinako) /S. Watanabe [et al.] //J.Nutr., 1998. Vol. 128. - P. 1710-1715.
99. Winberg, G.G. New information on metabolism in fishes /G.G. Winberg //Vop. Ikhtiol, 1961. N 1. - P. 157-165.
100. Wu, A.H. Soy intake and risk of breast cancer in Asians and Asian Americans /A.N. Wu [et al.] // Am.J.Clin.Nutr., 1998. Vol. 68, N 6. Suppl. - P. 1437-1443.
101. Yan, Zhang Urinary Disposition of the Soybean Isoflavones Daidzein, Genistein and Glycitein Differs among Humans with Moderate Fecal Isoflavone Degradation Activity / Yan Zhan [et al.] // J.Nutr., 1999. Vol. 19. - P. 957-962.
102. Yoshiki Y. Relationship between chemical structures and biological activities of triterpenoid saponins from soybean / Y.Yoshiki, S Kudou, K.Okubo // Biosci. Biotechnol. Biochem., 1998. Vol. 62. - P. 2291-2299.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1 НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ	6
1.1 Растительное сырьё – важнейший поставщик физиологически ценных ингредиентов функциональной направленности.....	6
1.1.1 Роль и значение биологически активных веществ и физиологически ценных ингредиентов ягодного сырья в питании человека	11
1.1.2 Роль и значение биологически активных веществ и физиологически ценных ингредиентов овощного и корнеплодного сырья в питании человека	24
1.1.3 Роль и значение биологически активных веществ и физиологически ценных ингредиентов соевого сырья в питании человека	36
1.2 Современные и перспективные тенденции в создании продуктов питания функциональной направленности	50
1.3 Особенности традиционных пищевых систем как аналогов продуктов функциональной направленности	59
1.3.1 Особенности пастообразных изделий как аналогов функциональных продуктов	66
1.3.2 Особенности майонезно-соусной продукции как аналогов продуктов питания функциональной направленности	73
1.3.3 Особенности хлебобулочных изделий как аналогов продуктов питания функциональной направленности	77
1.3.4 Особенности структуры, состава и свойств пищевых концентратов как аналогов продуктов функциональной направленности	85
1.3.5 Особенности напитков как аналогов продуктов питания функционального назначения.....	93
1.3.6 Постановка цели и задач исследований.....	94
Глава 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ	96
2.1 Обоснование методологических подходов и разработка теоретических основ создания продуктов питания функциональной направленности	96

2.2 Физико-химические основы и кинетика получения концентрированных форм поликомпонентных пищевых систем функциональной направленности	109
--	-----

Глава 3 ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО СЫРЬЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА..... 115

3.1 Характеристика ягодного сырья по наличию и изменчивости физиологически ценных ингредиентов	115
3.2 Характеристика соевого сырья по технологическим свойствам	124
3.3 Характеристика минеральных вод как источника физиологически ценных ингредиентов	138

ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БЕЛКОВО-ВИТАМИННЫХ КОАГУЛЯНТОВ НА ОСНОВЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ..... 140

4.1 Разработка технологии белково-витаминных коагуляционных композиций на основе соевого и ягодного сырья	140
4.2 Разработка технологии белково-витаминных коагуляционных композиций на основе соевого, корнеплодного и ягодного сырья	157
4.3 Разработка технологии белково-витаминно-углеводной добавки в виде соево-имбирно-ягодной и соево-цитрусово-ягодной муки	176

Глава 5 РАЗРАБОТКА МАЙОНЕЗНЫХ И СОУСНЫХ ПАСТООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ БЕЛКОВО-ВИТАМИННЫХ КОАГУЛЯНТОВ 189

5.1 Разработка технологии и рецептур майонезно-соусных продуктов на основе коагуляционных соево-ягодных композиций	189
5.2 Разработка технологии и рецептур пастообразных белково-витаминно-липидных продуктов на основе коагуляционных соево-корнеплодно-ягодных композиций	205

Глава 6 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И РЕЦЕПТУРЫ ХЛЕБА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЛКОВО-ВИТАМИННО-УГЛЕВОДНОЙ ДОБАВКИ 216

Глава 7 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И РЕЦЕПТУР КВАСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЕВО-ЯГОДНОЙ СЫВОРОТКИ И ХВОЙНОГО ЭКСТРАКТА 225

7.1 Разработка технологии кваса с использованием соево-ягодной сыворотки	225
7.2 Разработка технологии и рецептуры хлебного кваса с использованием экстракта из хвои сосны обыкновенной	234

Глава 8 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И РЕЦЕПТУР ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЛКОВО-ВИТАМИННОЙ ДОБАВКИ 245

8.1 Разработка технологии и рецептур пищевых концентратов первых обеденных блюд с использованием белково - витаминной соево-ягодной) добавки	245
8.2 Разработка технологии и рецептур пищевых концентратов вторых обеденных блюд с использованием белково-витаминных концентратов и белково-витамиинно-углеводных гранулятов.....	258
8.3 Разработка технологии и рецептур соусов концентратов с использованием белково-витаминного соево-ягодного компонента.....	274

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 282

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 283

*Доценко Сергей Михайлович,
Бибик Ирина Васильевна*

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА

Монография

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.
Подписано к печати 19.09.2014 г. Формат 70×100/16.
Уч.-изд.л. – 14,8. Усл.-п.л. – 15,7.
Тираж 500 экз. Заказ 241.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства ДальГАУ
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86