



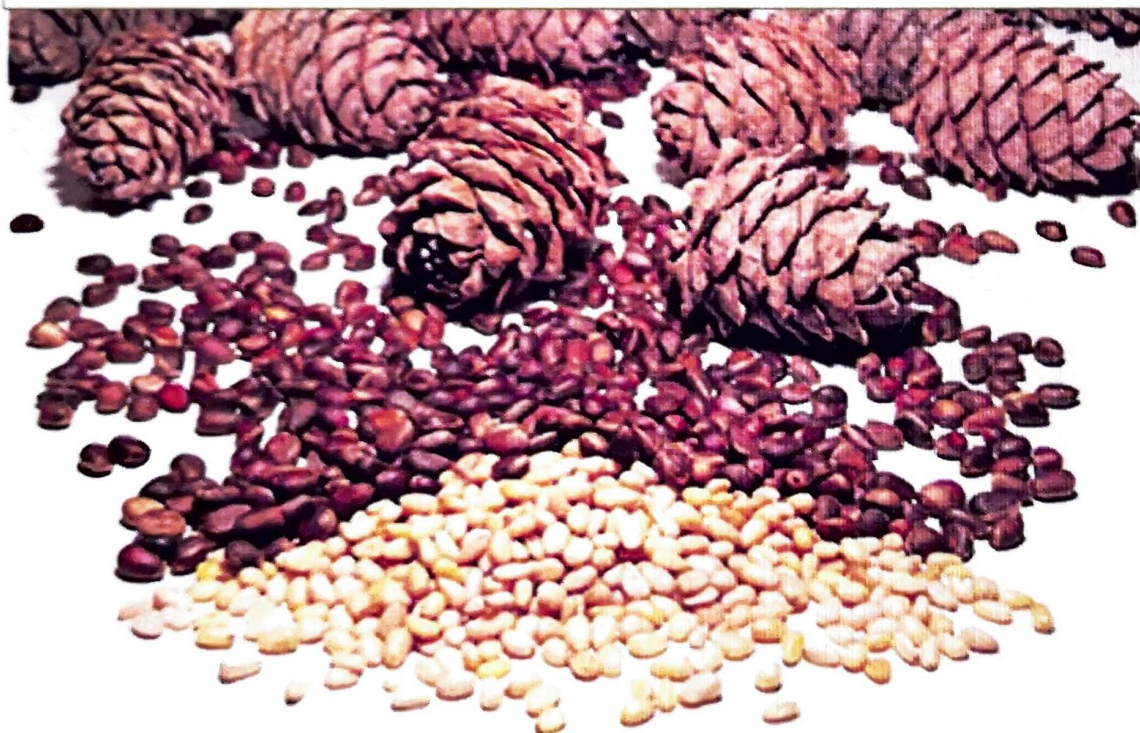
А.Г. Хантургаев

В.Г. Ширеторова

Т.И. Котова

В.А. Хантургаева

**ПРОИЗВОДСТВО
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ
ИЗ СЕМЯН СОСНЫ СИБИРСКОЙ:
НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ
И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**



Улан-Удэ 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Восточно-Сибирский государственный
университет технологий и управления»
(ВСГУТУ)

А.Г. Хантургаев, В.Г. Ширеторова
Т.И. Котова, В.А. Хантургаева

ПРОИЗВОДСТВО ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ
ИЗ СЕМЯН СОСНЫ СИБИРСКОЙ:
НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Монография

Улан-Удэ
Издательство ВСГУТУ
2018

УДК 641.1/.3:582.475

ББК 36.80:36.918

П 80

Печатается по решению редакционно-издательского совета Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления

Рецензенты:

М.Г. Зятуева, канд. техн. наук, доцент

Л.З.В. Будажапов, д-р биол. наук, профессор

Хантургаев А.Г., Ширеторова В.Г., Котова Т.И., Хантургаева В.А.

П 80 Производство функциональных продуктов из семян сосны сибирской: научные основы и практическая реализация: монография. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2018. – 140 с.

ISBN 978-5-89230-997-4

В монографии рассмотрены перспективы производства функциональных продуктов из семян сосны сибирской, изучен химический состав семян сосны сибирской и продуктов их переработки, систематизированы и подробно представлены результаты многолетних исследований авторов по изучению особенностей технологий переработки, технологических режимов и оборудования для переработки семян сосны сибирской.

Монография представляет интерес для научных и инженерно-технических работников, занимающихся изучением, созданием и совершенствованием технологий переработки семян сосны сибирской, комбинированных пищевых продуктов, продукции из сосны сибирской. Материалы монографии соответствуют требованиям государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и рекомендованы студентам высших учебных заведений, изучающих дисциплину «Процессы и аппараты пищевых производств».

ISBN 978-5-89230-997-4

ББК 36.80:36.918

© А.Г. Хантургаев с соавт., 2018

© ВСГУТУ, 2018

Оглавление

Введение	5
Глава 1. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ	7
1.1. Основные функциональные ингредиенты. Роль функциональных ингредиентов в питании	11
1.1.1. Пищевые волокна	11
1.1.2. Полиненасыщенные жирные кислоты	15
1.1.3. Витамины	17
1.1.4. Минеральные вещества	23
1.1.5. Антиоксиданты	24
1.1.6. Пробиотики (бифидобактерии)	28
1.1.7. Пребиотики (олигосахариды)	30
1.1.8. Незаменимые аминокислоты (белки)	31
Глава 2. СЕМЕНА СОСНЫ СИБИРСКОЙ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ	34
2.1. Ресурсы кедровых сосен	34
2.2. Химический состав семян сосны сибирской	42
2.2.1. Липидный состав ядра кедровых орехов	46
2.2.2. Белки ядра кедрового ореха	49
2.2.3. Углеводы ядра кедрового ореха	51
2.2.4. Минеральные вещества ядра кедрового ореха	52
2.3. Состав и свойства эфирных масел	53
2.4. Состав и свойства кедровой смолы (кедровый терпентин)	62
2.5. Состав и свойства скорлупы семян сосны сибирской	64
Глава 3. СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЯДРА КЕДРОВОГО ОРЕХА	68
Глава 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЧ-ЭКСТРАКЦИИ ЭТИЛОВЫМ СПИРТОМ НА КАЧЕСТВО ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЯДРА КЕДРОВОГО ОРЕХА	81
4.1. Исследование физико-химических характеристик кедрового масла	81
4.2. Исследование химического состава кедрового шрота	90

Глава 5. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОИЗВОДСТВА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ	94
5.1. Влияние степени увлажнения кедрового шрота на рост бифидобактерий	94
5.2. Влияние дозы закваски на биохимические и микробиологические процессы при ферментации кедрового шрота	97
5.3. Исследование режимов консервирования ферментированного кедрового шрота	102
5.4. Исследование сроков хранения сухого ферментированного шрота	104
5.5. Разработка технологии получения биологически активной добавки «Биошрот»	106
Глава 6. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БИФИДОСОДЕРЖАЩЕГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С КЕДРОВЫМ ШРОТОМ	110
6.1. Исследование биохимической активности бифидобактерий при культивировании в молоке с кедровым шротом	110
6.2. Исследование влияния кедрового шрота на процесс бифидоброжения	112
6.3. Изучение влияния шрота на реологические свойства кисломолочного продукта	115
6.4. Исследование химического состава кисломолочного продукта с добавлением кедрового шрота	118
6.5. Исследование стойкости кисломолочного продукта в процессе хранения	120
6.6. Технология кисломолочного продукта «Бифидокедр»	121
Выводы	124
Библиография	125

ВВЕДЕНИЕ

Научно-техническая политика государства в области питания направлена на укрепление здоровья народа. Для выполнения этой задачи необходимо производство доступных пищевых продуктов высокого качества.

В последние годы в России произошли глубокие качественные изменения структуры питания населения. Основой здорового питания является сбалансированность рациона по всем пищевым веществам.

В результате технологической обработки, использования неполноценного по химическому составу пищевого сырья, влияния других причин организм человека не получает необходимое количество незаменимых компонентов. В связи с этим в здоровом питании населения ведущая роль отводится созданию новых, сбалансированных по составу, продуктов, обогащенных функциональными компонентами. Продукты питания с такими компонентами, ежедневное употребление которых способствует сохранению и улучшению здоровья, принято называть функциональными.

Диапазон функциональных продуктов очень широк, а изучение отечественного и зарубежного научного и производственного опыта по созданию функциональных продуктов, обладающих антистрессовыми, адаптогенными, тонизирующими, стимулирующими и радиопротекторными свойствами показывает, что выпуск продуктов специального назначения базируется на принципе исключения или замены (полной или частичной) в пищевых продуктах тех компонентов, которые могут оказать негативное действие на потребителей пищевых продуктов, страдающих тем или иным недугом, а также введения в продукты лечебных препаратов.

Для получения продуктов функционального назначения в нашей стране используют различные виды сырья с повышенной биологической активностью. В этом отношении роль продуктов растительного происхождения трудно переоценить. Они являются поставщиками витаминов, ферментов, органических кислот, эфирных масел, пектинов, пищевых волокон, углеводов.

Разработка новых технологий и производство продуктов питания на базе отечественного растительного сырья является приоритетным направлением деятельности технологов пищевой промышленности. Растительное сырье является источником естественных нутриентов. Используя его, можно создать продукцию профилактической и оздоровительной направленности, разрабатывая технологии комбинированных продуктов питания.

Дикорастущие растения являются дополнительным резервом к продуктам питания. Они позволяют, с одной стороны, разнообразить рацион, а с другой – обогатить его необходимыми биологически активными веществами.

Одним из уникальных и безопасных видов дикорастущего растительного сырья для получения продуктов питания являются семена кедрового ореха (ядра кедрового ореха), произрастающего в таежных зонах, отдаленных от влияния пылегазовых выбросов промышленных предприятий, на почвах, не обрабатываемых химическими удобрениями, пестицидами и гербицидами. Ядра кедровых орехов богаты содержанием эссенциальных жирных кислот, белков, легкоусвояемых сахаров, клетчатки, витаминов, минеральных веществ и необходимых организму биологически активных веществ.

Разработка технологий производства функциональных продуктов питания с использованием семян сосны сибирской, их внедрение в производство будут способствовать профилактике заболеваний и укреплению здоровья.

Представленные в монографии материалы соответствуют требованиям государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, предусматривающего дисциплину и уровень подготовки специалистов и бакалавров, изучающих курс «Процессы и аппараты пищевых производств», предусматривающую изучение особенностей технологии производства пищевых продуктов, в том числе и функционального назначения, технологические режимы обработки пищевых продуктов, оборудование для их производства.

Глава 1. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Резкое ухудшение экологической обстановки во всем мире, связанное с техническим прогрессом, повлияло и на качественный состав потребляемой человеком пищи. Это, в свою очередь, привело к появлению новых и резкому увеличению числа старых известных заболеваний, связанных с неправильным питанием [59, 62, 64, 65, 66].

Поэтому мировые тенденции в области питания связаны с созданием ассортимента продуктов, способствующих улучшению качества жизни людей, так называемых, продуктов функционального питания.

К настоящему времени интенсивные работы по изучению и разработке правильного функционального питания ведутся в Японии, США, России, Германии, Франции, Великобритании и других странах [150-160, 162-175].

Термин «функциональное питание» (введен в научную литературу японскими исследователями в 1989 г.) обозначает регулярное использование продуктов специального назначения естественного или искусственного происхождения с заданными свойствами, предназначенных для систематического ежедневного употребления и направленных на восполнение недостатка в организме регуляторных пищевых субстанций. Оказывая регулирующее действие на физиологические функции, биохимические реакции и психосоциальное поведение человека, они поддерживают физическое здоровье и снижают риск возникновения заболеваний. В России термин «функциональное питание» стали использовать с 1993 г.

Продукты специального назначения могут быть подразделены на функциональные и обогащенные, в зависимости от того, что добавлено и была ли эта добавка в исходном продукте. Для обогащения продуктов используют нутриенты, которых по различным причинам не хватает в рационе населения того или иного региона, антиоксиданты, витамины, минералы, микроэлементы, пищевые волокна. Для российских потребителей это чаще всего витамины А, С, Е, группы В, йод, железо, кальций.

В категорию функциональных пищевых продуктов, по мнению М.В. Роберфруд (2002), следует включать: продукты питания, естественно содержащие требуемые количества функционального ингредиента или их группы; натуральные продукты, дополнительно обогащенные каким-либо функциональным ингредиентом или их группой; натуральные продукты, из которых удален компонент, препятствующий проявлению физиологической активности присутствующих в них функциональных ингредиентов; продукты, в которых исходные потенциальные функциональные ингредиенты модифицированы таким образом, что они начинают проявлять свою физиологическую активность или эта активность усиливается; натуральные пищевые продукты, в которых в результате тех или иных модификаций биоусвояемость входящих в них функциональных ингредиентов увеличивается; натуральные или искусственные продукты, которые в результате применения комбинации вышеуказанных технологических приемов приобретают способность сохранять и улучшать физическое и психическое здоровье человека и/или снижать риск возникновения заболеваний [27, 123].

Если функциональный ингредиент поступает в организм в форме традиционного питательного продукта, то речь идет о функциональном пищевом продукте. Концентрации функциональных ингредиентов, присутствующих в функциональных пищевых продуктах и оказывающих регулирующее действие на функции и реакции человека, близки к оптимальным, физиологическим, поэтому такие продукты можно принимать неопределенно долго. Считается, что пищевой продукт может быть отнесен к разряду функционального, если содержание в нем биоусвояемого функционального ингредиента находится в пределах 10–50% средней суточной потребности в соответствующем нутриенте.

Следует иметь в виду, что ограничение количественного содержания функционального ингредиента в функциональных пищевых продуктах обусловлено тем, что подобные продукты предназначены для постоянного использования в составе обычных рационов питания, которые могут включать и другие пищевые продукты с тем или иным количеством и спектром потенциальных функциональных ингредиентов. Суммарное же

количество поступающих в организм биоусвояемых в пищеварительном тракте функциональных нутриентов не должно превышать суточные физиологические потребности в них здорового человека, поскольку это может сопровождаться возникновением нежелательных побочных эффектов.

Согласно «Научной концепции функционального питания в Европе» (Scientific Concepts of Functional Food in Europe), разработанной в 1995–1998 гг. F. Bellisle с сотрудниками, продукты питания лишь в том случае могут быть отнесены к функциональным, если имеется возможность продемонстрировать их позитивный эффект на ту или иную ключевую функцию организма человека (помимо традиционных питательных эффектов) и получить веские объективные доказательства, подтверждающие эти взаимоотношения. Среди подобных ключевых функций и состояний организма: рост, развитие и дифференциация; защита против соединений, обладающих оксидантной активностью; состояние сердечно-сосудистой системы; влияние на сахарный диабет и ожирение; состояние костной ткани; физиология желудочно-кишечного тракта, в том числе состояние микрофлоры; состояние иммунной системы; поведенческие реакции и состояние психического здоровья [23, 46].

В России в 2004 г. изданы Методические рекомендации, в которых приведены утвержденные главным санитарным врачом РФ рекомендуемые величины адекватного потребления пищевых и биологически активных веществ (витамины, макро- и микроэлементы, антиоксиданты, биофлавоноиды, индолы, органические кислоты, полисахариды и др.) – всего более 200 наименований (МР 2.3.1.1915-04).

В отношении функциональных пищевых продуктов в Российской Федерации действуют ГОСТ Р 54059–2010 «Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования» и ГОСТ Р 54060-2010 «Продукты пищевые функциональные. Идентификация. Общие положения», вступившие в действие с начала 2012 г.

Первоначально основными категориями физиологически функциональных ингредиентов, предложенными японскими исследователями для производства функциональных пищевых

продуктов, были молочнокислые бактерии и бифидобактерии, олигосахариды, пищевые волокна и омега-3 жирные кислоты.

В последующем этот перечень значительно расширился и к началу XXI в. стал включать (А.П. Нечаев, Т.В. Короткова, 2005): пищевые волокна; изопреноиды, витамины; олигосахариды; сахароспирты; молочнокислые бактерии; фосфолипиды, холины; аминокислоты, пептиды, протеины, нуклеиновые кислоты; макро- и микробиоэлементы; гликозиды; полиненасыщенные жирные кислоты и другие антиоксиданты; спирты; цитамин; органические кислоты; растительные ферменты и другие фитосоединения; лектины.

Наиболее популярными для включения в состав функциональных пищевых продуктов в настоящее время являются немногим более 100 физиологически функциональных ингредиентов. Они широко используются для обогащения традиционных продуктов (молочных, хлебо-булочных, напитков, сухих завтраков, растительного масла и т.д.) с целью придания им функциональных свойств.

По теории Д. Поттера, на сегодняшнем этапе развития пищевой отрасли эффективно используются 7 основных видов функциональных ингредиентов: пищевые волокна, витамины, антиоксиданты, минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, олигосахариды, бифидобактерии [5, 12, 28, 36], которые рассмотрены в п. 1.1.

Итак, функциональное питание – это продукты специального назначения естественного или искусственного происхождения, которые предназначены для систематического ежедневного употребления и направлены на восполнение недостатка в организме энергетических, пластических или 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.

Таким образом, производство продуктов функционального назначения является актуальной задачей для современной пищевой промышленности.

1.1. Основные функциональные ингредиенты. Роль функциональных ингредиентов в питании

1.1.1. Пищевые волокна

Пищевые волокна – комплекс биополимеров, включающий полисахариды (целлюлозу, гемицеллюлозу, пектиновые вещества), а также лигнин и связанные с ними белковые вещества, формирующие клеточные стенки растений [18, 25, 40, 41].

Целлюлоза составляет в пищевых волокнах примерно одну треть. Ее содержание в растительной пище около 1 %, но она в значительной мере структурирует пищу. Целлюлоза практически не переваривается в кишечнике. Ее усвояемость, в большей степени, определяется происхождением, содержанием в пищевом рационе и характером предварительной обработки и колеблется в среднем от 6 до 23 %.

В пищеварительном тракте человека целлюлоза стимулирует деятельность кишечника, усиливая его перистальтику, нормализует деятельность кишечной микрофлоры, сорбирует стерины, препятствуя их всасыванию, способствует выделению холестерина.

Гемицеллюлозы составляют значительную часть пищевых волокон и представляют собой группу полисахаридов: арабианов, ксиланов, галактанов. Каждая из групп подразделяется на подгруппы, принадлежность к которым определяется составом и строением разветвленной части молекулы [25, 79].

Полисахариды гемицеллюлоз формируют разнообразное растительное сырье: злаковые и древесные растения, овощи, фрукты, ягоды и травы. Они образуют клеточные стенки различных микроорганизмов. Их содержание зависит от вида сырья и может достигать 38-39 % (пленки овса, кукурузные стержни), 18-19 % (древесина ели) [20, 42, 95].

Роль гемицеллюлоз в питании многогранна. Они безвредны для человека и перевариваются в зависимости от строения на 69-95 %. Гемицеллюлозы служат источником энергии, влияют на липидный обмен, играют роль энтеросорбентов, снижают содержание холестерина, сорбируют микрофлору, соли тяжелых металлов [19, 38].

Пектиновые вещества – полигалактурониды, входящие в состав клеточных стенок и межклеточных образований растений. В большинстве случаев пектиновые вещества – гетерополисахариды, сформированные из галактуронана, арабинана, галактана.

В пищевой промышленности используется свойство пектина связывать влагу, благодаря которому формируется консистенция продуктов, увеличиваются сроки хранения за счет снижения количества свободной влаги.

Все возрастающую роль пектин получает как энтеросорбент экологически вредных веществ: радионуклидов, солей тяжелых металлов, многих токсичных органических веществ, выводя их из организма [35].

Лигнин формирует значительную часть пищевых волокон и представляет собой высокомолекулярное вещество – соединение нерегулярного строения, построенное из частично метилированных производных фенилпропана, содержащих различное количество гидроксильных, карбонильных, карбоксильных и фенольных групп [30, 52].

Содержание лигнина определяется ботанической принадлежностью растений и характером анатомической его части. Результаты оценки количества лигнина показали, что максимальное его количество содержится в оболочке гречихи (31 %), у черной сосны (30,5%), восточной ели (29,6 %), в подсолнечной лузге (26-27,9 %), у белой березы (23,8 %).

Многочисленные исследования свидетельствуют, что лигнин широко используется в практической медицине как энтеросорбент: отмечена сорбционная активность лигнина к ионам тяжелых металлов (Cu, Pb, Cd), холестерину, желчным кислотам, фенолу, щелочам [47, 52].

Лечебный лигнин применяется при острых и хронических заболеваниях желудочно-кишечного тракта инфекционной и неинфекционной этиологии, диспепсических расстройствах, токсиногенных и послеоперационных парезах кишечника, острых воспалительных заболеваниях.

В настоящее время существует несколько классификаций пищевых волокон. По строению полимеров они делятся на гомогенные (целлюлоза, пектин, лигнин, альгиновая кислота) и

гетерогенные (целлюлозолигнины, гемицеллюлозо-целлюлозолигнины). По виду сырья пищевые волокна целесообразно разделять на пищевые волокна из низших растений (водорослей, грибов) и высших растений (злаков, трав, древесных). По физико-химическим свойствам, медико-биологическим особенностям целесообразно различать на растворимые в воде (пектин, камеди, слизи, растворимые фракции гемицеллюлозы) и нерастворимые (целлюлоза, лигнин, части гемицеллюлоз, ксиланы), а также полисахариды, в свою очередь подразделяющиеся на структурированные (целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин) и неструктурированные (слизи, камеди, искусственные полимеры) [39, 79].

Пищевые волокна влияют на обмен липидов (пищевые волокна пшеничных отрубей, трав, виноградных выжимок, пектины, целлюлоза, лигнин), обмен углеводов (пищевые волокна трав, пектины), обмен аминокислот и белков (глюкоманнаны), обмен минеральных веществ (пищевые волокна пшеничных отрубей, свеклы).

Все компоненты пищевых волокон находятся в тесном межмолекулярном взаимодействии. Поэтому для пищевых волокон характерен ряд физико-химических свойств, в том числе водоудерживающая способность, ионообменные и другие особенности.

Роль пищевых волокон в питании многообразна [79, 86, 127]. Она состоит не только в частичном снабжении организма человека энергией, выведения из его ряда метаболитов пищи и загрязняющих ее веществ, но и в регуляции физиологических, биохимических процессов в органах пищеварения.

Функциональные свойства пищевых волокон связаны в основном с работой желудочно-кишечного тракта [127, 161].

Пищевые волокна взаимодействуют с белками, ферментами, гормонами, продуктами распада углеводов, пептидами и аминокислотами, жирными и другими кислотами в процессе пищеварения в желудочно-кишечном тракте человека [105].

Пища, богатая волокнами, оказывает положительное влияние на процессы пищеварения.

Дефицит пищевых волокон в питании человека ведет к замедлению кишечной перистальтики, развитию дискинезий.

Наряду с участием в регуляции деятельности кишечника, пищевые волокна оказывают нормализующее влияние на моторную функцию желчевыводящих путей, стимулируя процессы выведения желчи, способствуют выведению из организма холестерина и токсичных соединений.

Недостаточное потребление пищевых волокон рассматривается как фактор риска развития болезней обмена веществ, злокачественных новообразований.

Кроме этого, пищевые волокна играют положительную роль в нормализации состава микрофлоры кишечника, в ингибировании гнилостных процессов.

Различными исследователями было установлено, что в принципе нормальная кишечная микрофлора, наряду с волокноподобными олигосахаридами, усваивает и полисахариды пищевых волокон – устойчивый крахмал, полисахариды растительных клеточных стенок, гемицеллюлозу, пектин, камеди [2, 86, 79].

Признается, что пищевые волокна стимулируют рост нормальной микрофлоры неселективно. Их потребление, особенно в течение длительного периода, способствует положительным сдвигам в функциональном состоянии желудочно-кишечного тракта, благотворно сказывается на его двигательной и эвакуаторной функциях [9, 52].

Исследования С.А. Шевелевой с соавторами показали, что введение пищевых волокон в рацион не сопровождалось выраженным ростом лактобацилл и бифидобактерий. Однако при длительном приеме пектина и пшеничных отрубей отмечена четкая элиминация из микробиоценоза дефектных штаммов защитной микрофлоры и атипичных для эубиоза представителей [126].

Результаты исследований зарубежных ученых, полученные на подопытных животных, свидетельствуют, что при получении диеты с пищевыми волокнами на 90 % уменьшалась инвазия в энтероциты и проникновение бактерий через стенку кишечника [173], повышалась усвояемость жира и азота по сравнению с контрольной группой [143].

Таким образом, полученные из различных источников данные позволяют говорить о том, что пищевые волокна норма-

лизуют функциональную активность кишечной микрофлоры и, в целом, желудочно-кишечного тракта, и расценивать их свойства как пребиотические.

В последние годы пребиотические свойства пищевых волокон широко используются при разработке новых видов ферментированной продукции [25, 47].

При этом разработчики новых технологий стремятся использовать доступное местное растительное сырье и продукты его переработки. В качестве источников пищевых волокон традиционно используют дикорастущие и культурные плоды и ягоды, богатые углеводами и витаминами.

Известно, что одной из характерных особенностей сибирского региона являются кедровые леса. Традиционно орех кедровой сосны, благодаря высокому содержанию в нем липидов, используется для получения масла [13].

Однако в результате переработки семян кедрового ореха остается кедровый шрот, который характеризуется: 1) остаточным содержанием липидов, 2) высоким содержанием белков, углеводов, минеральных и других биологически активных веществ [42, 51].

В связи с этим, является перспективным использовать продукт переработки ореха кедрового для повышения функциональных свойств ферментированных молочных продуктов.

1.1.2. Полиненасыщенные жирные кислоты

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) являются незаменимыми жирами, которые часто включаются в состав спортивного питания и нутрицевтиков.

Биологическая и пищевая ценность жиров заключается в том, что они являются источником незаменимых факторов питания, которые подобно аминокислотам и витаминам не могут синтезироваться в организме человека и должны обязательно поступать с пищей. К ним относятся: полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК или витамин F) – линолевая и линоленовая, арахионовая, а также жирорастворимые витамины (A, D, E, K).

Современная классификация ПНЖК включает их деление на семейства омега-6 и омега-3 в зависимости от места положения двойной связи, считая от метального конца молекулы. В состав семейства омега-3 входят альфа-линоленовая, эйкозапентаеновая, докозагексаеновая жирные кислоты, омега-6 – линолевая, гамма-линоленовая, арахидоновая кислоты. Биологическая активность незаменимых жирных кислот различна, наиболее активна арахидоновая кислота, ее активность в 2-3 раза выше активности линолевой и линоленовой кислот. Однако в пищевых продуктах ее мало, но она может образовываться в организме из линолевой кислоты при участии витамина В6 и токоферола. Линоленовая кислота сама малоактивна, но она усиливает биологическую активность линолевой кислоты.

Основными источниками ПНЖК семейства омега-6 являются преимущественно различные растительные масла (кедровое, подсолнечное, льняное и т.д.), тогда как ПНЖК омега-3 в больших количествах встречаются в рыбе, морепродуктах, яичном желтке. Учитывая, что пищевые источники ПНЖК омега-3 довольно ограничены и соотношение ПНЖК омега-6/омега-3 в рационе современного человека далеко от оптимального, в настоящее время разработаны и присутствуют на рынке в большом количестве биологически активные добавки к пище, обогащающие рацион ПНЖК.

Полиненасыщенные жирные кислоты, содержащиеся в продуктах питания, играют важную роль в регулировании и поддержании на оптимальном уровне иммунной и сердечно-сосудистой систем, а также прооксидантно-антиоксидантного гомеостаза в организме человека, регулируют поступление веществ в клетку и существенно влияют на все процессы, протекающие в клетках, так как являются одними из главных высокоэнергетических молекул в природе. ПНЖК входят в состав мембран клеток серого вещества мозга и сетчатки глаза, обеспечивают нервную передачу между нейронами мозга; улучшают усвоение кальция и магния клетками, обеспечивая транспорт этих минералов через мембраны; снижают уровень холестерина и триглицеридов в крови.

1.1.3. Витамины

Витамины необходимы для нормального течения многих обменных процессов (в том числе, для усвоения пищевых веществ), а также для роста и восстановления клеток и тканей организма. Поступая в организм в небольших количествах, они участвуют в обмене веществ и регулируют многие физиологические и биохимические реакции. Подавляющее большинство витаминов не синтезируются в организме и поступают с продуктами растительного и животного происхождения.

При недостатке витаминов развивается состояние гиповитаминоза, которое характеризуется следующими общими симптомами: ухудшением самочувствия, быстрой утомляемостью, снижением работоспособности и защитных реакций организма. Причинами возникновения гиповитаминоза являются повышенная потребность в витаминах (обусловленная высокими тренировочными и соревновательными нагрузками, особенностями климатических условий и состоянием организма); недостаточное их содержание в продуктах питания в зимне-весенний период; неадекватный подбор продуктов в пищевом рационе; неправильная кулинарная обработка пищи; нарушение витаминного обмена в организме и др.

При избыточном поступлении витаминов в организме развивается состояние гипервитаминоза, при котором, наряду с целым рядом общих симптомов, снижается уровень физической работоспособности. Это происходит в основном при чрезмерном употреблении синтетических витаминных препаратов (особенно А и Д).

Проблема так называемых гиповитаминозных состояний, т.е. скрытых нарушений, причины которых различны, в настоящее время является актуальной. Возникновение гиповитаминозов может иметь эндо- и экзогенное происхождение.

Эндогенные причины: недостаточное поступление витаминов с пищей – вследствие неправильного выбора продуктов, однообразного питания, неправильного приготовления пищи, длительного хранения продуктов.

Экзогенные причины: а) повышенная потребность в витаминах в результате определенных физиологических состояний

(беременность, грудное вскармливание ребенка, тяжелый физический труд, высокая или низкая температура окружающей среды, инфекционные болезни, химические вредности в условиях производства и др.); б) нарушение всасывания витаминов в желудочно-кишечном тракте.

Витамины делятся на две группы: водорастворимые и жирорастворимые; выделяют также группу витаминоподобных соединений.

Водорастворимые витамины – аскорбиновая кислота, рутин, тиамин, рибофлавин, пиридоксин, ниацин, никотиновая кислота, цианкобаламин, фолацин, фолиевая кислота, пантотеновая кислота, биотин.

Жирорастворимые витамины – А, D, Е и К.

Витминоподобные соединения – холин, инозит, липоевая кислота, оротовая кислота, пангамат кальция, карнитин.

Аскорбиновая кислота (витамин С) выполняет в организме многообразные функции: участвует в окислительно-восстановительных процессах; обеспечивает образование коллагена; повышает прочность стенок кровеносных сосудов (что очень важно для профилактики атеросклероза); влияет на функции нервной и эндокринной систем, печени; регулирует обмен холестерина; способствует усвоению организмом белков, железа и ряда витаминов; повышает устойчивость организма к внешним воздействиям и инфекциям; стимулирует регенерацию и заживление тканей.

Витамин С непосредственно связан с белковым обменом – с коллагеновыми структурами организма; стимулирует образование проколлагена из фибробластов и переход его в коллаген; играет важную роль в поддержании нормального состояния стенок капилляров и сохранении их эластичности. При его недостатке наблюдается повышенная ломкость капилляров и склонность к кровоизлияниям.

Достаточный уровень аскорбиновой кислоты в организме способствует наиболее полному созданию гликогеновых запасов печени и повышает ее антитоксическую функцию.

Высокое содержание аскорбиновой кислоты и высокая потребность в ней характерны для эндокринной системы (гипофиз, гипоталамус, надпочечники).

Витамин С оказывает существенное влияние на реактивность организма и его защитные механизмы, повышает сопротивляемость неблагоприятным факторам внешней среды, обладает свойством повышать фагоцитарную активность лейкоцитов – поэтому при различных заболеваниях увеличивают его потребление.

Витамин С не синтезируется в организме человека и должен поступать с пищей ежедневно.

Факторы, разрушающие витамин С:

- 1) высокая температура (инактивирует аскорбиновую кислоту);
- 2) окисление его кислородом (при неправильном хранении и приготовлении пищи);
- 3) воздействие щелочей;
- 4) окисление его при контакте с посудой, сделанной из железа или меди (алюминий не окисляет витамин С, потому что имеет окисную пленку);
- 5) фермент аскорбиназа, содержащаяся во всех продуктах растительного происхождения (кроме лимона, брюквы, турнепса).

Лучшему сохранению витамина С способствуют кислая реакция продукта, сахар, крахмал.

В качестве дополнительных источников витамина С рекомендуется применять фруктовые и овощные соки, а также специальные настои и отвары, приготовленные из наиболее богатых этим витамином натуральных продуктов.

Витамин Р (рутин и другие биофлавоноиды) главным образом обеспечивает нормальное состояние стенок капилляров. Вместе с витамином С участвует в окислительно-восстановительных процессах.

Витамин В1 (тиамин) имеет большое значение для правильного функционирования центральной и периферической нервных систем. При его недостатке не полностью сгорают углеводы, что ведет к накоплению в организме пировиноградной и молочной кислот. Тиамин участвует в белковом, жировом и

минеральном обменах; играет важную роль в углеводном обмене. При гиповитаминозе наблюдаются раздражительность, боли в области сердца, быстрая утомляемость, ухудшение внимания, мышечная слабость, понижение аппетита, запоры. В этих случаях в моче появляется пировиноградная кислота.

Витамин В1 стимулирует работоспособность. Дополнительный прием его позволяет легче переносить значительные тренировочные нагрузки.

Витамин В2 (рибофлавин) играет важную роль в процессах биологического окисления и образования энергии, процессах кроветворения; участвует в образовании зрительного пурпура, защищая сетчатку от избыточного воздействия ультрафиолетового облучения.

Витамин В6 (пиридоксин) играет важную роль в процессах промежуточного обмена аминокислот: переаминировании, декарбоксилировании, пересульфировании. Необходим для превращения линолевой кислоты в арахидоновую, для образования витамина РР из триптофана. Участвует в образовании гемоглобина, расщеплении гликогена, синтезе биогенных аминов (серотонина, гистамина) и других биологически активных веществ.

Витамин РР (ниацин) обеспечивает процессы энергообразования, участвуя в важнейших окислительно-восстановительных реакциях. Также принимает участие в функционировании центральной нервной системы, процессах кроветворения; оказывает действие на сердечно-сосудистую систему (в частности, сосудорасширяющее).

Витамин РР частично образуется в организме из триптофана (ниациновый эквивалент составляет 60 мг аминокислоты на 1 мг витамина). Этот источник ниацина должен учитываться при оценке пищевых продуктов. Содержится в продуктах как животного, так и растительного происхождения.

Витамин В12 (цианкобаламин) – основное значение витамина В12 заключается в его антианемическом действии. Он участвует в реакциях трансметилирования и необходим для синтеза и распада ряда аминокислот, образования пуринов, пиримидинов и нуклеиновых кислот, синтеза белка, окисления жирных кислот с нечетным числом атомов; обладает липотропными

свойствами. Содержится преимущественно в продуктах животного происхождения.

Витамин В9 (фолиевая кислота, фолатин) – физиологическое значение фолиевой кислоты заключается в ее участии в процессе кроветворения, осуществляемом во взаимодействии с витамином В12. Фолатин участвует в синтезе пуриновых и пиримидиновых оснований, нуклеиновых кислот и белка; в образовании холина, адреналина, креатина; в обмене ряда аминокислот; в утилизации многих витаминов.

Основными источниками фолиевой кислоты являются свежие овощи и зелень; из продуктов животного происхождения – печень и почки, яичный желток, сыр.

Витамин В5 (пантотеновая кислота) участвует в осуществлении таких биохимических процессов, как: окисление и биосинтез жирных кислот; окислительное декарбоксилирование кетокислот; синтез лимонной кислоты; биосинтез стероидов; нейтральных жиров, порфиринов; синтез ацетилхолина и других биологически активных веществ. Этот витамин обнаружен практически во всех продуктах животного и растительного происхождения.

Витамин Н (биотин) участвует в реакциях карбоксилирования и транскарбоксилирования; в синтезе субстратов цикла Кребса; в образовании мочевины; в синтезе жирных кислот и белка; в утилизации глюкозы. Также стимулирует процессы метилирования и усиливает действие фолатина.

В питании из числа жирорастворимых витаминов наиболее важны витамины А, Е и Д.

Витамин А (ретинол, ретиналь, ретиноевая кислота, их эфиры) обладает широким спектром действия: участвует в процессах фоторецепции (обеспечение сумеречного, светового и цветного зрения); необходим для формирования и роста костей скелета, воспроизведения потомства, дифференцировки эпителиальной ткани, поддержания иммунологического статуса; влияет на многие стороны обмена веществ (торможение распада белка, стимулирование окисления пировиноградной кислоты и ненасыщенных жирных кислот, обеспечение синтеза жира и др.).

Витамин А поступает в организм только с продуктами животного происхождения. В организме витамин А может синтезироваться из провитаминов – β -каротина, содержащегося в больших количествах в овощах и фруктах, имеющих желто-красный цвет, и трех других каротиноидов: α -каротина, γ -каротина и β -криптоксантина.

Витамин Е (токоферолы) препятствует перекисному окислению ненасыщенных липидов, обеспечивая тем самым целостность клеточных мембран; влияет на функцию половых и других эндокринных желез, на обмен нуклеиновых кислот и белков; стимулирует деятельность мышц; повышает устойчивость организма к гипоксии; стимулирует фосфорилирование креатина и накопление гликогена; активизирует некоторые ферменты; способствует усвоению жиров, витаминов А и Д.

Витамин Д (эргокальциферол, холекальциферол) регулирует обмен кальция и фосфора в организме, способствуя всасыванию и отложению их в костях. Поступает в организм с продуктами животного происхождения и частично образуется путем эндогенного синтеза в коже под влиянием ультрафиолетового облучения.

Принято считать, что в условиях обычной инсоляции и сбалансированного питания потребность организма взрослых в нем удовлетворяется. Вместе с тем в случаях использования высокоуглеводных рационов питания, разбалансированных по соотношению в них кальция и фосфора, при недостаточном содержании в рационе продуктов животного происхождения, а также в условиях Крайнего Севера, требуется дополнительное количество витамина Д.

В натуральных продуктах питания витамины содержатся в виде комплексов с различными веществами и лучше усваиваются организмом. При невозможности обеспечить необходимое поступление витаминов в организм за счет натуральных продуктов питания и концентратов целесообразно применять функциональные продукты, обогащенные витаминами, в которых витамины содержатся в наиболее оптимальных соотношениях.

1.1.4. Минеральные вещества

Минеральные вещества – это отдельные, низкомолекулярные вещества, соли, ионы солей, которые в свою очередь играют очень важную роль для организма человека: поддерживают процессы нервной системы, мышечной ткани, формирование скелета, зубов, участвуют во многих обменных процессах.

В общем минеральные вещества играют такую же многогранную роль в нашем организме как и витамины.

Минеральные вещества подразделяются на две группы:

Макроэлементы – это кальций, фосфор, натрий, калий. Макроэлементы необходимы нашему организму в относительно больших количествах.

Микроэлементы – кобальт, селен, марганец, медь, цинк, йод необходимы организму в малом количестве.

Всего минеральных веществ около 30, каждый из которых несет для организма определенную биологическую ценность.

Часто микро- и макроэлементы поступают в наш организм в недостаточном количестве. В таких случаях рекомендуется принимать функциональные продукты, которые помогут восполнить в организме необходимый запас микро- и макроэлементов.

Минеральные вещества выполняют множество функций в нашем организме: макроэлементы участвуют в регуляции кислотно-щелочного равновесия в организме, регулируют водно-солевой обмен, участвует абсолютно во всех процессах жизнедеятельности человека, обеспечивают нормальный обмен веществ и функционирование нервной и мозговой тканей, мышц, печени и почек.

Кальций участвует в мышечном сокращении, свертывании крови, опосредует действие целого ряда гормонов на клетки-мишени, образует минеральную основу костей и зубов. Его недостаток способствует развитию остеопоротических изменений скелета.

Магний является кофактором многих важнейших ферментных систем углеводно-фосфорного и энергетического об-

мена, его недостаток может вести к развитию судорожных состояний и нарушений сердечного ритма.

Железо входит в состав гемоглобина, переносящего кислород тканям, и цитохромов, обеспечивающих организм энергией в процессах окислительного фосфорилирования.

Цинк входит в состав более 350 различных ферментов и играет важную роль в функционировании генетического аппарата клетки.

Йод участвует в построении гормонов щитовидной железы, активно влияющих на физическое и психическое состояние человека.

Селен играет важную роль в системе антиоксидантной защиты организма, а также в синтезе йодсодержащих гормонов щитовидной железы.

Организм человека не синтезирует микронутриенты и должен получать их в готовом виде. Способность запасать микронутриенты впрок на сколько-нибудь долгий срок у человека отсутствует. Поэтому они должны поступать регулярно, в полном наборе и количествах, соответствующих физиологической потребности организма

Роль минеральных веществ особенно велика в детском возрасте, что связано с интенсивностью процессов роста, формирования организма ребенка, напряженностью обменных процессов в этот период. Этим определяется и значительно более высокая по сравнению со взрослыми потребность детей в этих незаменимых пищевых веществах в расчете на единицу массы тела.

1.1.5. Антиоксиданты

Антиоксиданты – это вещества, которые нейтрализуют свободные радикалы. Когда речь заходит об антиоксидантах, то чаще всего подразумевают антиокислители органических соединений. В группу антиоксидантов входят минералы, каротиноиды и витамины.

Свободные радикалы представляют собой молекулы, которые лишены одного или сразу нескольких электронов. Каждый день внутренние органы человека, состоящие из миллиар-

дов клеток, страдают от множественных атак такими дефектными соединениями. В сутки может насчитываться до 10 тыс подобных атак. Попав в организм человека, свободные радикалы начинают «искать» недостающие им электроны, а найдя, отнимают их у здоровых и полноценных молекул. В итоге, страдает здоровье человека, так как его клетки становятся не в состоянии нормально работать и выполнять свои функции. Организм испытывает так называемый окислительный стресс.

Сам организм человека не вырабатывает свободные радикалы, они попадают в него извне при негативном воздействии радиации, табакокурении, проживании в экологически неблагоприятных районах, воздействии ультрафиолетового излучения.

Чем больше доза проникших в организм свободных радикалов, тем страшнее последствия их разрушительного воздействия на организм. Среди возможных нарушений, которые могут быть спровоцированы свободными радикалами: онкологические заболевания, атеросклероз сосудов, варикозная болезнь, болезни Паркинсона и Альцгеймера, воспаления суставов, бронхиальная астма, воспаление венозной стенки, депрессия.

Перечисленные заболевания – это далеко не все негативные последствия воздействия на организм свободных радикалов. Они имеют способность вмешиваться в нормальную структуру ДНК и провоцировать изменения наследственной информации. Кроме того, страдают все системы организма: иммунная, костная, нервная. Ускоряется процесс старения и отмирания клеток.

Современная медицина не имеет возможности препятствовать проникновению свободных радикалов в организм с помощью каких-либо лекарственных средств. Но уменьшить их разрушающее воздействие могут антиоксиданты. Именно благодаря им человек болеет меньше, реже и легче.

Антиоксиданты имеют действие, противоположное действию свободных радикалов. Они «находят» в организме поврежденные клетки и отдают им свои электроны, оберегая клетки от повреждения. Причем сами антиоксиданты не утрачивают устойчивости после того, как отдают собственный электрон.

Благодаря такой поддержке, клетки человеческого организма обновляются, очищаются, омолаживаются. Американские ученые убеждены, что чем выше содержание в организме антиоксидантов, тем выше продолжительность его жизни. Наблюдение за мышами, в организме которых выработка антиоксидантных ферментов проходила усиленными темпами, позволило выявить, что продолжительность их жизни увеличилась на 20%. Кроме того, грызуны реже страдали от сердечно-сосудистых патологий и от возрастных заболеваний.

Если перенести эти показатели на человека, то продолжительность жизни таких людей должна составлять от 100 лет и более. Ведь американские ученые из университета Вашингтона подтверждают гипотезу относительно того, что свободные радикалы провоцируют усиленное старение организма. Именно с ними связаны сердечно-сосудистые, онкологические и иные заболевания, влияющие на продолжительность жизни человека.

Свободные радикалы нарушают нормальное течение химических процессов внутри клеток и провоцируют появление новых свободных радикалов. В итоге, патологический процесс повторяется вновь и вновь. Антиоксиданты позволяют этот порочный круг разорвать.

Витамины-антиоксиданты

Витамины-антиоксиданты, которые способны поглощать максимальное количество свободных радикалов – это витамины Е, С, А. Они встречаются в различных продуктах, которыми питается человек, однако в связи с плохой экологической обстановкой в мире восполнить дефицит витаминов из природных источников становится все труднее. Помочь в такой ситуации могут витаминные комплексы и биологические добавки, благоприятно влияющие на организм человека.

Витамины-антиоксиданты играют в организме следующую роль:

Токоферол или витамин Е способствует торможению перекисного окисления, не дает свободным радикалом разрушать здоровые клетки. Он встраивается в мембраны клеток и отражает их атаки изнутри. Витамин Е оказывает благоприятное

воздействие на кожу, препятствует ее старению, способствует повышению иммунных сил организма, является профилактическим средством от катаракты. Благодаря токоферолу кислород лучше усваивается клетками.

Ретинол или витамин А позволяет уменьшить вредное воздействие на организм электромагнитного и радиоактивного излучения, повышает его естественную стрессоустойчивость. Ретинол оказывает благоприятное воздействие на состояние кожных покровов, на слизистые оболочки внутренних органов, защищая их от разрушения. Благодаря регулярному поступлению в организм бета-каротина, из которого синтезируется витамин А, иммунитет человека эффективнее борется с вирусами и бактериями. Еще одна неоценимая польза витамина А для организма человека – это снижение уровня холестерина в крови, что в свою очередь, является профилактикой инсультов и инфарктов, а также иных сердечно-сосудистых болезней. Установлено, что при недостаточном содержании в организме витамина А в первую очередь страдают кожные покровы и зрение.

Витамин С. Этот витамин борется со свободными радикалами, не давая им разрушить клетки головного мозга человека, стимулируя его работу. Благодаря регулярному поступлению в организм витамина С, усиливается выработка интерферона, который обеспечивает иммунную защиту человека.

Антиоксиданты-минералы

Антиоксиданты-минералы – это макро- и микросоединения, которые позволяют не только усилить положительное влияние антиоксидантов-витаминов, но и способствуют снижению числа аллергических реакций, стимулируют работу иммунитета, выступают в качестве противораковых компонентов. Благодаря их приему можно получить сосудорасширяющий и антибактериальный эффект.

К антиоксидантам-минералам относятся:

Селен. Этот минерал является элементом фермента под названием глутатион-пероксидаза. Он оказывает благотворное влияние на печень, сердце и легкие. Селен позволяет иммунитету активнее бороться с инфекционными заболеваниями, усили-

вают защитные свойства наружной оболочки клеток. Минерал препятствует окислительно-восстановительным реакциям металлов. Если селена в организме недостаточно, то польза других антиоксидантов сводится к нулю. Более того, они начинают поддерживать разрушительные процессы, которые осуществляются за счет действия свободных радикалов.

Медь. Этот минерал является элементом фермента супероксиддисмутазы, который активно борется с вредоносными окислителями. Медь принимает непосредственное участие в клеточном обмене. Если в организме имеется недостаток этого минерала, то в первую очередь страдает работа иммунной системы, что приводит к более частым инфекционным болезням.

Марганец способствует усвоению витаминов-антиоксидантов, а также позволяет мембранам клеток противостоять атакам свободных радикалов.

Цинк. Этот антиоксидант способствует восстановлению повреждений и разрывов в структуре ДНК, позволяет лучше всасываться витамину А и способствует поддержанию его нормального уровня в организме.

Хром принимает участие в жировом и углеводном обмене, повышает работоспособность организма, ускоряет трансформацию глюкозы в гликоген.

Для оптимальной работы организма и его способности противостоять негативному воздействию свободных радикалов, ему необходим дополнительный источник антиоксидантов в виде продуктов функционального действия.

1.1.6. Пробиотики (бифидобактерии)

Пробиотики – это микроорганизмы, в отношении которых научные исследования показали, что они могут быть полезны для вашего здоровья. Чаще всего это бактерии, но это могут быть и другие организмы, такие как дрожжи. В некоторых случаях они похожи на «хорошие», населяющие организм человека бактерии или являются теми же самыми бактериями, что обитают у людей, чаще всего в кишечнике [43,48].

Большинство пробиотиков-бактерий относятся к двум родам: лактобактерии (лат. *Lactobacillus*) и бифидобактерии

(лат. *Bifidobacterium*), хотя надо знать, что существует много других видов бактерий-пробиотиков. Каждый род бактерий содержит значительное число видов, у каждого вида имеются различные штаммы. Это важно помнить, потому что разные штаммы могут быть по-разному полезными для различных органов вашего тела. Например, штамм *Shirota* вида *Lactobacillus casei* поддерживают иммунную систему и помогают продвижению пищи через кишечник, штамм вида *Lactobacillus delbrueckii* полезен для пациента, не способных переваривать содержащуюся в натуральном молоке и большинстве молочных продуктов лактозу. В общем, не все пробиотики одинаковы и не все они работают одинаково.

Пробиотики повышают эффективность иммунной системы, секретируя антитела к определенным вирусам, продуцируют предотвращающие различные инфекции вещества, предотвращают прикрепление к стенке кишечника вредных для человека бактерий и тормозят их рост, стимулируют укрепление слизистого слоя в кишечнике в качестве барьера против инфекций, тормозят секрецию и разрушают токсины, выделяемые некоторыми «плохими» для человеческого организма бактериями, продуцируют витамины В, необходимые для метаболизма пищи, предотвращения анемии, возникающей при недостатке витаминов В6 и В12, а также поддержания здоровья кожи и нервной системы.

Пробиотики чаще всего используются для улучшения функционирования пищеварительной системы. Так как существуют разные виды пробиотиков, важно найти правильный вариант для решения вопросов вашего здоровья. Исследователи все еще не определили окончательно, какой из пробиотиков должен быть использован для конкретного заболевания или состояния. Установлено, что пробиотики помогают регулировать прохождение пищи через кишечник. Они также могут помочь в лечении заболевания пищеварительной системы, что представляет большой интерес для гастроэнтерологов.

Другие потенциальные области применения пробиотиков включают: поддержание здоровья полости рта, профилактику и лечение заболеваний кожи, укрепление здоровья мочевых путей и влагалища, а также предотвращение аллергий (особенно

у детей). В этих направлениях существует не так много исследований, как в отношении пищеварительной системы и они противоречивы.

Принято считать, что большинство пробиотиков являются безопасными, хотя пока не известно, безопасны ли они для пациентов с тяжелыми нарушениями иммунной системы. Они могут потребляться людьми, у которых нет диагностированных проблем с органами пищеварения. Их безопасность очевидна, так как они имеют долгую историю использования в таких молочных продуктах, как йогурт, сыр и молоко.

В последние годы выросло число исследований, посвященных влиянию пробиотиков на детей. Хотя исследования показали, что пробиотики могут помочь в лечении инфекционной диареи у младенцев и маленьких детей, исследователи не уверены, что пробиотики очень полезны, особенно для детей с болезнью Крона или другими воспалительными заболеваниями кишечника [49, 57,96].

В целом, ученые считают, что необходимы дополнительные исследования, прежде чем они могут сделать окончательный вывод о безопасности пробиотиков в целом или об отдельных видах и штаммах.

Пробиотики выпускаются в виде йогуртов и других молочных продуктов, шоколада, мюсли, батончиков, соков, порошков и капсул.

1.1.7. Пребиотики (олигосахариды)

Пребиотиками называют те пищевые ингредиенты, которые не перевариваются ферментами человека и, соответственно, не усваиваются в верхних отделах желудочно-кишечного тракта. *Пребиотики* – это пища для полезной микрофлоры, т.е. вещества, которые стимулируют ее рост и жизнедеятельность. На жизнедеятельность микрофлоры кишечника человека в среднем расходуется до 10% поступившей энергии и 20% объема всей принятой человеком пищи [124,125].

Согласно определению, данному Г. Гибсон и М. Роберфройд, и ставшему уже классическим, к пребиотикам отно-

сятся углеводы, которые обладают одновременно двумя важными свойствами:

не перевариваются и не всасываются в верхних отделах пищеварительного тракта;

селективно ферментируются микрофлорой толстой кишки, вызывая активный рост полезных микроорганизмов.

Ключевым моментом в характеристике пребиотиков является их избирательное стимулирование полезных для человеческого организма представителями кишечной микрофлоры, к которым в первую очередь относятся бифидобактерии и лактобациллы.

Пребиотики представляют собой углеводы состоящих из двух или более молекул, соединенных между собой бета-гликозидными связями. Отсутствие в ферментной системе человека бетагликозидаз, т.е. ферментов, расщепляющих такие связи, делает пребиотики неперевариваемыми углеводами. Пребиотики, не перевариваясь и не усваиваясь в верхних разделах ЖКТ, расщепляются (гидролизуются) исключительно сахаролитической (нормальной) микрофлорой кишечника, т.е. выступают их нутрицевтиками (пищевыми субстратами).

1.1.8. Незаменимые аминокислоты (белки)

Некоторые аминокислоты человек не может синтезировать из-за отсутствия соответствующего фермента. Таких аминокислот 8 для взрослых и 10 для детей.

Незаменимыми для взрослого здорового человека являются 8 аминокислот: валин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин, триптофан, лизин и фенилаланин.

Для детей незаменимыми аминокислотами также являются аргинин и гистидин.

Валин участвует в обмене азота в организме, необходим для метаболизма в мышцах, восстанавливает поврежденные ткани, является источником энергии.

Лейцин защищает мышечные ткани, восстанавливает кости, кожу и мышцы, понижает уровень сахара в крови, стимулирует синтез гормона роста, является источником энергии.

Изолейцин необходим для синтеза гемоглобина, регулирует уровень сахара в крови, восстанавливает мышечную ткань, участвует в процессах энергообеспечения, увеличивает выносливость.

Треонин участвует в синтезе коллагена и эластина, участвует в белковом и жировом обмене, помогает работе печени (препятствует отложению жиров в печени), стимулирует иммунитет, треонин находится в сердце, центральной нервной системе и скелетной мускулатуре.

Метионин участвует в переработке жиров, предотвращая их отложение в печени и в стенках артерий, способствует пищеварению, защищает от воздействия радиации, полезен при остеопорозе и химической аллергии. Метионин применяется в комплексной терапии ревматоидного артрита и токсикоза беременности.

Триптофан используется для синтеза серотонина (одного из важнейших нейромедиаторов), улучшает сон, стабилизирует настроение, уменьшает аппетит, увеличивает выброс гормона роста, снижает вредное воздействие никотина.

Лизин входит в состав практически всех белков, необходим для формирования костей и роста детей, способствует усвоению кальция, поддерживает обмен азота, участвует в синтезе антител, гормонов и ферментов, участвует в формировании коллагена и восстановлении тканей, увеличивает мышечную силу и выносливость, способствует увеличению объема мышц (анаболик), улучшает краткосрочную память, повышает женское либидо, предотвращает развитие атеросклероза, утолщает структуру волос, предотвращает развитие остеопороза, улучшает эрекцию, предотвращает рецидивы генитального герпеса.

Фенилаланин в организме может превращаться в другую аминокислоту – тирозин, которая используется в синтезе допамина и норэпинефрина (двух основных нейромедиаторов), влияет на настроение, уменьшает боль, улучшает память и способность к обучению, подавляет аппетит.

Аргинин замедляет рост опухолей, в том числе раковых, за счет стимуляции иммунной системы организма, способствует дезинтоксикации печени, содержится в семенной жидкости, способствует повышению потенции, содержится в соединитель-

ной ткани и в коже, участвует в обмене веществ в мышечной ткани, расширяет сосуды и усиливает их кровенаполнение, снижает кровяное давление, способствует снижению уровня холестерина в крови, препятствует образованию тромбов, стимулирует синтез гормона роста и ускоряет рост у детей и подростков, увеличивает массу мышечной ткани и уменьшает массу жировой ткани, способствует нормализации состояния соединительной ткани.

Гистидин входит в состав активных центров множества ферментов, способствует росту и восстановлению тканей, важен для здоровья суставов, содержится в гемоглобине, недостаток гистидина может вызвать ослабление слуха.

Недостаток незаменимых аминокислот вызывает такие проблемы, как нарушение обмена веществ, остановку роста, потерю массы тела, снижение иммунитета.

Для синтеза белков нам необходимы все аминокислоты, поэтому если какой-то одной недостаточно, другие тоже не будут использованы. Чаще всего, этим недостающим кирпичиком является метионин, поскольку в растительных продуктах его мало. Высокий уровень содержания метионина можно найти в семенах сосны сибирской, кунжута, бразильских орехах и злаках.

Глава 2. СЕМЕНА СОСНЫ СИБИРСКОЙ КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ

2.1. Ресурсы кедровых сосен

На территории Российской Федерации произрастает три вида кедровых сосен: сосна сибирская (*Pinus Sibirica Du Tour*), кедр корейский, или маньчжурский кедр, (*Pinus koraiensis Sieb. Et Zucc.*), кедровый стланик Глаука (*Pinus pumila Glauca*). Кедр широко распространен в Западной Сибири от 48 до 66° с. ш., в Восточной Сибири и на Урале. На запад от Урала распространяется лишь до Тиманского кряжа. В Центральном Алтае верхняя граница распространения кедра лежит на высоте 1900-2000 м над уровнем моря, а в южных районах она поднимается до 2400 м. Сибирский кедр растет также на территории Монголии и Северного Китая, встречается и в горах Сихотэ-Алинь (наряду с корейским кедром) [3].



Рисунок 1 – Ареалы основных видов кедровой сосны

Как видно по карте (рис. 1), ареал распространения сосны сибирской начинается от Северного Урала и простирается через всю Сибирь до Дальнего Востока. В европейской части страны сосны сибирской нет.

Сибирский кедр или сосна сибирская кедровая (*Pinus Sibirica Du Tour*) безусловно является царем всех деревьев таежной зоны. Это могучее и величественное дерево. Сибирский кедр достигает высоты до 45 м и живет порой до 800 лет, а то и больше. Диаметр ствола бывает до 2 м. По своему виду кедр представляет собой нечто среднее между елью и сосной. Наиболее значительные площади кедровых лесов сосредоточены в Красноярском крае, Туве, Иркутской области, Горном Алтае, Забайкальском крае и в Бурятии. Свое название сибирский кедр получил за красоту пушистой кроны, бальзамический запах древесины и вкусные маслянистые орешки от русских казаков – первопроходцев сибирских земель, так как сибирский великан напоминал им священный ливанский кедр, о котором они слышали от византийцев.

Кедр плодоносит один раз в два года, но хорошие урожаи бывают раз в 4-5 лет, а отличные – раз в 10-15 лет. В кедровниках северных районов шишки созревают значительно позднее. Таежные кедровники Урала начинают давать крупный промысловый урожай не раньше чем через сто лет со дня посадки. В зрелом возрасте шишки светло-бурые, цилиндрические, яйцевидные или удлинненно-яйцевидные, длиной 5-13, шириной 4-8 см (рис. 2). Семена, или, как их называют в народе, кедровые орешки, туповершинной формы, темно-коричневого цвета с твердой кожурой. Длина орешков 7-14, ширина 6-9 мм (рис. 3).

Известно несколько разновидностей сибирского кедра: типично сибирский, горный, или круглошишечный, торфяной, гольцовый, стелющийся и низкорослый. Они отличаются приуроченностью к различным условиям среды, размерами, энергией плодоношения, формой и окраской шишек и рядом других морфологических и экологических признаков.



Рисунок 2 – Шишка кедр



Рисунок 3 – Орехи кедровые

В пределах средней и южной тайги возмужание кедр в естественных сомкнутых насаждениях наступает в 70-80 лет, а на опушках в 30-40 лет. Начало плодоношения зависит от количества света, которое получило дерево в молодом возрасте. Чем меньше угнетающее влияние верхнего полога, тем раньше у кедр появляются шишки. При длительном угнетении молодого поколения начало плодоношения задерживается до 140-160 лет. Интенсивность семенной продуктивности определяется происхождением древостоя, его составом и условиями произрастания. В высокопродуктивных насаждениях максимум в семеношении наступает в 170-240 лет, высокие урожаи сохраняются до 300 лет и более.

Средний многолетний урожай орехов очень изменчив. В кедровых древостоях южной тайги, имеющих возраст 160-260 лет, с полнотой 0,6-0,8 и при участии в составе более 70% кедр, где в напочвенном покрове доминируют сныть, борец, какалия, кисличка, папоротники и осоки, он определяется в 220-250 кг на 1 га. В кедровниках того же состава, возраста и полноты с покровом из зеленых мхов и ягодников – 150-170 кг на 1 га. В заболоченных лесах не превышает 50-70, а на сфагновых болотах не – более 10-20 кг на 1 га. Высокопродуктивные разнотравные и мшисто-ягодниковые кедровые леса, произрастающие на юге лесной зоны возле оз. Мензелинское и на берегу р. Кинда в Базойском урочище, способны дать 600-650 кг ореха с каждого га.

Кедр корейский, или маньчжурский кедр, (*Pinus koraiensis* Sieb. Et Zucc.) распространен на российском Дальнем Востоке (юг Хабаровского края и Приморский край), а также в северо-восточном Китае, в Корее и отчасти в Японии (горы на о. Хонсю).

Это стройное величественное дерево более 40 м высотой, с ширококонусовидной, низкоопущенной, часто многовершинной, густой кроной. Кора на стволах толстая, темно-серая, гладкая. Ветви мощные, распростертые, с приподнимающимися концами. Молодые побеги бурые, с легким опушением. По общему облику похож на кедр сибирский, но имеет более ажурную крону, так как продолжительность жизни его хвои 2-3 года, в то время, как у кедра сибирского – 5-6 лет. Хвоя крупная, до 20 см длиной, по 5 в пучке, довольно редкая, жесткая, относительно широкая, с тупым концом, мелкозубреная по краю, что и отличает ее от хвои кедра сибирского. У всех кедровых сосен хвоя трехгранная, причем, одна грань зеленая, а две другие – с сизыми (белыми, голубыми) элементами. Это ряды устьиц – отверстий, через которые осуществляется обмен газами (кислород, углекислый газ, водяной пар) между хвоей и атмосферой. У корейского кедра эта двухцветность хвои выражена наиболее ярко, что придает ему особую декоративность.

Шишки кедра корейского вдвое крупнее, чем у кедра сибирского – до 18 см длиной, яйцевидно-удлиненной формы с эффектно отогнутыми концами семенных чешуй. По цвету они совершенно не похожи на шишки сибирского кедра: во время цветения – бежевые (а не малиновые), в период созревания – зеленые (а не фиолетовые). Созревают на второй год после опыления, причем, не в августе, как у кедра сибирского, а лишь в конце октября. Как и у всех кедровых сосен, шишки не раскрываются, а опадают вместе с семенами. В урожайные годы на одном дереве бывает до 500 шишек, а в одной шишке – до 140 орехов. Масса одного орешка – 500-600 мг, т.е. примерно в 2 раза больше, чем у кедра сибирского. Орешки имеют толстую, деревянистую кожуру.

При произрастании в лесу кедры вступают в пору семенования в возрасте 60-120 лет и плодоносят до глубокой старости, а деревья, выращенные в культурах, при хорошей освещен-

ности начинают цвести в 20-25-летнем возрасте. В урожайный год на крупных деревьях бывает до 500, а иногда – до 800-1000 шишек, чаще же их насчитывается 25-30 шт. Обильные урожаи наблюдаются через 3-4 года. Большая часть созревших шишек опадает с наступлением осенних заморозков в ветреные дни, часть же их остается висеть на деревьях и опадает в течение всей зимы, а не полностью созревшие остаются на деревьях и на следующее лето.

Кедр корейский в природе встречается лишь в зоне смешанных (хвойно-широколиственных) лесов, т.е. растет вместе с дубом, липой, ясенем, кленом и другими относительно теплолюбивыми деревьями. Поэтому считается, что он не перспективен для выращивания в Сибири [6, 7].

Кедр корейский, как и кедр сибирский, формирует высокопроизводительные древостои в нижнем поясе гор. В целом в лесах из кедра сибирского и корейского сосредоточено 11,4% общего запаса древесины хвойных пород России, в то время как их площадь составляет лишь 7-8%. Высокий средний запас обусловлен высокой продуктивностью большинства кедровых древостоев, а также абсолютным преобладанием спелых насаждений.

Кедровый стланик Глаука (*Pinus pumila Glauca*) образует непроходимые низкорослые леса на северо-востоке Сибири и Дальнем Востоке. Ареал кедрового стланика велик. Северная граница заходит за Полярный круг, местами достигая 71° с. ш., и выходит к Анадырскому заливу. Растет на территории Чукотского автономного округа, Якутии, Магаданской, Сахалинской, Амурской областях, Камчатском и Хабаровском краях, в незначительных количествах – в Приморском крае. На Дальнем Востоке России он не растет лишь на Командорских островах и на острове Алаид (Курилы). На юге Хабаровского края и в Приморье стланик встречается в основном только на высокогорной части хребта Сихотэ-Алинь, протянувшись по нему прерывистой полосой от Советско-Гаванского и Комсомольского районов до его южной оконечности (до Партизанского горного узла).

Кедровый стланик, сосна малорослая, или карликовая, (*Pinus pumila*) – хвойный вечнозеленый стелющийся кустарник

(высотой 40-50 см, длина ствола 1,5-2,5 м), реже деревце (высота до 5 м с раскидистой кроной) рода сосна – древесное растение рода Сосна (*Pinus*) семейства Сосновые (*Pinaceae*) с широко раскинутыми ветвями. Образует различные по виду кроны – чашеобразные, стелющиеся над землей или древовидные. Древовидные кроны встречаются у стланика в укрытых от ветра долинах, где деревья достигают 4-5 (изредка 7) м высоты при толщине ствола 15-18 см у шейки корня. Кедровый стланик на большей части ареала формирует чистые заросли. Растет медленно, доживая до 200-250 лет.

Из-за разнообразия форм крон кедровый стланик определяют как кустарник, кустовидное дерево или «полукуст-полудерево», а его заросли называют стелющимися лесами, стланцевыми кедрочками и стелющимися кедровниками. Почки цилиндрические, остроконечные, сильно смолистые. Хвоя длиной 4-8 см в пучках по 5 хвоинок, сизовато-зеленая, жесткая, трехгранная, по краю с мелкими зазубринками; держится на ветвях 2-3 (иногда 3-4) года. Молодые мегастробилы (женские шишечки) фиолетово-пурпурные, зрелые – светло-бурые, блестящие, длина 4-5 см, ширина 2-3 см, содержат 35-40 съедобных семян (орешков). Семена длиной 5-6 мм, ширина 2-3 мм, коричневые, без крылышка. Семеношение начинается не ранее 25-35 лет, в зависимости от экологических условий. Плодоносит почти ежегодно, но слабо, более высокие урожаи – обычно раз в 2-3 года.

Эта порода значительно меньше изучена, чем остальные кедровые сосны. По мере освоения северо-восточных районов Сибири необходимость в искусственном восстановлении стланиковых насаждений возрастает. Примером являются районы БАМа, где потесненные техникой и пожарами заросли кедрового стланика открыли путь для эрозии горных склонов, местами угрожающей целостности магистрали. На естественное восстановление почвозащитных зарослей стланика уйдет не один десяток лет.

Сосна кедровая европейская (*Pinus cembra*) в природе встречается в Карпатах, также растет в горных районах Средней и Западной Европы. Как плейстоценовый реликт и редкий вид, занесена в Красную книгу. Живет до 600-900 лет. Дерево высо-

той 10-25 м и диаметром ствола до 1 м с широкой и часто многовершинной кроной, кора гладкая, с возрастом в нижней части растрескивающаяся. Однолетние побеги покрыты густым красновато-бурым опушением. Хвоя по 5 шт. в пучках, темно-зеленая, прямая, длинная (12-15 см) и тонкая. Шишки длиной 5-8 см, прямостоячие, яйцевидные, созревают на второй год и нераскрывшимися опадают. Семена длиной до 12мм, известны под названием «кедровые орешки», съедобны. Семеношение на открытых местах начинается с 25-35 лет, в лесных насаждениях с 50-60 лет. Растет в первые годы жизни медленно, особенно под пологом леса. Требовательна к влажности воздуха и почвы. Предпочитает умеренно влажные и свежие, главным образом глинистые почвы.

Общее свойство всех кедровых сосен их – повышенное влаголюбие. При значительном увлажнении древовидные кедровые сосны образуют смешанные с пихтой или елью насаждения, а в условиях избыточной влагообеспеченности они уступают в конкуренции пихте. В регионах с неустойчивым режимом влаги кедр сибирский растет в смеси с сосной обыкновенной на более легких по механическому составу почвах или даже под ее пологом, а также с лиственницей сибирской (на особо холодных почвах), а кедр корейский – в составе широколиственных лесов. С увеличением сухости воздуха и континентальности климата кедр сибирский уступает свои позиции лиственнице и ели, а кедр корейский – ели саянской и лиственнице. Для кедровых сосен характерна высокая теневыносливость в первые десятилетия жизни. Они могут сохранять жизнеспособность под пологом сомкнутых темнохвойных насаждений вплоть до 30-50 лет, а под пологом разреженных древостоев до 70-120 лет при минимальной величине прироста в высоту и толщину. Нормальный рост и развитие кедра наблюдаются только в условиях полной освещенности кроны.

Кедровые насаждения благодаря выделению фитонцидов оздоравливают воздух, уничтожают болезнетворные микроорганизмы, придают воздуху целебные свойства. Было выявлено, что максимальное губительное действие выделения хвои кедровой сосны оказывают на золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*). Средние значения бактерицидной ак-

тивности были зафиксированы для бактерий *Бациллюс микоидес* (*Bacillus mycoides*), стафилококк белый (*Staphylococcus albus*), микрококк белый (*Micrococcus albus*) [39] и бактерии кишечной палочки (*Bacterium coli*) [40].

Фитонцидные свойства кедровников несоизмеримы ни с одной другой хвойной породой, произрастающей в России. Кедровые сосны обогащают воздух отрицательными ионами кислорода, эфирными маслами, очищают воздух от болезнетворных микроорганизмов. Благодаря более высокому содержанию эфирных масел в хвое кедр сибирского (2,18-2,2%), чем в хвое сосны обыкновенной (0,5-1,2%). Воздух в кедровых насаждениях чист и целебен. В коре кедр сибирского содержится до 0,9% эфирных масел. По данным С.В Федотова [www.real-aroma.ru] за сутки гектар кедрового леса может выделить в атмосферу от 6 до 11,6 кг летучих веществ, оказывающих сильное бактерицидное действие.

Характеристика развития кедровых сосен приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика роста и развития кедровых сосен

Признаки	Кедр сибирский	Кедр европейский	Кедр корейский	Кедровый стланик
Высота, м	37-42	24-30	37-40	6-8 (12)
Диаметр, см	130-200	70-170	150-213	12-14
Долговечность, лет	500-850	300-1000	400-600	240-1000
Длина хвои, см	6-15	4-13	5-20	2-9 (12)
Ширина хвои, мм	1-2	0,8-1,3	1-2	0,5-0,8
Долговечность хвои, лет	3-7 (11)	3-5 (7)	2-4	3-9
Начало плодоношения:				
- на свободе, лет	15-25	35-120	25-30	50-80
- в насаждении, лет	18-30	30-150	25-45	50-100
Сроки цветения:				
Южная тайга	5-25/VI	3-25/VII	15-30/VI	1-31/VII
Северная тайга	9-30/VI	20/VI-5/VII	15-30/VII	1-30/VII
Опадение шишек:				
Южная тайга	VIII-X V)	X-V	IX-X (V)	X-V
Северная тайга	IX-XI (V)	–	VIII-XI(V)	IX-V
Длина шишек, см	3-13	3-9	16-24	3-7
Ширина шишек, см	3-8	4,5-6	4-10	1,7-4

Продолжение таблицы 1

Число семян в шишке, шт.	75-180	50-164	112-157(243)	25-90
Масса 1000 семян, г	130-400	141-370	250-832	60-180
Длина семян, мм	8-16	8-12	6-18,5	5-9
Ширина семян, мм	7,5-12	7-9	4-13	4-7
Толщина скорлупы, мм	0,4-0,8	–	1,0	0,35
Содержание ядра, %	39-53	–	31-42	46-48

2.2. Химический состав семян сосны сибирской

Семена сосны сибирской (кедровые орехи) имеют высокий химический потенциал и могут рассматриваться в качестве сырьевого источника для производства широкого ассортимента продуктов различного функционального назначения.

Интерес исследователей к изучению химического состава кедрового ореха и продуктов его переработки возник в начале XX в. в связи с организацией промышленного получения кедрового масла. Первые описания кедрового масла сделаны в 1898 г. Д. Крыловым [34]. Первые данные по химическому составу кедрового ореха приведены в 1909 г. С.Н. Кочергиным [2].

Основные работы по изучению химического состава кедрового ореха выполнены российскими учеными. Зарубежных исследований в этой области не найдено. Основная масса работ выполнена с 1930-х по 1960-е гг. (в период существования промышленной переработки кедрового ореха) и связана с изучением химического состава ядра кедрового ореха, кедрового масла, кедровых жмыха и шрота. С 1980-х гг. наблюдались лишь единичные публикации по исследованию химического состава кедрового ореха и продуктов его переработки. Начиная с 2000-х гг. интерес к изучению состава и переработке кедрового ореха возрастает, что отражается в публикациях [60, 97, 128, 129, 130].

Состав цельного кедрового ореха

Орех кедровый состоит из ядра, плотно прилегающей к нему пленки и твердой оболочки – скорлупы (табл. 2).

Таблица 2 – Состав кедрового ореха

Составная часть ореха	Влажность, %	Содержание, % от сухого вещества (среднестатистическое)
Целый орех	6,05*	100,0
Ядро	3,07*	41,0-48,6
Пленка	9,80**	1,5-2,0
Скорлупа	7,25*	51,5-58,9

Примечания:

**Данные Л.М. Иольсона [1]

* Данные В.А. Руша [8]

Химический состав целого кедрового ореха представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав кедрового ореха

Анализируемый материал	Химический состав, % от абсолютно сухого вещества						
	Жир	Белки	Клетчатка	Пентозаны	Крахмал	Зола	Прочие вещества
Целый орех*	27,90	8,40	39,00	13,40	5,50	1,50	4,30

Примечание.

* Данные С.Н. Кочергина. [2]

Из данных таблиц 2, 3 видно, что основную массу кедрового ореха составляют скорлупа и ядро. Следовательно, для повышения рентабельности переработки кедрового ореха необходимо использовать в производстве не только ядро, но и скорлупу.

Состав ядра кедрового ореха

Химический состав ядра кедрового ореха представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Химический состав ядра кедрового ореха

Анализируемый материал	Химический состав, % от абсолютно сухого вещества						
	Жир	Белки	Клетчатка	Пентозаны	Крахмал	Зола	Прочие вещества
Ядро*	59,90	16,56	2,19	2,10	12,39	2,31	4,55

Примечание.

* Данные С.Н. Кочергина [2]

Основную часть ядра (около 60%) составляет жир. Содержание жира в ядре колеблется от 50 до 65% и зависит от их спелости (~ 50% в конце июля и 63,4% в конце августа) и места произрастания. С продвижением на восток и северо-восток процент жира возрастает (3,9, 10, 48, 49, 50). Ядро содержит значительное количество белков – 16,56%, крахмала – 12,39 и минеральных веществ – 2,31%. С учетом этого ядро ореха представляет интерес как источник растительного масла, белковых продуктов и минерально-углеводного комплекса.

Состав скорлупы и пленки кедрового ореха

Основную часть скорлупы кедрового ореха (91,73%) составляют углеводы, главным образом клетчатка (69,06%). Наличие минеральных веществ (0,92%) и большое содержание углеводов характеризуют скорлупу кедрового ореха как источник углеводно-минерального комплекса и различных органических веществ. Химический состав скорлупы кедрового ореха приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Химический состав скорлупы кедрового ореха

Анализируемый материал	Химический состав, % от абсолютно сухого					
	Жир	Белки	Клетчатка	Пентозаны	Зола	Прочие вещества
Скорлупа*	1,90	1,81	69,06	22,67	0,92	3,64

Примечание.

* Данные С.Н. Кочергина [2]

По существующим литературным данным, исследование состава скорлупы кедрового ореха проводили по двум схемам анализа, в зависимости от предполагаемого направления использования.

Первая схема анализа включает методы анализа, применяемые для характеристики сырья пищевой и кормовой промышленности, предусматривающие определение содержания воды, жиров, белков, углеводов, витаминов и минеральных веществ [1, 8]. Данные исследований скорлупы кедрового ореха по такой схеме представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Химический состав скорлупы кедрового ореха (определенный по схеме 1)

Влажность %	Жир, % от а.с. в-ва	Белки, % от а.с.в-ва	Углеводы, % от а.с.в-ва		Зола, % от а.с. в-ва	Прочие в-ва, % от а.с. в-ва	Витамин С, мг %
			клетчатка	пентозаны			
7,25	1,16-1,90	1,81	69,06	22,67	0,59-0,92	3,64	27,0

В составе скорлупы кедрового ореха определены дубильные и красящие вещества [1]. Необходимо отметить, что состав макро- и микроэлементов скорлупы и ядра кедрового ореха отличается по количеству содержащихся элементов. В скорлупе не обнаружены йод, бор, кобальт, стронций – непременные элементы ядра. В то же время скорлупа содержит олово, титан, ванадий и барий.

Данные по второй схеме анализа, применяемой для характеристики сырья целлюлозно-бумажной промышленности [16] представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Химический состав скорлупы кедрового ореха (определенный по схеме 2)

% от а. с. в-ва					
Целлюлоза	Лигнин	Гемичеселлюлоза	Водорастворимые в-ва	Жиры и смолы	Зола
38,6	23,8	7,7	3,6	3,4	0,2

На основании анализа табличных данных – высокое содержание углеводов (клетчатка, целлюлоза), наличие макро- и микроэлементов – можно предположить, что скорлупа кедрового ореха представляет интерес как источник получения углеводно-минерального комплекса и целлюлозосодержащих продуктов. Несмотря на то, что в литературе упоминается о содержании в составе скорлупы кедрового ореха дубильных и красящих веществ [1], не удалось найти конкретных данных о составе фенольных соединений. Поэтому для определения рациональных путей переработки кедровой скорлупы необходимо провести дополнительные исследования по составу фенольных соединений, а также по содержанию селена в скорлупе кедрового ореха.

Химический состав пленки изучен не полностью. Суммарное содержание определенных веществ [1] составляет только 36,6%. Остальная масса 63,4% пленки не охарактеризована. Из имеющихся данных следует, что пленка содержит очень большое количество минеральных веществ и представляет интерес как белково-минеральный комплекс. Химический состав пленки кедрового ореха представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Химический состав пленки кедрового ореха

Анализируемый материал	Химический состав, % от абсолютно сухого вещества				
	Жир	Белки	Клетчатка	Зола	Прочие вещества
Пленка*	4,10	15,50	12,20	4,80	

Примечание.

*Данные Л.М. Иольсона [1].

2.2.1. Липидный состав ядра кедровых орехов

Авторами работы [Лис Е.В., Рубчевская Л.П. Химический состав ядер семян сосны сибирской // Вестник Крас ГАУ. – 2010. – № 6. – С. 167-169] исследован химический состав ядер семян сосны сибирской в ходе онтогенеза ядер семян. Исследования проводили в течение трех месяцев, начиная с июля, до

полного созревания (сентябрь). Ядра семян и скорлупа исследовались отдельно. Результаты исследования представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Химический состав ядер семян сосны сибирской в ходе онтогенеза, % а. с. м.

Наименование	Июль	Август	Сентябрь
Полисахариды	30,25	22,30	20,10
Крахмал	19,20	17,30	14,73
Липиды	42,70	52,50	56,60
Белковые вещества	23,55	22,05	20,70
Минеральные компоненты	3,50	3,15	2,57

Согласно существующей схеме синтеза жиров в масличных семенах, под действием фермента альдолазы углеводы превращаются в глицерин. Из глицерина и жирных кислот в присутствии липазы образуются липиды. На ранних стадиях созревания семян только незначительная доля поступающих веществ идет на образование липидов, а основная масса превращается в промежуточный продукт – крахмал. Далее в процессе созревания семян крахмал превращается в липиды [4, 5]. В ядрах семян, собранных в июле, содержание полисахаридов составляет 30,25 %, а липидов – 42,70 %. К моменту полного созревания семян содержание полисахаридов снижается до 20,10 %, а липидов, напротив, увеличивается до 56,60 %. Уменьшение содержания полисахаридов и, в частности крахмала, объясняется тем, что крахмал расходуется на биосинтез липидов. Содержание белковых веществ в ходе онтогенеза изменяется незначительно.

Установлено, что в ходе созревания семян количество липидов неуклонно растет. Однако в отличие от семян многих масличных культур, в семенах сосны сибирской наблюдается большое содержание липидов в первый месяц после оплодотворения, в июне происходит перераспределение группового состава липидов и наблюдается накопление нейтральных липидов.

Жирнокислотный состав липидов ядра кедрового ореха и, соответственно, получаемого из ядра кедрового масла, харак-

теризуется высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот и, особенно, полиненасыщенных жирных кислот – линолевой и линоленовой 40-58 и 13-24% соответственно (табл. 10) [4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 24, 44, 47, 51]. Особенно высокое содержание линолевой – 58% и линоленовой кислоты – 24% определено в кедровом масле, выделенном экстракцией диэтиловым эфиром [12]. Отличительной особенностью кедрового масла является высокое содержание у-линоленовой кислоты (до 20%), представляющей собой структурный материал для построения клеточных мембран [10].

Таблица 10 – Жирнокислотный состав кедрового масла (% к сумме кислот)

Жирные кислоты	Литературный источник		
	[4]	[17]	[12]
Насыщенные	7,60	8,10	7-10
Ненасыщенные, в т.ч.			
C18	27,80	38,99	28,0
C,8	42,40	40,17	58,0
C,8	18,70	13,74	24,0
Czo	1,3		
€20	1,1		
C22	0,2		

ФОСФОЛИПИДЫ ЯДРА И МАСЛА КЕДРОВОГО ОРЕХА

В ядре кедрового ореха содержится большое количество фосфолипидов – 6,9%, что превышает их содержание во всех ореховых и масличных культурах [6, 7]. При этом отмечается отличительная особенность их фракционного состава – содержание наряду с широко распространенными фосфатидилхолином, фосфатидилэтаноламином, фосфатидилглицерином, фосфатидилинозитом и фосфатидной кислотой неспецифических для растительных объектов цереброзидов (моно- и двузамещенных), сульфолипидов и гликолипидов.

В кедровом масле, полученном в промышленных условиях, содержание фосфолипидов в среднем составляет 1,3% и зависит от способов и режимов его получения [12, 17, 50].

НЕОМЫЛЯЕМЫЕ ВЕЩЕСТВА ЯДРА И МАСЛА КЕДРОВОГО ОРЕХА

Знание количественного и качественного состава неомыляемых веществ, к которым относятся тритерпеновые углеводороды, фитостеролы, жирорастворимые витамины А и Е, в ядре кедрового ореха имеет большое значение, так как позволяет судить не только о его биологической ценности, но и возможности получения на его основе функциональных технологических, пищевых и биологически активных добавок.

Данные по содержанию неомыляемых веществ в ядре кедрового ореха отсутствуют.

Результаты, приводимые разными исследователями, по содержанию неомыляемых веществ в масле (0,4-2,6%) [1, 9], и в том числе токоферолов в масле (54,8-121 мг%) [4, 8], имеют большой разброс. Возможно, это связано с исходным содержанием этих компонентов в ядре ореха. Другой причиной, очевидно, являются условия выделения масла из ядра: прессовым или экстракционным способом, температурный режим.

Имеются данные о содержании стеролов, сквалена и каротиноидов в прессовом масле – 0,12, 0,05%, 121 мг% и 0,8% соответственно [4].

В работе [24] определено содержание витаминов Е и Д в экстракционном кедровом масле – 45 и 15,1 мг% соответственно.

В работах [8, 11, 12] сообщается о наличии в ядре ореха кедра сибирского витаминов Е, группы В, С. Содержание витамина Е составляет 9,2-32,8 мг %, В₁ – 0,128-1,1 мг %, В₃ – 0,84-1,21 мг%. В ядре орехов молочной спелости содержится до 64,0 мг% витамина С .

2.2.2. Белки ядра кедрового ореха

Известно, что кедровый орех является не только масличным сырьем, но и источником белковых продуктов, что под-

тверждается химическим составом жмыха и шрота [66, 67]. По данным исследований, ядро кедрового орешка весит примерно 43% от его общей массы. В ядре содержится до 64% жира и 19% азотистых веществ. Углеводы составляют 15%. Питательные и целебные свойства орешков во многом объясняются качественным составом жиров, белков, и других веществ. Жир кедровых орешков отличается от других жиров высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот, особенно линолевой. Из азотистых веществ преобладают белки – они составляют почти 90%. Белки кедровых орешков характеризуются повышенным содержанием аминокислот, и среди них преобладает аргинин – до 20%. Эта аминокислота чрезвычайно важна для развития растущего организма, поэтому в рационе детей, подростков, беременных женщин кедровые орешки обязательны. Белки орешков легкоусвояемые.

Белки ядра кедрового ореха представлены альбуминами (39%), глобулинами (35%), глютаминами (20%) и проламинами (7%). Усвояемость белков кедрового ореха составляет 95%, что сопоставимо с усвояемостью белков куриного яйца [8].

По последним данным белок ядра кедрового ореха содержит 19 аминокислот [12], но данных о количественном содержании не приводится.

В таблице 11 приведен аминокислотный состав белков ядра кедрового ореха по данным В.А. Руш [8]. Он отмечает повышенное содержание, против белков других продуктов, лизина, метионина и триптофана, а также отсутствие фенилаланина и трионина. В его работе отсутствуют данные о содержании аспарагиновой и глутаминовой кислоты. Преобладающей аминокислотой является аргинин.

Белки ядра кедрового ореха превосходят идеальный белок по содержанию гистидина, метионина, цистина и триптофана [13].

Белок ядра кедрового ореха имеет высокое соотношение аминокислот аргинин : лизин, что позволяет предположить наличие у него антихолестеринемических свойств и использование в качестве лечебного и профилактического средства при сердечно-сосудистых заболеваниях [52].

Таблица 11 – Аминокислотный состав белков ядра кедрового ореха [8]

Наименование аминокислот	% к общему азоту белка
Аргинин	18,7-21,0
Валин	5,8-7,1
Гистидин	6,9-9,1
Гликокол	12,7-13,7
Изолейцин	8,9-10,2*
Лизин	8,7-12,4
Метионин	3,7-5,6
Пролин	0,6-1,3
Серии	9,1-13,1
Тирозин	2,7-3,7
Триптофан	2,5-3,4
Цистин	3,6-5,1

Примечание.

*Содержание изолейцина дано вместе с содержанием лейцина.

2.2.3. Углеводы ядра кедрового ореха

Углеводный состав ядра кедрового ореха представлен полисахаридами (крахмал, клетчатка, пентозаны, декстрины) и водорастворимыми сахарами (глюкоза, фруктоза, сахароза и рафиноза). Имеющиеся в литературе данные по содержанию основного полисахарида крахмала 1-17% [1, 11, 12, 14] и водорастворимых сахаров противоречивы (табл. 12).

Таблица 12 – Состав углеводов ядра кедрового ореха

Литературный источник	Состав углеводов, % от абсолютно сухого вещества							
	клетчатка	крахмал	декстрин	пентозаны	сахароза	рафиноза	глюкоза	фруктоза
1	2,20	1,00-			До 4			
2	2,19	12,39		2,10				
8					0,44		2,83	0,25
11	2,20	4,50	2,30	1,80	5,10	3,40	0,10	0,20
14	0,54	17,01			3,01		0,67	

В исследованиях С.Н. Кочергина [90-93] отсутствуют данные о водорастворимых сахарах. По данным В.А. Руш отмечается высокое содержание глюкозы (2,83%) и незначительное количество фруктозы и сахарозы – 0,25 и 0,44% соответственно. В то же время имеются данные о высоком содержании сахарозы 2,1-12,4% в ядре кедровых орехов [1, 11, 12].

2.2.4. Минеральные вещества ядра кедрового ореха

Ядро ореха кедра сибирского содержит большое количество минеральных веществ – 2,57% [8, 15], которые представлены определенным набором макро- и микроэлементов. Данные таблицы 13 свидетельствуют о высоком содержании фосфора и магния. В 100 г кедровых орехов содержится суточная потребность человека в магнии, марганце, меди, цинке и кобальте [8].

Особый интерес кедровый орех представляет как природный источник йода. Суточная потребность в йоде – 0,1-0,2 мг, а в ядре его содержится в среднем 0,577 мг/кг.

Имеющиеся данные по содержанию макро- и микроэлементов характеризуют ядро кедрового ореха как уникальный природный источник минеральных веществ, играющих важную роль во многих биохимических процессах организма человека.

Таблица 13 – Содержание макро- и микроэлементов в орехах кедра сибирского

Наименование элемента	Ядро	Скорлупа
1	2	3
Фосфор мг/%	481,8000	90,7000
Магний	529,7000	88,4000
Калий	489,3000	143,4000
Натрий	107,1000	80,8000
Кальций	48,4000	9,6120
Железо	2,3080	0,3160
Марганец мг/кг	5,4260	0,4120
Медь	1,4790	0,0510
Цинк	12,1320	0,0310
Молибден	0,1730	–

Продолжение таблицы 13

1	2	3
Кремний	2,3230	0,7860
Алюминий	5,2780	8,1250
Йод	0,4590	–
Бор	0,0002	–
Никель	0,0470	0,0051
Кобальт	0,0470	–
Свинец	0,0290	0,0082
Стронций	0,0004	–
Серебро	0,0290	0,0082

2.3. Состав и свойства эфирных масел

По данным В.С. Федоровой и А. Скаржицкого, из молодых побегов сибирского кедра добывают эфирное масло, очень ценное в народной медицине. Хвоя, кора и скорлупа семян сибирского кедра являются ценным общеукрепляющим средством, так как содержат в своем составе наряду с витаминами, макро- и микроэлементами эфирные масла, которые успешно применяются в медицине, парфюмерии. Эфирные масла признаются важнейшими антимикробными веществами. Последние особенно активны в летние месяцы (в июле и августе), вследствие чего в это время значительно увеличивается фитонцидная активность этого растения.

В связи с этим были получены эфирные масла из хвои, коры и скорлупы семян кедровых сосен Бурятии методом перегонки с водяным паром (гидродистилляцией). Для сравнения были выделены эфирные масла из хвои и коры сосны обыкновенной, произрастающей в Бурятии. Сбор хвои и коры производился в июле-августе, а семян сосны сибирской – в конце сентября.

Для обеспечения максимального выхода эфирного масла сырье (скорлупу, хвою, кору) измельчали до размера частиц 1-1,5 мм.

Установлено, что эфирное масло полностью выделяется из хвои и коры при продолжительности перегонки с водяным паром 3-4 ч. Однако для максимального выделения эфирного

масла из скорлупы семян кедра продолжительность возгонки увеличили до 6 ч.

Эфирные масла, полученные из хвои сосны сибирской (кедра) и сосны обыкновенной, представляют собой легкоподвижную жидкость прозрачного цвета с резким запахом. Эфирные масла, полученные из коры кедра сибирского и сосны обыкновенной, легко подвижные жидкости светло-желтого цвета с резким запахом. Эфирное масло, полученное из скорлупы семян сосны сибирской представляет собой легкоподвижную жидкость светло-желтого цвета с резким запахом.

Содержание эфирного масла определяли объемным методом (метод 2а ГФХИ).

Полученные эфирные масла исследовали методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе Hewlett-Packard 5890/II с квадрупольным масс-спектрометром (HP MSD 5971) в качестве детектора.

Выход эфирных масел из частей кедра и сосны обыкновенной и их физико-химические показатели представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Содержание эфирных масел в хвойных породах в % от абсолютно сухого сырья и их физико-химические показатели [В.Г. Ширеторова]

Показатели	Кедровая сосна сибирская			Сосна обыкновенная	
	древесная зелень	кора	скорлупа	древесная зелень	кора
Выход эфирного масла, % от а.с.с.	2,14	0,9	0,19	0,8	0,2
Показатель преломления	1,4798	1,482	1,466	1,4790	1,473
Плотность, г/см ³	0,8836	0,8612	0,8990	0,8851	0,8576
Кислотное число, мг КОН	2,18	–	–	7,48	–
Эфирное число, мг КОН	18,9	–	–	6,81	–

При расшифровке хроматомаспектрометрии был установлен состав летучих компонентов скорлупы кедрового ореха, коры, хвои кедра (табл. 15-17).

Компонентный состав эфирного масла хвои кедровой сосны сибирской представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Компонентный состав эфирного масла хвои кедровой сосны сибирской, % от суммы

Основные компоненты	Содержание		Основные компоненты	Содержание	
	100°С	120°С		100°С	120°С
Всего моно-терпеноидов	83,2	86,8	Всего кислород-содержащих соединений	2,6	3,7
α-пинен	41,2	46,8	Борнеол	0,1	0,1
Камфен	1,0	0,7	Изоборнеол	0,3	0,3
β-пинен	3,7	4,2	Борнилацетат	0,3	0,5
Δ ³ - Карен	0,6	0,9	Терпинацетат	0,3	0,4
Лимонен	14,1	12,9	Другие	1,6	2,4
β-фелландрен	18,5	17,4	Всего сесквитерпеноидов	14,2	9,5
Терпинолен	0,8	0,9	Кариофиллен	1,0	1,0
Другие	1,2		β-гумулен	1,3	0,5
			γ-муролен	8,3	4,1
			β-бизаболен	2,5	3,1
			Другие	1,1	0,8

Доминирующими компонентами состава эфирного масла хвои кедровой сосны сибирской являются α-пинен (41,2-46%) β-фелландрен (17,4-18,5%), лимонен (14,1-12,0), β-пинен (4,2-3,7%).

Состав эфирного масла коры кедровой сосны сибирской и скорлупы семян сосны сибирской приведены в таблицах 16, 17.

Таблица 16 – Состав эфирного масла коры кедровой сосны сибирской

№	Названия компонентов	% от суммы компонентов	№	Названия Компонентов	% от суммы компонентов
1	α -туйен	0,19	33	транс-карвеол	0,17
2	α -пинен	20,62	34	Цитронеллол	0,16
3	Камфен	1,23	35	тимол метил. эфир	0,31
4	Вербенен	0,28	36	не идентифицирован	0,06
5	Цимол	0,89	37	борнил ацетат	0,71
6	Сабинен	0,14	38	кубебен, α -	0,17
7	β -пинен	1,36	39	иланген, α -	0,29
8	мирцен, β -	0,53	40	копаен, α -	0,54
9	α -фелландрен	0,40	41	сесквитерпен гидрокарбон	3,23
10	Δ^3 -карен	18,41	42	сесквитерпен гидрокарбон	
11	α -терпинен	0,25	43	кариофиллен	1,85
12	мета-цимол	0,12	44	α -гуаен	0,16
13	пара-цимол	1,36	45	Гумулен	0,40
14	Лимонен	4,15	46	фарнезен, β -	0,48
15	γ -терпинен	0,23	47	γ -муролен	2,70
16	цименен, мета-	0,64	48	аласкен, α -	0,18
17	цименен, пара-	2,29	49	α -муролен	3,11
18	фенхол, α -	0,49	50	β -бизаболен	1,93
19	камфолен альдегид	0,32	51	Δ -кадинен	1,21
20	транс-пинокарвеол	0,68	52	α -калакорен	0,14
21	Камфора	1,21	53	не идентифицирован	0,13
22	ментадиенол-I	0,39	54	цитронеллил изовалерат	0,17
23	не идентифицирован	0,14	55	кариофиллен оксид	0,25
24	ментадиенол-II	0,61	56	мууролол, α -	0,16
25	Борнеол	2,82	57	Δ -кадинол	0,60
26	4-терпинеол	1,49	58	бисаболол, эпи-, α -	0,42
27	цимен-8-ол, мета-	1,25	59	Цембрен	4,98
28	Терпинеол	3,78	60	Изоцембрен	1,67
29	α -терпинеол	4,44	61	не идентифицирован	0,12
30	Миртенол	0,97	62	Изоцемброл	0,27
31	не идентифицирован	0,20			
32	Вербенон	1,06			

Таблица 17 – Состав эфирного масла скорлупы семян сосны сибирской

№	Названия компонентов	% от суммы компонентов	№	Названия компонентов	% от суммы компонентов
1	пентанол-1	0,98	39	транс-карвеол	0,65
2	гексаналь	9,49	40	Карвон	0,50
3	гексанол-1	0,63	41	децаналь, 2Е-	3,51
4	гептанон-2	0,41	42	2Н-фуран-2-он, 5-пентил	0,57
5	Гептаналь	0,41			
6	альфа-пинен	10,70	43	нонановая к-та	2,99
7	камфен	0,36	44	борнил ацетат	1,96
8	2Е-гептаналь	0,63	45	пентиловый эфир гексановой к-ты	0,44
9	бензальдегид	0,36			
10	β-пинен	2,46	46	декадиеналь, 2Е,4Z-	0,47
11	1-октен-3-ол	0,52	47	декадиеналь, 2Е,4Е-	1,83
12	2-пентилфуран	5,16	48	не идентифицирован	0,24
13	октаналь	1,22	49	не идентифицирован	0,32
14	пара-цимол	0,41	50	не идентифицирован	0,49
15	лимонен	1,46	51	ундеценаль, 2Е-	3,64
16	не идентифицирован	0,26	52	декановая к-та	0,46
17	смесь из 2 компонентов	0,89	53	транс-соберерол	0,49
			54	Лонгифолен	0,31
18	октеналь, 2Е-	2,36	55	не идентифицирован	0,32
19	октанол-1	0,64	56	не идентифицирован	0,36
20	пара-цименен	0,32	57	не идентифицирован	0,24
21	не идентифицирован	0,29	58	не идентифицирован	0,30
22	гексаналь, диэтил ацеталь	1,84	59	не идентифицирован	0,33
			60	не идентифицирован	0,24
23	Нонаналь	3,60	61	пальмитиновая к-та	4,48
24	камфолен альдегид	1,06	62	нор-дегидроабитан-I	0,52
25	транс-пинокарвеол	3,55	63	метиловый эфир пальмитиновой к-ты	1,15
26	камфора	0,67			
27	камфен гидрат	0,35	64	не идентифицирован	0,42
28	ноненаль, 2Е-	1,99	65	нор-дегидроабитан-II	1,13
29	борнеол	3,13	66	дегидроабитан	0,42
30	Изопинокамфон	1,50	67	не идентифицирован	0,35
31	октановая к-та	0,60	68	не идентифицирован	0,25
32	Нафталин	0,80	69	этиловый эфир линолевой к-ты	0,42
33	цимен-8-ол	1,09			
34	альфа-терпинеол	1,53	70	этиловый эфир олеиновой к-ты	0,76
35	миртенол	3,15			
36	Деканаль	1,86	71	не идентифицирован	0,29
37	Вербенон	1,12	72	дегидроабиталь	0,22
38	нонадиеналы, 2Е,4Е-	0,63	73	не идентифицирован	0,22

В исследованных образцах эфирного масла скорлупы кедрового ореха обнаружен большой набор соединений, большая часть из которых идентифицирована. Методом хромато-масс-спектрометрии выявлено 73 компонента, из них идентифицировано 56 соединений, что составляет 93,9% от суммы компонентов. Доминирующими компонентами являются гексаналь (9,489%), α -пинен (10,704%), 2-пентилфуран (5,164 %), пальмитиновая кислота (4,483), нонаналь (3,549%), борнеол (3,126%), миртенол (3,147%), 2-Е-деценаль (3,513), 2-Е-ундеценаль (3,636). При сравнении данных состава эфирных масел скорлупы семян, коры и хвои кедровой сосны сибирской можно отметить, что в скорлупе обнаружено большее количество компонентов – 73 компонента, из них идентифицировано 56. Выявлены значительные различия как в качественном, так и в количественном составе масел. Только 16 соединений встречаются во всех образцах, остальные же индивидуальны для каждого исследованного эфирного масла.

В эфирном масле из коры кедрового ореха следует отметить преобладание α -пинена; и высокое содержание камфена, β -пинена и лимонена (соответственно 14; 5,1 и 3,4 %). Для эфирного масла из скорлупы кедрового ореха характерно высокое содержание кислородсодержащих терпеноидов – 62,9% и отсутствие $\Delta 3$ -карена.

Компонентный состав эфирного масла из хвои сосны обыкновенной приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Компонентный состав эфирного масла хвои сосны обыкновенной, % от суммы

Основные компоненты	Содержание	Основные компоненты	Содержание
Сантен	1,8	Изоборнеол	2,2
Трициклен	1,6	Борнеол	0,9
α -пинен	36,6	Борнилацетат	2,7
Камфен	7,0	не идентифицирован	2,2
β -пинен	10,3	не идентифицирован	1,2
β -мирцен	5,9	не идентифицирован	0,3
$\Delta 3$ -карен	10,1	не идентифицирован	0,5
Лимонен	8,7	Терпинилацетат	0,8
β -фелландрен	3,5	Всего кислородсодержащих соединений	10,3
γ -терпинен	1,2		

Продолжение таблицы 18

Терпенолен	0,1	Лонгифолен	1,6
Всего монотерпеноидов	73,2	Кариофиллен	2,7
Фенхон	4,4	ε -муролен	0,6
Изофенхон	0,7	β -гумулен	0,1
Фенхол	0,2	β -бизаболен	4,1
Камфора	2,1	α -муролен	4,3
γ -терпенеол	0,4	Всего сесквитерпеноидов	16,5

Как видно из таблицы 18, основным компонентом эфирных масел из хвои сосны обыкновенной является α -пинен (36,6%), второе место занимает β -пинен (10,3%), затем Δ^3 -карен (10,1%). Лимонен и камфен (8,7 и 7% соответственно). Доля участия остальных компонентов не превышает 5,9 %.

Компонентный состав эфирного масла коры сосны обыкновенной представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Компонентный состав эфирного масла коры сосны обыкновенной, % от суммы

Основные компоненты	Содержание	Основные компоненты	Содержание
Всего монотерпеноидов	76,1	Всего кислородсодержащих соединений	11,2
Трициклен	1,9	Пиперитон	5,5
α -пинен	10,2	Борнилацетат	3,0
Камфен	1,6	Гумулен	13,5
β -пинен	4,5	α -кадинен + β -кадинен	4,9
Δ^3 -карен	15,8	Хамазулен	0,9
Лимонен	14,6	β -бизаболен	1,6
β -фелландрен	16,7	α -куркумен	1,0
γ -терпинен	1,6	Элемазулен	0,2
Циклосативен	2,0	Терпинолен	2,3
Лонгифолен	3,8	Мирицен	2,4
γ -муролен	0,4	Всего сесквитерпеноидов	12,7
Не идентифицирован	0,16		
Не идентифицирован	0,4		

В эфирных маслах из коры сосны обыкновенной (табл. 19) доминирующим компонентом является Δ^3 -карен (15,8%). По сравнению с хвойными эфирными маслами содержание α -пинена меньше (10,2%). Отличительной особенностью эфирного масла из коры является также большое содержание

лимонена и β-фелландрена (14,6 и 16,7%, соответственно), а также β-пинена (4,5 %).

Для эфирных масел сосны обыкновенной, полученных из хвои и коры, характерно высокое содержание сесквитерпеновых углеводов 16 и 12, 7%, соответственно, по сравнению с хвоей и корой кедра, в котором содержание сесквитерпеновых углеводов составляет 8,7 и 3,1% соответственно.

Сравнительный анализ содержания терпеноидов эфирного масла древесной зелени, коры и скорлупы семян кедрового сибирского и сосны обыкновенной приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Содержание терпеноидов эфирного масла древесной зелени, коры, скорлупы семян кедрового сибирского, хвои и коры сосны обыкновенной

Наименование компонентов	Сосна сибирская			Сосна обыкновенная	
	хвоя	кора	скорлупа	хвоя	кора
Монотерпеновые углеводороды	85,9	46,9	15	73,2	76,1
в том числе Δ3-карен	2,4	18,41	отсутств.	10,1	15,8
Кислородсодержащие терпеноиды	5,4	16,6	62,8	10,3	11,2
Сесквитерпеновые углеводороды	8,7	14,9	< 1	16,5	12,7

Результаты сравнительного анализа содержания терпеноидов в скорлупе семян, хвое, коре кедровой сосны сибирской, хвое и коре сосны обыкновенной (табл. 20) свидетельствуют, что кислородсодержащих терпеноидов содержится почти в 10 раз больше в скорлупе семян сосны кедровой сибирской, чем в хвое и в 4 раза больше, чем в коре. Для сосны обыкновенной содержание кислородсодержащих терпеноидов в коре и хвое практически одинаково. Содержание монотерпеновых углеводов больше всего в хвое кедровой сосны сибирской (85,9%), в коре – в 2 раза меньше, а в скорлупе всего лишь 15%. В сосне обыкновенной соотношение монотерпеновых углеводов в коре и хвое практически одинаково.

Сесквитерпеновых углеводов практически одинаково в хвое, коре сосны обыкновенной и коре кедрового, и в два раза

меньше в хвое кедровой сосны сибирской и практически нет их в скорлупе семян кедровой сосны сибирской.

Δ З-карен не обнаружен в эфирном масле скорлупы, его мало в хвое кедра, а в хвое и коре сосны и коре кедра его почти в 8 раз больше.

Установлено, что Δ З-карен вызывает дерматиты и аллергию. Δ З-карен под влиянием поллютантов переходит во вредные окисные формы. Для санации и оздоровления воздушной среды помещений наиболее подходящим препаратом можно считать эфирное масло древесной зелени кедра сибирского, поскольку оно содержит мало Δ З-карена, или скорлупы семян кедра, так как оно не содержит Δ З-карена. Однако это не означает, что эти масла не должны применяться вовсе. В частности доказано, что сосновое масло обладает сильным отхаркивающим действием, активизирует движение мерцательного эпителия и стимулирует секреторную функцию бронхиальных желез [12].

По данным институтов АМН РАН клинических исследований кислородсодержащие терпеноиды обладают выраженным антибактериальным эффектом, спазмолитическим, седативным и транквилизирующим действием.

В оптимальных дозах способны оказывать положительный эффект. Например, борнеол обладает противоаритмическим, болеутоляющим, противовоспалительным и жаропонижающим действием, обладает выраженным эффектом на различные системы организма и обменные процессы.

Монотерпеновые углеводороды широко применяются в парфюмерно-косметической промышленности для синтеза душистых веществ. Для получения камфоры, растворения лаков и красок используется α -пинен.

Сесквитерпеновые углеводороды обладают сосудосуживающим, раздражающим действием и чаще вызывают аллергические реакции

Известно, что многие компоненты эфирных масел в виде индивидуальных соединений проявляют биологическую активность. Так, линалоол обладает противосудорожным, бактерицидным и спазмолитическим действием; цинеол – дезинфицирующим, болеутоляющим, антисептическим. Камфору приме-

няют при острой сердечной недостаточности, угнетении дыхания, гипотонии.

Многие исследователи придерживаются мнения, что противовоспалительная активность эфирных масел напрямую не связана с содержанием в них какого-либо определенного компонента. Они полагают, что противовоспалительная активность эфирных масел складывается из суммы биологического действия различных их фракций и обуславливается, в частности, антиоксидантной активностью [12]. Известны эффективные отхаркивающие и успокаивающие кашель свойства эфирных масел хвойных пород, их способность возбуждать дыхание и улучшать функцию желудочно-кишечного тракта [12].

2.4. Состав и свойства кедровой смолы (кедровый терпентин)

Народное название смолы кедровой сосны – живица. Такое название возникло благодаря тому, что живица обладает невероятной способностью заживлять раны. Жители Сибири и Урала издавна открыли лечебные анестезирующие свойства живицы. Народная медицина особо ценит живицу и использует ее для лечения ран, нарывов, ожогов и порезов любой степени тяжести. Доказано, что живица мощный антисептик, она сдерживает бактериальный рост дифтерии, сенной палочки и других патогенных микроорганизмов. Полученная из натуральной кедровой живицы камфара входит в состав многих современных лекарственных препаратов.

Кедровая смола успешно находит применение при выработке скипидара, канифоли. Она служит сырьем для получения камфары, иммерсионного масла, применяемого в микроскопии.

В прежние времена заготовки живицы кедра в России велись в Горном Алтае, Сибири и Забайкалье. При поранении древесины или в результате подсочки (специальном нанесении дереву ранений с целью стимулирования смоловыделения) происходит самотечение смолы. Подсочка кедра сибирского дает 4-20 кг живицы на одну карру (участок поверхности ствола дерева, на который наносятся насечки в течение сезона для инициирования смолотечения). Благодаря медленной кристаллизации

кедровой живицы истечение смолы из раны происходит длительное время. Ежегодный валовый выход живицы при использовании современных технологий подсочки составляет 50-55 кг/га.

Кедровая живица содержит живичный скипидар (20,5-21,5%) и смолу, которая состоит из смоляных кислот (77-77,5%): абетиновой, ламбертиановой, декстропимаровой, сапиновой и других; высшие жирные кислоты (0,3%), в том числе лауриновая, пальмитиновая, пальмитолеиновая, олеиновая, стеариновой и др. Плотность живицы при 20°С составляет 1,006-1,008; показатель преломления – 1,520-1,525 [26].

Химический состав смолы кедровой представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Химический состав смолы сосны кедровой сибирской

Наименование показателя	Содержание в массовых долях, %	
	среднее значение	пределы
Влага	16,2	9-17
Нейтральные вещества (соединения пембранового ряда)	10,8	9-12
Окисленные вещества	56,1	50-60
Смоляные вещества	2,1	1,0-4,0
Жирные кислоты	15,9	10-18
Зола	0,1	0-0,5
Поликонденсированные таниды	не обнаружено	не обнаружено

Жирные кислоты смол – пальмитиновая, олеиновая, линоленовая, линолевая – являющаяся эффективным профилактическим противораковым средством. Водные экстракты кедровой смолы содержат от 1,5 до 15 % (по массе) сухого остатка, представляющего собой дубильные вещества (таниды). Для экстрактов кедровой смолы это в основном конденсаты стильбенов и катехинов.

Изучению живицы кедровой сибирской посвящена работа Н.К. Каштанова, в которой методом колоночной хроматографии на окиси алюминия, импрегнированной азотнокислым серебром, из смеси смоляных кислот выделена ламбертиановая кислота, а из нейтральной части живицы – ее метиловый эфир.

Все входящие в состав представленных продуктов вещества не являются токсичными, относятся к IV классу опасности.

Свежая весенняя кора кедрового дерева применяется как мочегонное, противоглистное и слабительное средство. Спиртовую настойку пыльцы кедровой сосны принимают при заболеваниях органов дыхания.

Уникальными свойствами обладает древесина кедрового дерева. В шкафу из кедрового дерева никогда не появится моль, в посуде из кедрового дерева можно хранить молоко, такая посуда не дает молоку прокиснуть, улучшает его вкус и аромат. Древесина кедрового дерева мягкая, легкая и гибкая, обладает хорошими резонансными свойствами и применяется для изготовления музыкальных инструментов.

Большой целебной силой обладает и смола сибирского кедрового дерева, которую по праву называли живицей за ее способность заживлять раны. Жители Сибири и Урала издавна открыли лечебные анестезирующие свойства живицы.

Установлено, что кедровая смола оказывает высокое терапевтическое действие. По данным врача И.И. Юколиса, она обладает могущественным бактерицидным, эпителизирующим, противовоспалительным, адсорбирующим и дезодорирующим действием. «Натуральная кедровая живица (терпентин-бальзам) оказывает большое терапевтическое действие при лечении хронических язв голени различного происхождения (варикозного, трофического, гнойничкового), при гнойничковых заболеваниях кожи и как эпителизирующее средство при различных язвенных и эрозивных процессах разной этиологии». Во время Великой Отечественной войны из кедровой живицы был получен терпентин-бальзам, который успешно применялся в военных госпиталях. Он способствовал сокращению сроков лечения в госпиталях раненых воинов, возвращая в армию здоровых бойцов, а многим сохранил жизнь.

2.5. Состав и свойства скорлупы семян сосны сибирской

Скорлупа кедрового ореха – уникальный источник углеводно-минерального комплекса и различных органических веществ. В химический состав скорлупы кедрового ореха входят:

клетчатка, жиры и смолы, белки, эфирные масла, витамины; а также содержатся красящие и дубильные вещества.

Содержание влаги до 7%. Основную часть скорлупы кедрового ореха (91,73%) составляют углеводы, главным образом клетчатка (69,06%). Наличие минеральных веществ (0,92%) и большое содержание углеводов характеризует скорлупу кедрового ореха как источник углеводно-минерального комплекса и различных органических веществ. Химический состав скорлупы кедрового ореха составляют: клетчатка – 69%, целлюлоза – 38,6, лигнины – 23,8, гемицеллюлоза – 7,7, пентозаны – 22,67, жиры и смолы – до 3,4, белки – до 1,8, зола – до 0,9%, витамин С 27 мг %, смолистые вещества, водорастворимые – до 3,6%, содержатся незначительные вещества эфирного масла. Скорлупа имеет своеобразный аминокислотный и макро-, микроэлементный состав, отличный несколько повышенным содержанием глутаминовой кислоты.

Состав макро- и микроэлементов скорлупы и ядра кедрового ореха отличается по количеству содержащихся элементов. В скорлупе не обнаружены йод, бор, кобальт, стронций – непременные элементы ядра. В то же время скорлупа содержит олово, титан, ванадий и барий.

Также в составе скорлупы кедрового ореха содержатся красящие и дубильные вещества или таннины. Дубильные вещества или таннины, содержащиеся в скорлупе кедровых орехов, способны изменять коллоидное состояние белков, оказывают вяжущее, противомикробное, противовоспалительное действие, способствуют стягиванию кожи, образуют на слизистых оболочках и раневых поверхностях защитную пленку, под которой восстанавливается новый слой молодых клеток.

Скорлупа кедрового ореха применяется в медицине, в косметологии – используется настой для укрепления ногтей и волос, скраб для тела; в сельском хозяйстве – при пониженной щелочной составляющей возделываемой земли кедровая скорлупа используется как естественный катализатор щелочи, разрыхляет и аэрирует землю, для кормления животным (компенсируется витаминно-минеральный голод); в строительстве применяется для изготовления ненесущих блоков, как связующий

материал, а также как заменитель традиционных утеплителей потолков, полов, которые отличаются легкостью, отсутствием слеживаемости, теплоизоляцией; в ландшафтном дизайне – размер, цветовая гамма скорлупы позволяет использовать ее в качестве декоративного материала при облагораживании земельных участков: отсыпка прогулочных дорожек, кустарников и деревьев, летних бассейнов и т.д. Скорлупа кедрового ореха создает оптимальный почвенный микроклимат, являясь уникальным источником углеводно-минерального комплекса и различных органических веществ. В химический состав входят: клетчатка, жиры и смолы, белки, эфирные масла, витамины; а также содержатся красящие и дубильные вещества.

По данным Рубцевской в таблице 22 показан химический состав скорлупы семян сосны сибирской.

Таблица 22 – Химический состав скорлупы семян сосны сибирской, %

Наименование	Содержание а. с. м.		
	июль	август	сентябрь
Легкогидролизуемые полисахариды	7,80	8,90	9,15
Трудногидролизуемые полисахариды	22,30	27,20	33,20
Лигноподобные вещества	40,60	43,70	48,60
Минеральные компоненты	1,76	0,60	0,48
Экстрактивные вещества, извлекаемые:			
водой	9,45	8,96	7,70
96 %-ным этиловым спиртом	5,10	4,10	4,10
каротиноиды, мг %	0,95	0,85	0,70
хлорофиллы а и б, мг %	15,00	12,00	10,00
воскообразные вещества	0,85	0,92	1,10
липиды	0,95	0,90	0,70
полифенольные соединения	5,00	5,60	6,20
в том числе:			
флавоноиды	0,08	0,08	0,10
таниды	3,40	4,20	4,60
фенолкарбоновые кислоты	1,52	1,32	1,50

Из таблицы видно, что в ходе онтогенеза семян в скорлупе увеличивается содержание трудногидролизующихся и легкогидролизующихся полисахаридов. Так, в июльской скорлупе содержание трудногидролизующихся полисахаридов составляет 22,30 %, а в сентябрьской – 33,20 %. Увеличивается и содержание лигноподобных веществ (от 40,60 до 48,60 %). Содержание экстрактивных веществ в скорлупе семян сосны сибирской в ходе онтогенеза уменьшается. Так, содержание водорастворимых веществ снижается с 9,45 до 7,70 %, спирторастворимых от 5,10 до 4,10 %. Содержание полифенольных соединений увеличивается незначительно и составляет в скорлупе семян, собранных в июле, 5,00, а в сентябре – 6,20 %. Основными полифенолами скорлупы семян являются таннины и их содержание колеблется от 3,40 до 4,60 %. Скорлупа семян на ранних стадиях развития является проводником биологически активных веществ к ядру, поэтому в июле в ней наблюдается максимальное количество экстрактивных веществ, липидов, пигментов. В процессе созревания происходит накопление лигноуглеводного комплекса, полифенольных соединений, воскообразных веществ, необходимых для защиты и сохранения питательных веществ в ядре семян сосны сибирской

Скорлупа семян сосны сибирской имеет таннидность до 6-8%. Доля скорлупы в семенах сосны сибирской составляет 52-59% от массы ореха. В работах [31-33] показано, что дубильные вещества, полученные из скорлупы кедрового ореха, являются мягкими дубителями для меховой промышленности и могут быть использованы в пищевой промышленности для получения напитков и осаждения белков из молочной сыворотки.

Глава 3. СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЯДРА КЕДРОВОГО ОРЕХА

В Сибири и на Урале кедровые орехи с давних пор использовались для получения растительного кедрового масла, по своим качествам не уступавшего лучшим сортам прованского и миндального.

Кедровое масло крайне необходимо для пищевой, консервной, фармацевтической и парфюмерной промышленности. Особенно высоко оно ценится при производстве рыбных консервов. Кедровое масло, как быстросыхающее, можно использовать в живописи для изготовления высококачественного растворителя ценных красок.

При заводском способе переработки кедрового ореха получается 43-54 % масла от массы чистого ядра и 16-25 % от массы орехов со скорлупой. Благодаря уникальному составу липидов семян кедра сибирского, полученное из них кедровое масло по своим качественным показателям превосходит все известные в мире растительные масла [13].

По способам переработки кедрового ореха за исследованный период опубликовано не более 20 работ, выполненных российскими учеными. Зарубежных исследований в этой области не найдено. Основная масса работ выполнена с 1930-х по 1960-е гг. (в период существования промышленной переработки кедрового ореха) и связана с разработкой способов получения кедрового масла и изучением его физико-химических характеристик. С 1980 г. наблюдаются лишь единичные публикации по разработке способов переработки кедрового ореха и кедрового жмыха. Имеющуюся в литературе информацию о способах переработки кедрового ореха можно разделить на две основные группы:

- способы, направленные на переработку одной из составных частей кедрового ореха и получение одного целевого продукта,
- способы комплексной переработки кедрового ореха, направленные на получение нескольких целевых продуктов.

Первая группа способов переработки кедрового ореха наиболее многочисленна и представлена в основном технологи-

ческими и техническими предложениями получения кедрового масла из кедрового ядра. К этой группе относятся также немногочисленные работы по получению аналогов молочных продуктов из кедрового ядра и жмыха.

Вторая группа представлена всего одной работой по комплексной переработке цельных кедровых орехов с получением масла, биологически активных и белково-минеральных добавок.

Промышленным способом получения кедрового масла является прессовый способ.

Масло, полученное холодным прессованием, имеет светло-желтый цвет, приятный вкус со слабым запахом кедрового ореха, содержит около 92% ненасыщенных жирных кислот, является ценным пищевым маслом и может быть использовано в пищу без рафинации. Выход масла холодного прессования составляет 61% от содержания масла в ядре.

При повторном горячем прессовании масло имеет цвет от золотисто-желтого до желто-коричневого, острый запах и вкус. Выход масла повторного горячего прессования составляет 15% от содержания масла в ядре.

Л.М. Иольсон отмечает, что горячее прессование может быть заменено экстракцией органическим растворителем. Масло, получаемое горячим прессованием, можно также использовать в пищу, но только после рафинации. Побочным продуктом получения кедрового масла является кедровый жмых, а при экстракционном способе получения – кедровый шрот, которые в виде муки использовались в кондитерской промышленности.

Наиболее полно процесс получения кедрового масла прессовым способом исследован на базе Всесоюзного научно-исследовательского института жиров. Способ промышленно апробирован. Согласно информации, приведенной в этой работе, переработку кедрового ореха необходимо осуществлять с обязательным обрушиванием и отделением ядра от шелухи. Это делается по следующим причинам:

- для возможности использования жмыха в пищевых целях без дополнительной обработки;
- для предупреждения перехода из шелухи в масло дубильных веществ, придающих горьковатый привкус;

- для повышения выхода масла;
- для увеличения производительности основного оборудования и уменьшения его износа.

Отличительной чертой технологии переработки кедрового ореха является холодное прессование ядра при предварительном двукратном съеме масла, что позволяет получить пищевое масло наиболее высокого качества с приятным нежным вкусом и годное к непосредственному употреблению в пищу, в производстве кондитерских изделий.

Двукратное холодное прессование возможно осуществлять в прессах типа фильтр-пресс (ФП). Применение двукратного холодного прессования необходимо для обеспечения максимального выхода высококачественного пищевого масла, а также специфической структурой и составом ядра кедрового ореха, требующими постепенного увеличения пределов давления в прессе по мере снижения содержания масла в прессуемом материале.

Общий съем масла при холодном прессовании колеблется в пределах 65-70% от его содержания в ядре.

Единственным способом, позволяющим обеспечить практически полное извлечение масла, является экстракционный способ, при котором силы, переводящие масло в раствор, превосходят силы, удерживающие масло в экстрагируемом материале. При этом получают растительные масла более высокого качества, вследствие ведения технологического процесса извлечения масла без интенсивного теплового и механического воздействия на перерабатываемые семена. В этом случае получают более качественные белки (шрот). При обработке измельченных семян растворителем масло растворяется в нем, образовавшийся раствор масла в растворителе отделяют от обезжиренного белка, а затем, нагревая, освобождают практически нелетучее масло от легко испаряющегося летучего растворителя. Схема экстракционного процесса представлена на рисунке 4.

Способ прямой экстракции растительных масел является перспективным: обеспечивает полное обезжиривание, позволяет извлекать липиды из низкомасличных семян, технологический

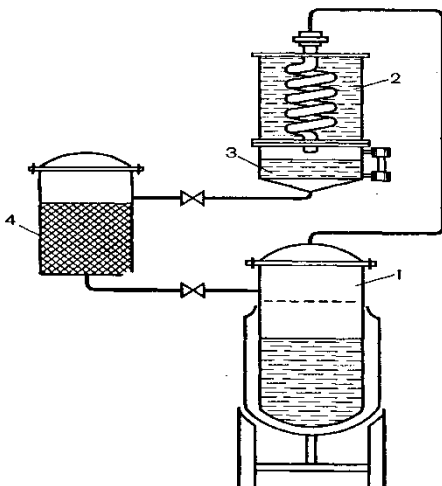


Рисунок 5 – Устройство циркуляционного аппарата Сокслета:
1 – кубовая емкость; 2, 3 – конденсатор сборник; 4 –экстрактор

В выделенном масле методом тонкослойной хроматографии определены фосфолипиды, моно-, диацилглицериды, стерины, свободные жирные кислоты, тритерпеновые спирты, триацилглицериды и эфиры стеролов.

В таблице 23 приведены физико-химические показатели и состав кедрового масла, полученного исчерпывающей экстракцией в аппарате Сокслета различными органическими растворителями.

Приведены данные группового состава липидов кедрового масла в %: нейтральные липиды – 96,16; фосфолипиды – 1,84; гликолипиды – 2. При этом состав нейтральных липидов следующий (в %): моноацилглицеролы – 4,83; диацилглицеролы – 8,46; триацилглицеролы – 74,53; эфиры стеринов – 4,12; стерины – 3,11; свободные жирные кислоты – 4,75; воск – 0,20.

Минеральный состав кедрового масла, представленный химическими элементами, показал, что основными компонентами масла являются (в %): фосфор – 1; марганец – 0,1; медь – 0,01; бор – 0,01. Остальные элементы в масле находятся в малом количестве.

Таблица 23 – Физико-химические показатели кедрового масла

Наименование показателя	Значение показателей				
	ДЭЭ* [26]	Гексан [26,51]	Нефрас [22]	Бензин [22,51, 74]	Этиловый спирт [74]
Продолжительность экстракции, мин	240-300	240	240	360	360
Выход масла, %	60,0	60,0	65,0	50,0	48,0
Плотность при 20° С, г/см ³	0,930	0,922	0,920	0,920	0,920
Показатель преломления	1,469	1,476	1,478	1,50	1,476
Кислотное число, мг КОН	1,52	2,09		1,99	до 6,0
Число омыления, мг КОН	196	189,98		196	196,0
Перекисное число, ммоль/кг		3,0			3,0
Йодное число, г I ₂ /100 г		107,87		85,45	150,0
Эфирное число, мг КОН		187,89		195,0	85,42
Содержание глициридов, %	97,0				
Содержание свободных жирных кислот, %	1,1		4,75		
Пальмитиновая, %	7,06		2,00		4,0
Стеариновая, %	40,17		следы		1,0
Линолевая, %	38,99		68,20		66,0
Линоленовая, %	13,79		10,17		
Олеиновая, %			18,10		28,0
Арахидовая, %			0,80		
Содержание фосфатидов, %	1,23		1,84	1,84	0,6
Содержание витаминов:					
А (каротиноиды), мг/%	0,09				
В (тиамин), мг/%	0,06				
В (рибофлавин), мг/%	0,87				
Е (токофероллы), мг/%	55,0				
Ф (ненасыщенные жирные кислоты), %	94,8				

Примечание.

*ДЭЭ – диэтиловый эфир

Существующие технологические процессы прессового и экстракционного способов получения растительных масел, в том числе кедрового масла, имеют ряд недостатков:

При прессовом способе получения кедрового масла не достигается глубокое обезжиривание семян, а предварительная влаготепловая обработка сырья и интенсивное механическое воздействие неблагоприятно сказываются на белковом и липидном комплексе, ухудшая качество получаемого масла и белкового шрота. При этом снижается биологическая ценность конечных продуктов за счет денатурации белка и инактивации биологически активных соединений [37, 88].

Экстракционный способ получения кедрового масла является наиболее эффективным, обеспечивающим почти полное обезжиривание семян. Однако при экстракции используются легковоспламеняющиеся, токсичные экстрагенты: гексан и бензины («нефрас», «галоша»), которые оказывают токсическое действие на организм человека, главным образом, поражают нервную систему. Кроме того, процесс экстракции в современных аппаратах протекает довольно длительно – 3-7 ч. В связи с этим ведутся исследования по использованию более мягких условий предварительной подготовки сырья к прессованию с сохранением нативных свойств сырья и интенсификации процессов экстракционного извлечения растительных масел и замене токсичных экстрагентов на экологически безопасные [37].

Интенсификация процесса производства растительных масел и извлечения всех составляющих сырья с сохранением нативных свойств сырья имеет важное значение для снижения себестоимости производства продукции и рентабельности производства.

Здесь огромное значение имеет быстрое и эффективное использование новейших научных достижений.

В литературе имеются сведения о способах интенсификации процесса экстракции растительного сырья [37, 29].

Экстрагирование с применением ультразвука. Интенсификация методов экстрагирования осуществляется созданием колебательного движения системы «твердое тело – жидкость» в звуковом или в ультразвуковом диапазонах [37]. Это приводит к изменению гидродинамических условий. Частицы среды под-

вергаются сильным механическим и гидродинамическим ударами, что способствует усилению капиллярного эффекта, внутренней и внешней диффузии и, следовательно, ускорению процесса массообмена.

С целью повышения эффективности извлечения действующих веществ из сырья, экстрагирование проводят в турбулентном потоке экстрагента, при вибрации, пульсации жидкости через слой сырья, с применением ультразвука, электрической обработки материала и т.д. В производстве экстракционных препаратов ультразвук (УЗ) находит применение как средство, ускоряющее процесс экстрагирования лекарственного сырья и обеспечивающее полноту извлечения действующих веществ.

Турбоэкстракция (вихревая). Метод вихревой экстракции, предложенный чешскими учеными в 1953 г., получил дальнейшую разработку в нашей стране. Он основан на интенсивном перемешивании и одновременном измельчении сырья в среде экстрагента с помощью быстроходных мешалок, снабженных острыми лопастями. Скорость вращения мешалок от 4000 до 15000 об./мин. В процессе экстрагирования в таких условиях изменяется способ обтекания частиц сырья экстрагентом, толщина ламинарного слоя становится минимальной (слой почти исчезает), конвективная диффузия протекает мгновенно. Высокая скорость перемешивания создает условия неравномерного давления на поток обрабатываемой смеси. В системе возникает эффект кавитации и пульсации, что положительно сказывается на скорости внутренней диффузии. Время экстрагирования материала сокращается до нескольких минут, вместо 7 сут, при использовании классического метода – мацерации.

Экстрагирование сырья на роторно-пульсационном аппарате (РПА). Экстрагирование с помощью РПА основано на циркуляции обрабатываемой среды при различной кратности твердой и жидкой фаз.

При работе РПА отмечается интенсивное механическое воздействие на частицы сырья, возникает эффективная турбулизация и пульсация потока. В технологической схеме РПА установлен в циркуляционном контуре, замкнутом на экстрактор с мешалкой.

Экстрактор и трубы циркуляционного контура могут быть снабжены паровой рубашкой для нагрева или охлаждения обрабатываемой среды. Сырье загружают на ложное дно экстрактора и заливают экстрагентом. При работе РПА жидкая фаза поступает в него из нижней части экстрактора, а сырье подается и дозируется шнеком – питателем, установленным на торце над его днищем. Из РПА пульпа поднимается вверх и через штуцер в крышке экстрактора вновь заполняет его.

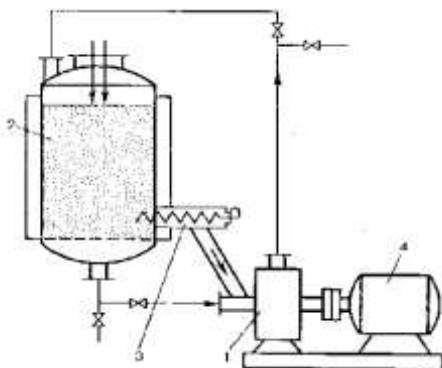


Рисунок 6 – Устройство установки с РПА: 1 – РПА; 2 – экстрактор; 3 – питатель шнековый для подачи сырья; 4 – двигатель

Процесс повторяется до получения концентрированного извлечения. При использовании РПА происходит совмещение операций экстрагирования и диспергирования. Это в ряде случаев позволяет исключить предварительное измельчение сырья и значительно сократить материальные потери. В качестве экстрагентов применяют: дихлорэтан, метилен хлористый, масла растительные и минеральные.

Экстрагирование с помощью электрических разрядов. Ускорение процесса экстрагирования сырья может быть достигнуто применением электроимпульсивных разрядов в специальной установке.

Внутри экстрактора, с обрабатываемым материалом помещают электроды, к которым поступает импульсивный ток высокой или ультравысокой частоты. Под воздействием электрического разряда в экстрагируемой смеси возникают ударные волны, создающие высокое импульсивное давление. Происхо-

дит интенсивное перемешивание обрабатываемой смеси, истончается или полностью исчезает диффузионный пристенный слой и возрастает коэффициент конвективной диффузии. Возникновение ударных волн способствует проникновению экстрагента внутрь клетки. Создаются условия для быстрого протекания внутриклеточной диффузии. В результате искрового разряда в жидкости образуются плазменные каверны, расширяясь, они достигают максимального объема и захлопываются. При этом за короткий промежуток времени в малом пространстве выделяется большое количество энергии и происходит микровзрыв, разрывающий клеточные структуры растительного материала. Процесс ускоряется за счет вымывания экстрактивных веществ из разрушенных клеток. Кроме того, образовавшиеся полости за время своего существования постоянно пульсируют, вызывая увеличение скорости движения жидкости около частиц сырья и ускоряя процесс экстрагирования за счет увеличения коэффициента конвективной диффузии.

Большое значение при воздействии на сырье электрического тока имеет мощность и длительность электрического импульса. На процесс экстрагирования оказывает влияние и число разрядов в единицу времени.

Импульсивная обработка материала с помощью высоковольтных разрядов имеет ряд преимуществ и достоинств, заключающихся в том, что электрическая энергия непосредственно преобразуется в энергию колебательного движения жидкости. Возникающие в жидкости акустические колебания широкого спектра частот и амплитуд значительно сокращают время процесса экстрагирования и повышают выход биологически активных веществ.

Экстрагирование сжиженным диоксидом углерода. Экстрагирование сжиженным диоксидом углерода проводится в установках, имеющих экстрактор, испаритель и камеры для предварительной обработки сырья и удаления остатков растворителя из шрота. Установка снабжена конвейером, передающим контейнеры с сырьем из одной камеры в другую, снизу вверх.

Растительный материал, загруженный в контейнер, представляющий собой сетчатую емкость, поступает сначала в камеру для замачивания сжиженным газом под давлением 5,8–6,0 Н/м², который подается из сборников, расположенных в

верхней части установки. Стадия пропитки проходит при температуре 18–25 °С в течение нескольких минут. Затем он передается в камеру измельчения с пониженным давлением. В результате разности давлений внутри твердого материала и на поверхности происходит взрыв, разрывающий его на мелкие куски. Этому способствует также образование кристалликов льда в порах и трещинах экстрагируемого сырья из паров воды и диоксида углерода. Далее сырье поступает в экстрактор, а на него сверху с помощью насоса подается сжиженный диоксид углерода. Экстрагирование идет по принципу противотока. Экстракт направляется на фильтры и далее в теплообменник, где происходит сбор очищенной вытяжки и удаление паров диоксида углерода, которые поступают в конденсатор на сжижение. Шрот поднимается в следующую камеру, обогреваемую паром через паровую рубашку, для удаления паров диоксида углерода из отработанного сырья, которые также попадают в конденсатор для сжижения. В него же отводятся пары из испарителя. Сжиженный диоксид углерода вновь поступает в производство. По выходе из камеры контейнеры с отработанным сырьем разгружаются.

Многие экстракты, полученные с использованием сжиженного диоксида углерода, отличаются более высоким содержанием биологически активных веществ, устойчивостью при хранении, устойчивостью к микробной контаминации. Особенно это относится к сырью, содержащему полифенольные соединения, алкалоиды и гликозиды.

Анализ приведенных методов интенсификации процесса экстракции растительного сырья показал, что они имеют ряд недостатков, таких как сложность изготовления аппаратурной части, большая металлоемкость изделий. Имеет место неоднородность прогревания материала по всему объему. Использование токсичных растворителей для извлечения масла из масличного сырья. Использование дополнительного оборудования для отгонки растворителя из мисцеллы.

Таким образом, встал вопрос о нахождении способа интенсификации процесса экстракции масла из ядра кедрового ореха нетоксичным, экологически чистым растворителем.

Одним из способов объемного однородного нагрева материала, обеспечивающего высокий темп (скорость) нагрева,

который достигается при применяемых режимах, является воздействие на материал СВЧ-полем, представляющим собой высокоэффективный низкотемпературный и теплотехнический процесс, трансформирующий внутренние источники тепла в тепловую энергию в зонах наибольшего сосредоточения влаги.

В последние годы область использования СВЧ-нагрева в пищевой промышленности значительно расширилась, так как позволяет интенсифицировать технологические процессы пищевых производств, связанные с нагревом продукции.

Исследованиями установлены преимущества СВЧ-нагрева перед традиционными способами теплообработки, заключающиеся в:

- значительном сокращении продолжительности обработки;
- равномерном нагревании системы по всей массе продукта;
- возможности проведения селективного нагревания отдельных компонентов системы;
- большем сохранении питательной ценности продуктов;
- улучшении органолептических и гигиенических свойств продуктов;
- экономии энергозатрат.

На качество СВЧ-нагрева (равномерность, интенсивность) оказывает влияние химический состав продукта, однородность его структуры (в гомогенных системах нагрев идет равномерно, в гетерогенных – неравномерно), параметры микроволновой обработки (частоты электромагнитного поля, длины волн, мощность генератора).

При тепловой обработке продуктов с помощью СВЧ-нагрева вначале имеет место действие собственно электромагнитного поля (ЭМП), его взаимодействие с системой полярных молекул, диссипация энергии ориентационной поляризации дипольных молекул и трансформация энергии в теплоту. Затем происходят вторичные явления действия электромагнитного поля, связанные с парообразованием в результате взаимодействия образованного тепла с водой [85].

Исследованиями по влиянию СВЧ-нагрева на хлопковое ядро установлено, что характер воздействия СВЧ-нагрева сходен с интенсивной влаготепловой обработкой, проводимой пу-

тем сочетания обработки острым паром и кондуктивного нагрева, но разрушение структуры при СВЧ-нагреве происходит в большей степени. Явление парообразования и расширения воздуха в капиллярах и пустотах, возникающее под воздействием СВЧ-нагрева, создает избыточное давление в отдельных зонах микроструктуры, что вызывает более серьезные разрушения клеточной структуры по сравнению с действием кондуктивного нагрева. Например, при высокочастотном нагреве подсолнечной мезги происходит образование водяного пара высокого давления, что приводит к возникновению пористой микроструктуры материала, благотворно сказывающейся на выходе масла.

Обработка маслосодержащих материалов в ЭМП дает возможность улучшить качество пищевого белка.

В последние годы исследования в области применения новых растворителей для экстракции имели основную цель – получить масло и шрот более высокого качества, чем при экстракции углеводородными растворителями.

Обширные работы в этом направлении были проведены в ВНИИЖе Ф.А. Вишнепольской и другими применительно к семенам сои. На основании этих исследований можно заключить, что, применяя в качестве растворителя спирт, можно получать масло, не требующее рафинации, светлый, приятного вкуса и запаха шрот с высоким содержанием протеина и незаменимых аминокислот. Особенно ценно то, что масло плохо растворимо в холодном спирте и при охлаждении спиртовых мисцелл до комнатной температуры можно разделить масло и спирт [37].

Следует отметить, что имеющиеся в литературе сведения об использовании СВЧ для подготовки маслосемян к извлечению масла касаются семян подсолнечника, хлопчатника и бобов сои. Данные по применению СВЧ-экстракции для переработки кедрового ореха в литературных источниках не обнаружены.

Обобщая литературные данные, можно сделать заключение, что более перспективным способом извлечения масла является СВЧ-экстракция этиловым спиртом, позволяющая интенсифицировать процесс экстракции и повысить качество продуктов переработки ядра кедрового ореха.

Глава 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЧ-ЭКСТРАКЦИИ ЭТИЛОВЫМ СПИРТОМ НА КАЧЕСТВО ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЯДРА КЕДРОВОГО ОРЕХА

4.1. Исследование физико-химических характеристик кедрового масла

Базовые данные о химическом составе кедрового ореха (гл. 1, 2), свидетельствуют о том, что химический состав масличных семян и плодов даже одной и той же культуры колеблется в зависимости от района произрастания, климатических и погодных условий. Также химический состав и эффективность кедрового масла зависят от технологических схем, используемых режимов, технических средств его получения [117, 119, 120, 122].

Анализ литературных данных показал, что существующие способы получения растительных масел, в том числе кедрового масла, имеют ряд недостатков. При прессовом способе применяют жесткие режимы обработки сырья, что ухудшает качество получаемых продуктов. При наиболее эффективном экстракционном способе используются токсичные растворители (бензин, гексан, диэтиловый эфир и др.), что влияет на экологическую чистоту конечных продуктов [37].

В связи с этим, выбирая органический растворитель для экстракции липидов из кедрового ядра, мы руководствовались требованиями, предъявляемыми к экологически чистым продуктам для пищевой и фармацевтической промышленности.

Известно [131], что растительные масла относятся к жидкостям с небольшой полярностью. Диэлектрическая проницаемость масел при комнатной температуре находится в пределах 3,0-3,2. Следовательно, растительные масла хорошо растворяются (смешиваются во всех отношениях) в неполярных гидрофобных растворителях (гексане, бензине, бензоле, трихлорэтилене и т.п.) с диэлектрической проницаемостью близкой к диэлектрической проницаемости масел. Растворимость в алифатических углеводородах (бензине, гексане и др.) обусловлена силами межмолекулярного притяжения ван-дер-ваальса между

углеводородными радикалами жирных кислот и молекулами углеводородов. По мере увеличения разницы значений диэлектрических проницаемостей растворителя и масел их взаимная растворимость ухудшается.

Этиловый спирт, имеющий диэлектрическую проницаемость 25,4 при 20°C, смешивается с маслами плохо, но при нагревании растворимость повышается. Растворимость липидов в спиртах обуславливается образованием водородных связей гидроксила спиртов с карбоксилем жирных кислот и силами межмолекулярного притяжения между углеводородными радикалами кислот и спиртов. Вследствие действия этих сил растворимость липидов в спиртах повышается при увеличении молекулярной массы спиртов, а следовательно и действующих сил межмолекулярного притяжения [21, 45, 54, 55].

Измельченное растительное сырье практически радиопрозрачно для СВЧ-волн. Растворитель – этиловый спирт – в этом диапазоне волн имеет относительно небольшие значения мнимой части диэлектрической проницаемости (фактор потерь), а растительное масло, являясь неполярной жидкостью, не нагревается в ЭМП СВЧ [37, 56, 118, 142].

Для эффективного извлечения липидов из ядер экстракцией этиловым спиртом необходимы максимальное разрушение оболочек липидных структур в клетках ядра и высокая проницаемость слоя материала для растворителя. В связи с этим ядра кедровых орехов измельчали на вальцовом станке, заливали этиловым спиртом и подвергали тепловой обработке в электромагнитном поле сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ).

С целью выяснения влияния технологических параметров на выход липидов и оптимизации процесса экстракции были проведены факторные эксперименты. Основными факторами, влияющими на процесс экстракции в ЭМП СВЧ, являются удельная мощность Руд, определяемая из отношения колебательной мощности СВЧ-генератора к массе продукта, продолжительность и соотношение Т : Ж.

По окончании экстракции отделяли шрот от мисцеллы центрифугированием. Отделение масла от экстрагента осуществляли в разделительной колонне при комнатной температу-

ре (18-24°C). Остаточное количество спирта удаляли из масла путем выпаривания его в роторно-вакуумном пленочном испарителе (РВПИ) [121]. Спирт без ректификации вновь использовался для экстракции липидов до тех пор, пока его концентрация не снижалась до 93%. Выход свободных липидов в процессе экстракции (%) рассчитывали по формуле:

$$\frac{A - B}{A} \times 100,$$

где А – исходное количество липидов в сырье, г; В – количество липидов в твердом остатке, г.

Результаты экспериментальных данных экстракции липидов этиловым спиртом приведены в матрице математического планирования экспериментов по методу Протодьяконова [58, 78] в таблице 24.

Общее среднее всех учитываемых значений обобщенной функции $Y_{\text{ср}}=92,54$.

Таблица 24 – Матрица трехфакторного эксперимента на пяти уровнях

№ опыта	X1	X2	X3	Yэ	Yп	Yэ-Yп
1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	76,62	85,76	-9,14
2	1	3	3	92,15	90,63	1,52
3	1	2	2	88,45	88,94	-0,49
4	1	5	5	96,84	89,52	7,32
5	1	4	4	96,72	90,83	5,89
6	3	1	3	83,14	94,59	-11,45
7	3	3	2	97,54	92,83	4,71
8	3	2	5	92,35	93,43	-1,08
9	3	5	4	99,14	94,79	4,35
10	3	4	1	93,80	89,50	4,30
11	2	1	2	81,00	91,13	-10,13
12	2	3	5	94,60	91,72	2,88
13	2	2	4	86,25	93,06	-6,81
14	2	5	1	92,28	87,87	4,41
15	2	4	3	97,15	92,86	4,29
16	5	1	5	86,22	95,37	-9,15
17	5	3	4	99,10	96,76	2,34
18	5	2	1	92,40	91,36	1,04

Продолжение таблицы 24

19	5	5	3	99,15	96,56	2,59
20	5	4	2	99,20	94,76	4,44
21	4	1	4	85,06	96,03	-10,97
22	4	3	1	92,60	90,67	1,93
23	4	2	3	95,10	95,83	-0,73
24	4	5	2	99,00	94,04	4,96
25	4	4	5	99,05	94,65	4,40

На основе выборки факторного эксперимента были получены значения частных функций от факторов по всем пяти уровням каждого фактора частных зависимостей.

Уровни изучаемых факторов приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Уровни изучаемых факторов

Фактор	Уровень				
	1	2	3	4	5
Мощность, Вт	450	550	650	750	850
Продолжительность, мин	2	4	6	8	10
Гидромодуль	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75

Таблица 26 – Экспериментальные значения частных функций

Функция	Уровень					Уср
	1	2	3	4	5	
Y1	90,16	90,26	93,19	94,16	95,21	92,60
Y2	82,41	90,91	95,20	97,18	97,28	92,60
Y3	89,54	93,04	93,34	93,25	93,81	92,60

Примечание.

Общее среднее $У_{ср}=92,60$.

Таблица 27 – Расчетные значения частных функций

Функция	Уровень					Уср
	1	2	3	4	5	
$Y1 = -0,00002X_{12} + 0,046X_1 + 73,224$	89,18	91,37	93,07	94,28	95,00	92,58
$Y2 = -0,82655X_{22} + 12,302X_2 + 54,376$	5,67	0,36	8,43	9,89	4,74	1,82
$Y3 = -12,44560X_{32} + 35,020X_3 + 69,783$	9,05	2,36	4,11	4,31	2,95	2,56

Общее среднее всех расчетных значений $\bar{Y}_{\text{ср}}=92,32$. Подбор коэффициентов уравнения осуществлялся по методу наименьших квадратов.

Точечные графики приведены на рисунке 7.

Оптимальные значения факторов: $X_{1\text{опт}}=946,5$; $X_{2\text{опт}}=4,4$; $X_{3\text{опт}}=1,4$.

Значения частных функций с оптимальными значениями факторов:

$Y_1(X_{1\text{опт}})=95,23$; $Y_2(X_{2\text{опт}})=92,60$; $Y_3(X_{3\text{опт}})=94,42$.

Значение обобщенной функции Y с оптимальными значениями факторов : $Y_{\text{п}}=97,10$.

Обобщенное уравнение Протодьяконова имеет вид :

$$Y_{\text{п}} = ((-0,00002X_{12}+0,0464995267X_{1}+73,224)^* \\ (-0,82655X_{22}+ +12,3019965975X_{2}+54,376)^* \\ (-12,44560X_{32}+35,0202497716X_{3}+69,783)) / (92,602).$$

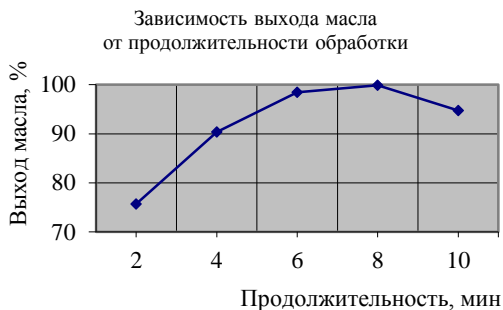
На основании проведенных исследований были выбраны оптимальные условия извлечения кедрового масла СВЧ-нагревом: продолжительность 6-8 мин, мощность излучения 750-850 Вт, гидромодуль 1,25-1,5.

В этих условиях была выработана партия кедрового масла, разработаны технические условия на данную партию масла, получен сертификат соответствия ТУ.

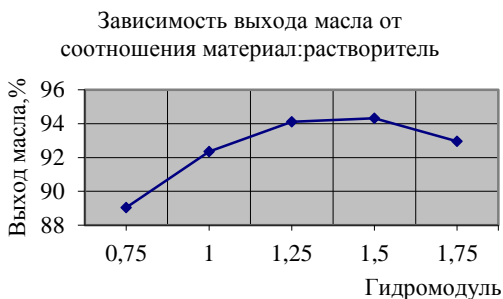
Физико-химические показатели масла, полученного экстракцией этиловым спиртом при СВЧ-нагреве и прессованием, с предварительным прогревом жмыха в ЭМП СВЧ, приведены в таблице 28.

Высокое значение коэффициента рефракции зависит от состава жирных кислот и указывает на большое содержание ненасыщенных кислот, что согласуется с высоким значением йодного числа. Невысокие значения цветного, кислотного и перекисного чисел свидетельствуют о хорошем качестве полученного кедрового масла.

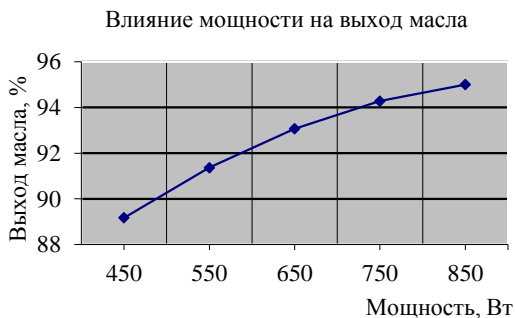
Число омыления показывает содержание функциональных групп, способных реагировать с щелочью, и зависит от количественных соотношений жирных кислот с различной длиной углеродной цепи в составе глицеридов жира, а также от содержания неэтерифицированных жирных кислот, моно- и диглицеридов и неомыляемых веществ. Массовая доля нежировых примесей мала.



а



б



в

Рисунок 7 – Влияние различных факторов на выход масла:
 а – зависимость выхода масла от продолжительности обработки;
 б – зависимость выхода масла от соотношения материал : растворитель;
 в – влияние мощности на выход масла

Таблица 28 – Физико-химическая характеристика кедрового масла

Наименование показателя	Кедровое масло	
	экстракционное	прессовое
Цвет	Золотисто-желтый	
Прозрачность	прозрачное, без осадка	
Вкус и запах	приятный, со слабым привкусом кедрового ореха	
Коэффициент рефракции	1,4775 ± 0,0005	1,4765 ± 0,0005
Кислотное число, мг КОН	0,57 ± 0,02	1,05 ± 0,1
Перекисное число, моль/кг	3,25 ± 0,25	3,25 ± 0,25
Йодное число, г I ₂ /100 г	158,87 ± 0,25	140,44 ± 0,9
Число омыления, мгКОН	198 ± 1	189 ± 1
Цветное число, мг I ₂	7,5 ± 0,5	11 ± 1
Массовая доля нежировых примесей, %	0,053 ± 0,003	0,075 ± 0,025
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	0,05 ± 0,05	0,115 ± 0,05
Массовая доля фосфорсодержащих веществ, % в пересчете на P ₂ O ₅	0,0013 ± 0,0003	0,75 ± 0,05

Массовая доля неомыляемых (стерины, углеводороды, пигменты и др.), фосфорсодержащих веществ в экстракционном масле значительно ниже, чем в прессовом, что объясняется тем, что сопутствующие жирам вещества (фосфолипиды, гликолипиды, воски, красящие вещества и др.) в процессе экстракции переходят в спирт и при дальнейшем отделении они остаются в спиртовом экстракте. Сравнительный анализ с литературными данными показал, что полученное кедровое масло по всем нормируемым показателям соответствует пищевому растительному маслу. А масло, полученное СВЧ-экстракцией этиловым спиртом по ряду показателей (кислотное число, цветное число, массовая доля неомыляемых, фосфорсодержащих веществ) соответствует рафинированным растительным маслам.

Установлено, что метод СВЧ-обработки повышает качество кедрового масла. Об этом свидетельствуют низкие значения кислотного, перекисного чисел и массовой доли нежировых компонентов. Отмечено, что экстракционный метод эффективнее прессового, что связано со снижением температурной обработки и сокращением продолжительности процесса извлечения.

Растительные масла являются главными источниками таких незаменимых функциональных ингредиентов, как полиненасыщенные жирные кислоты: линолевая, линоленовая, а некоторые – их ценных метаболитов – омега-3 жирных кислот. Ненасыщенные жирные кислоты особенно усиленно изучались учеными в течение последних лет. Установлено, что наиболее эффективными функциональными ингредиентами этой группы являются ненасыщенные жирные кислоты с расположением первой двойной связи, считая от СН₃ – группы, между третьим и четвертым углеродными атомами – омега-3 – жирные кислоты. К таким кислотам относятся линолевая, эйкозопентаиловая и декозогексаноиловая кислоты.

Ненасыщенные жирные кислоты участвуют в расщеплении низкоплотных липопротеинов, холестерина, участвуют в гидрогенизационных процессах, предотвращают агрегацию кровяных телец и образование тромбов, снижают воспалительные процессы и т.д.

Исследование фракционного состава кедрового масла проводилось методом тонкослойной хроматографии с использованием денситометрии. Установлено, что 99% масла составляют триацилглицериды. Свободные жирные кислоты, эфиры стероидов, фосфолипиды находятся в незначительных количествах.

Методом газожидкостной хроматографии, с использованием стеклянной колонки, исследован состав жирных кислот (табл. 29). Выявлен широкий спектр кислот с длиной цепи от 14 до 20 углеродных атомов.

Таблица 29 – Данные жирнокислотного состава кедрового масла

Кислоты	Относительное количество, в %
Миристиновая С 14 : 0	0,306
Пальмитиновая С 16 : 0	6,816
Стеариновая С 18 : 0	3,235
Арахидиновая С 20 : 0	0,306
Пальмитоолеиновая С 16 : 1	0,630
Олеиновая С 18 : 1	26,569
Эйкозеновая С 20 : 1	1,078
Линолевая С 18 : 2	40,411
Эйкозодиеновая С 20 : 2	0,524
Линоленовая С 18 : 3	19,650

Как видно из таблицы 29, на долю насыщенных жирных кислот в кедровом масле приходится 11%, мононенасыщенных – 28, полиненасыщенных – 61; содержание олеиновой кислоты (от суммы ненасыщенных кислот) составляет 29,9, линолевой – 45,5, линоленовой – 22,1%.

Высокое содержание полиненасыщенных кислот, в том числе незаменимых жирных кислот, позволяет рекомендовать полученное кедровое масло к использованию в рационе питания человека для полноценной жизнедеятельности организма. Олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты относятся к группе витамина F, который повышает сопротивляемость организма радиоактивному излучению, обеспечивает нормальный рост и обмен веществ в организме, сохраняет эластичность сосудов, способствует удалению холестерина из организма.

В ИК-спектрах кедрового масла полосы поглощения при 1377, 1463, 2855, 2930, 3008 см^{-1} указывают на присутствие алкильных групп (CH , CH_2 , CH_3). Небольшая полоса поглощения при 1652 см^{-1} характерна для колебаний $\text{C}=\text{C}$ связи, а поглощение при 723 см^{-1} отвечает колебаниям групп (CH_2)_n. Наличие интенсивной полосы поглощения при 1747 см^{-1} , а также полосы при 1164 см^{-1} указывает на наличие сложноэфирных групп.

В спектре ЯМР ^1H в области менее 2 м.д. наблюдаются сигналы протонов алкильных групп (CH_3 , CH_2 , CH), рядом с которыми нет электроотрицательных групп или кратных связей. В средней части спектра в области 2,0-2,3 м.д. присутствуют сигналы метиленовых протонов, связанных со сложноэфирными группами ($\text{CH}_2\text{COO}-$), а при 2,7-2,8 м.д. – протонов метиленовых групп, связанных с атомом углерода, имеющим ненасыщенную связь ($-\text{C}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}=\text{C}-$). При 4,1-4,3 м.д. наблюдаются сигналы протонов глицеридных атомов углерода, при 5,2-5,3 м.д. – сигналы протонов ненасыщенных связей ($-\text{HC}=\text{CH}-$).

В спектре ЯМР ^{13}C наблюдаются сигналы в области 14,2-34,2 м.д., соответствующие атомам углерода с насыщенными связями: $-\text{CH}_3$ (14,2-14,4), разные $-\text{CH}_2-$ (22,9-34,2), сигналы атомов углерода с ненасыщенными связями ($-\text{CH}=\text{}$) при 128,1-130,4 м.д. Сигналам карбонильных углеродных атомов

соответствует область 171,7-172,1 м.д., а глицеридных – 62,1-69,3 м.д.

Таким образом, на основе проведенных исследований, была разработана новая технология переработки ядра кедрового ореха с получением экологически чистого кедрового масла.

Исследования химического состава и физико-химических свойств ядра кедрового ореха и его составных частей показывают, что ядра кедрового ореха Байкальской природной территории имеют высокий химический потенциал и могут рассматриваться в качестве сырьевого источника для производства широкого ассортимента продуктов различного функционального назначения.

Комплексный подход к переработке ядра кедрового ореха, основанный на оптимальном использовании его возможностей как ценного сырьевого источника в сочетании с научно обоснованными технологическими решениями, позволит повысить рентабельность переработки кедрового ореха, снизить себестоимость кедрового масла и расширить области его использования, создать широкий ассортимент функциональных технологических, пищевых и биологически активных добавок.

4.2. Исследование химического состава кедрового шрота

Известно, что кедровый орех является не только масличным сырьем, но и источником углеводов и минеральных веществ, которые переходят в шрот после выделения масла.

Следует отметить, что качество кедрового шрота зависит от способа извлечения масла.

В дальнейших исследованиях изучали влияние СВЧ-экстракции этиловым спиртом на химический состав кедрового шрота.

Контролем служил шрот, полученный экстракцией диэтиловым эфиром (табл. 30).

Сравнительные данные показывают, что СВЧ-экстракция этиловым спиртом повышает качество шрота, о чем свидетельствуют низкое содержание жира и более высокое содержание белков.

Таблица 30 – Химический состав кедрового шрота

Наименование показателя	Массовая доля, в % на сухое вещество	
	контроль	опыт
Жиры	2,1	0,6
Белки	44,8	47,1
Углеводы, в т.ч.	45,1	45,4
Крахмал	14,3	14,5
Клетчатка	4,9	5,1
Декстрины	4,0	4,1
Пентозаны	2,4	2,3
Сахароза	11,7	11,3
Раффиноза	7,4	7,6
Глюкоза	0,2	0,2
Фруктоза	0,2	0,3
Зола	5,6	5,2
Прочие вещества	2,4	1,7

Белки кедрового шрота представлены альбуминами, глобулинами, глютаминами и проламинами. Усвояемость белков кедрового ореха составляет 95 %, что сопоставимо с усвояемостью белков куриного яйца [8].

Необходимо отметить, что биологическая ценность кедрового шрота зависит от способа и режимов извлечения кедрового масла, так как глобулярные белки способны подвергаться денатурации, т.е. претерпевать такие изменения пространственного строения, которые приводят к утрате или частичной потере функциональных свойств. Причиной денатурации может стать тепловое воздействие, применение органических растворителей, способных нарушить существенную для стабильности белка систему гидрофобных контактов внутри глобулы.

По данным В.А Руш в белках ядра кедрового ореха содержится повышенное содержание лизина, метионина и триптофана. Лизин наиболее подвержен изменениям в процессе технологической обработки, что объясняется повышенной реактивностью свободных Е-аминогрупп, характеризующих так называемый доступный лизин, который является важным показателем биологической ценности [91, 94].

Учитывая вышеизложенное, изучали влияние способа извлечения кедрового масла на изменение доступного лизина.

Наибольшее снижение доступного лизина в кедровом шроте отмечено при экстракции диэтиловым эфиром. Это объясняется длительным температурным воздействием в течение 4-7 ч, что приводит к денатурации глобулярных белков. Кратковременное воздействие СВЧ-нагревом в течение 6-8 мин.

Экстракция этиловым спиртом позволяет уменьшить денатурационные процессы в белках шрота, о чем свидетельствует небольшое снижение по сравнению с контролем доступного лизина.

Углеводный состав кедрового шрота представлен полисахаридами (крахмал, клетчатка, пентозаны, декстрины) и водорастворимыми олиго- и моносахаридами. Имеющиеся в литературе данные относительно содержания углеводов весьма противоречивы. Нами обнаружено высокое содержание крахмала, клетчатки, декстринов, сахарозы и раффинозы и незначительное количество моносахаридов (см. табл. 30.) Мягкие режимы извлечения кедрового масла уменьшают возможность образования меланоидиновых соединений за счет взаимодействия ди- и моносахаридов с белками шрота, что повышает его пищевую ценность.

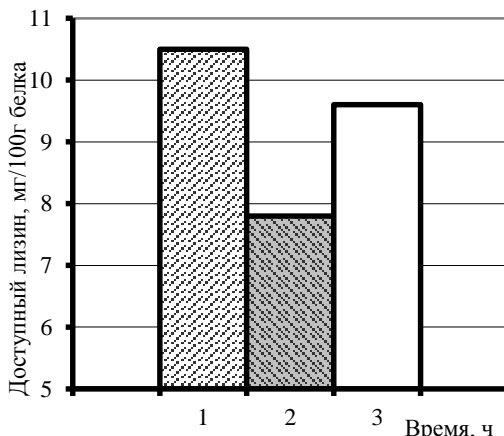


Рисунок 8 – Влияние способа извлечения на изменение доступного лизина в кедровом шроте: 1 – кратковременный контроль, белки ядра кедрового ореха; 2 – кедровый шрот, полученный способом экстракции диэтиловым эфиром; 3 – кедровый шрот, полученный способом СВЧ-экстракции этиловым спиртом

Кедровый шрот содержит большое количество минеральных веществ, которые представлены набором макро- и микроэлементов. Данные таблицы 31 свидетельствуют о высоком содержании калия, магния, железа, цинка и фосфора и др.

Таблица 31 – Содержание макро- и микроэлементов в кедровом орехе и продуктах его переработки, мг/кг

Наименование элемента	Масло	Шрот
Калий	660,25	148,65
Натрий	195,24	31,74
Магний	552,36	175,06
Железо	0,78	5,78
Марганец	1,69	1,61
Медь	0,84	1,17
Цинк	2,38	1,24
Свинец	0,009	0,002
Фосфор	509,82	103,1
Кальций	3,5	2,5

Полученные результаты показывают, что кедровый шрот содержит весь комплекс минеральных веществ и является уникальным природным источником микронутриентов, которые играют важную роль в жизнедеятельности человека.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что СВЧ-обработка этиловым спиртом повышает качество продуктов переработки ядра кедрового ореха.

Глава 5. ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОИЗВОДСТВА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ

5.1. Влияние степени увлажнения кедрового шрота на рост бифидобактерий

Питание является одним из главных факторов, определяющих здоровье человека. Правильное питание обеспечивает нормальный рост и развитие, поддерживает в норме гомеостаз, способствует профилактике многих заболеваний, продлевает жизнь, повышает работоспособность, обеспечивает адаптацию к окружающей среде. В настоящее время накоплено огромное количество данных о связи питания и здоровья [81, 83, 100, 102, 103, 104].

В последнее десятилетие состояние здоровья населения России характеризуется негативными тенденциями. Возрастает общая заболеваемость, сокращается средняя продолжительность жизни. Один из основных факторов ухудшения состояния здоровья связан с изменением структуры питания. В широкомасштабных эпидемиологических исследованиях, проведенных РАМН, установлены следующие нарушения пищевого статуса населения России: дефицит полиненасыщенных жирных кислот в отдельных популяциях отмечен недостатком полноценных белков, дефицитом большинства витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон, причем дефицит микронутриентов выявляется практически во всех группах населения и во всех регионах страны [12, 96, 98, 99, 101]. В комплексе мер Государственной политики в области здорового питания в России предусматривается расширение производства биологически-активных добавок (БАД), создание технологии новых видов продуктов функционального питания, дифференцированных для профилактики различных заболеваний и укрепления защитных функций, снижения риска воздействия вредных веществ. Таким образом, производство и потребление БАД признано сегодня важной государственной задачей.

При создании БАД в последние годы отдается предпочтение использованию натурального сырья. Как видно из полу-

ченных данных, кедровый шрот имеет высокий химический потенциал и может рассматриваться в качестве сырьевого источника для производства широкого ассортимента продуктов функционального питания.

Учитывая высокое содержание полисахаридов и олигосахаридов в кедровом шроте, была выдвинута гипотеза о возможности использования кедрового шрота в качестве пребиотика при производстве бифидосодержащих молочных продуктов [53, 61, 106-110, 112-115].

Известно, что пребиотики – это неусвояемые компоненты пищи, способные благоприятно влиять на здоровье человека путем селективной стимуляции роста и активности одного или нескольких родов полезных бактерий толстого кишечника. Использование природных пребиотиков позволит согласно прогностической модели нового поколения продуктов питания культивировать за счет внесения стимуляторов роста бактерий в различных продуктах питания.

Понятие «пребиотики», впервые сформулированное Р. Гибсон, используется для обозначения веществ или диетических добавок, в большинстве своем не адсорбируемых в кишечнике человека, но благотворно влияющих на организм человека путем селективной стимуляции роста и активизации метаболизма полезных представителей его кишечной микрофлоры. Таким образом, пребиотики можно назвать стимуляторами или промоторами пробиотиков, в частности бифидобактерий.

Кроме того, биологическая обработка шрота позволит повысить усвояемость белков, подвергнутых воздействию денатурирующих факторов, и минеральных веществ.

Одним из условий развития микроорганизмов является наличие в среде свободной влаги. Исходя из этого, было исследовано влияние степени увлажнения кедрового шрота на динамику кислотобразования и рост бифидобактерий.

Увлажнение кедрового шрота осуществляли двумя способами: обезжиренным молоком и водой. После достижения определенной влажности в шрот вносили 5% закваски бифидобактерий. Результаты исследований представлены на рисунках 9-11.

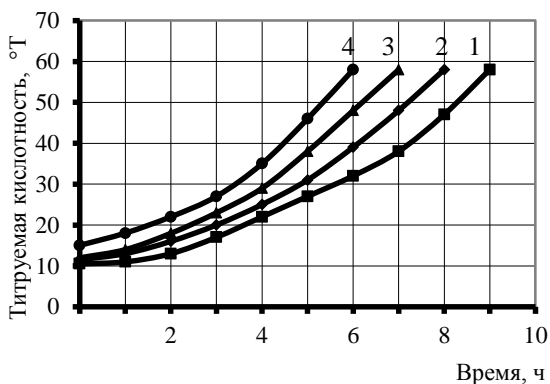


Рисунок 9 – Влияние степени увлажнения кедрового шрота обезжиренным молоком на динамику кислотообразования:
 1 – увлажнение до 30%; 2 – увлажнение до 40%;
 3 – увлажнение до 50%; 4 – увлажнение до 60%

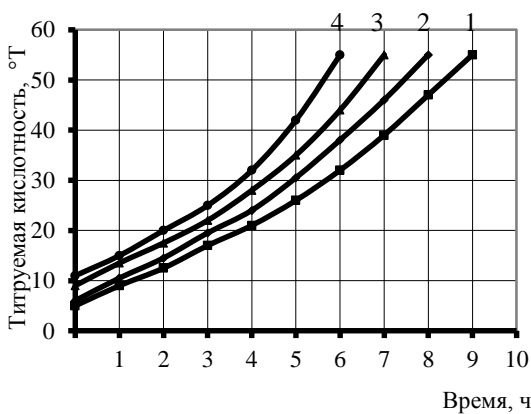


Рисунок 10 – Влияние степени увлажнения кедрового шрота питьевой водой на динамику кислотообразования:
 1 – увлажнение до 30%; 2 – увлажнение до 40%;
 3 – увлажнение до 50%; 4 – увлажнение до 60%

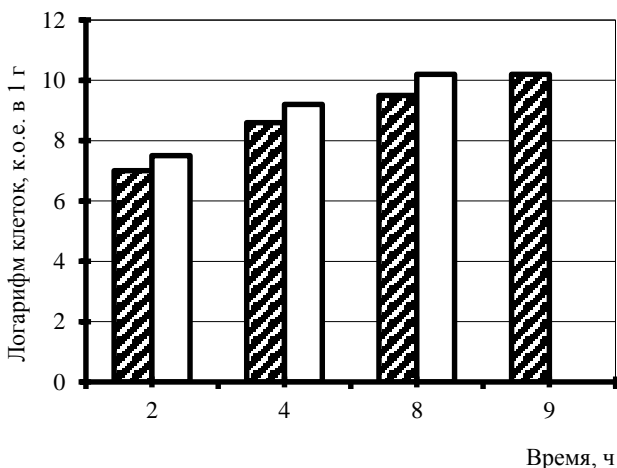


Рисунок 11 – Развитие бифидобактерий в процессе ферментации кедрового шрота:

▨ – при увлажнении водой; □ – при увлажнении молоком

Установлено, что с увеличением степени увлажнения повышается кислотообразующая способность и рост бифидобактерий. Бифидобактерии начинают развиваться в первые часы культивирования и через 6- 8 часов количество клеток составляло 10¹⁰ к.о.е. в 1 г. и различалось в образцах, в зависимости от влажности, только титром бифидобактерий. С учетом дальнейшего гранулирования ферментированной БАД оптимальным является увлажнение шрота до массовой доли влаги 40%.

В результате проведенных исследований нами установлено, что шрот кедрового ореха является хорошей питательной средой для развития бифидобактерий.

5.2. Влияние дозы закваски на биохимические и микробиологические процессы при ферментации кедрового шрота

Одним из важнейших параметров ферментации является доза вносимой закваски.

Кедровый шрот увлажняли горячим обезжиренным молоком до 40 %, охлаждали до 37 °С и вносили различные дозы закваски бифидобактерий – 5 и 10%. Ферментацию проводили при 37 °С – оптимальной для развития бифидобактерий.

Об активности биохимических процессов при ферментации судили по динамике титруемой и активной кислотности, росту клеток, накоплению тирозина и интенсивности молочно-кислого брожения.

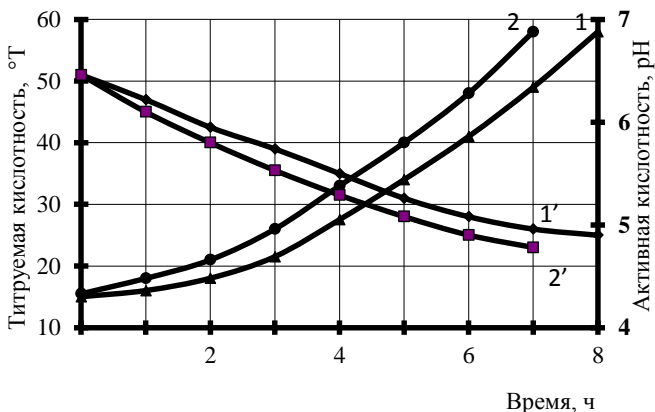


Рисунок 12 – Влияние дозы закваски на активность кислотообразования:

- 1, 1' – массовая доля закваски 5 %;
- 2, 2' – массовая доля закваски 10 %

Как видно из приведенных данных (рис. 12), с увеличением дозы закваски с 5 до 10 % наблюдается повышение титруемой кислотности. При этом продолжительность ферментации сокращается и составляет 1 ч.

Активная кислотность изменяется в соответствии с титруемой и в конце ферментации при внесении 5 и 10% закваски составила 4,95 и 4,79, соответственно. Необходимо отметить, что белки шрота состоят в основном из альбумина и глобулина и превосходят идеальный белок по содержанию гистидина, метионина, цистина и триптофана [87].

Высокая биологическая ценность белков, высокое содержание полисахаридов, олигосахаридов и минеральных ве-

ществ, вероятно создает благоприятные условия для развития бифидобактерий.

Важно подчеркнуть, что прежде чем белки шрота смогут включаться в процесс катаболизма, они должны подвергнуться ферментативному гидролизу до аминокислот. Это связано с тем, что молекулы белка и большинство пептидов не могут проходить через клеточную мембрану, тогда как аминокислоты свободно проходят через нее.

В связи с этим, протеолитическая активность является одним из важнейших свойств бифидобактерий и характеризует их способность расщеплять белки с образованием более простых азотистых соединений.

Учитывая, что информация, касающаяся протеолитической активности бифидобактерий при культивировании в кедровом шроте отсутствует, в дальнейших исследованиях изучали процесс протеолиза белков при ферментации.

О протеолизе белков в процессе ферментации судили по накоплению тирозина и растворимого азота.

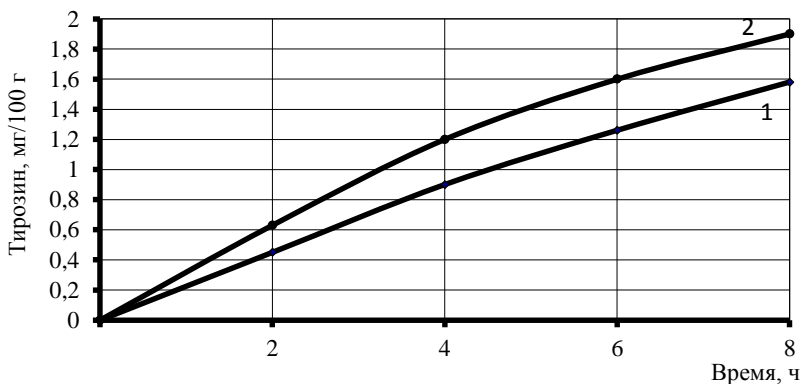


Рисунок 13 – Влияние дозы закваски на протеолиз кедрового шрота:
1 – доза закваски 5 %, 2 – доза закваски 10 %

Из результатов исследований, представленных на рисунке 13, видно, что накопление тирозина во всех образцах идет достаточно интенсивно.

Так, через 4 ч культивирования содержание тирозина при внесении 5 и 10 % закваски составляет 0,72 и 1,15 мг/100 г,

а в конце ферментации содержание тирозина повысилось до 1,6 и 1,9 мг/100 г соответственно. Это свидетельствует о высокой протеолитической активности бифидобактерий, протеиназы которых активно расщепляют глобулярные белки шрота.

Известно, что компактный глобулярный белок, как правило, относительно устойчив к действию протеиназ, поскольку в нем практически нет необходимых для связывания протеолитических ферментов, протяженных «открытых» участков полипептидной цепи. Поэтому атака на первых порах ограничивается расщеплением отдельных петель концевых участков белка. Если же протеолизу подвергается и внутренний участок полипептидной цепи, ставший доступным за счет частичной денатурации белковой глобулы, то пространственная структура дестабилизируется и вся полипептидная цепь оказывается доступной протеолитической атаке [111].

Это дает основание считать, что частично денатурированные белки кедрового шрота активно атакуются протеиназами бифидобактерий с образованием пептидов и свободных аминокислот, что подтверждается нашими исследованиями растворимых азотистых соединений. Установлено, что в процессе ферментации содержание растворимого белкового азота увеличивается и через 4 часа ферментации составляет 1,8 % от общего азота, а в конце ферментации достигает 8,9 %.

Обнаружено, что ферментация кедрового шрота бифидобактериями позволяет максимально снизить влияние денатурирующих факторов на белки шрота при их извлечении.

О высокой биохимической активности бифидобактерий также свидетельствуют активность роста и интенсивность бифидоброжения (рис. 14, 15). Так, через 8 ч культивирования количество жизнеспособных клеток бифидобактерий при внесении 5 и 10 % закваски достигает 109 к.о.е. в 1 см³ и различается только титром бифидобактерий.

С повышением дозы закваски, процесс бифидоброжения интенсифицируется незначительно. Содержание молочной кислоты в конце ферментации при дозах закваски 5 и 10 % составляет 450 и 470 мг/100 г соответственно.

С учетом уменьшения затрат на производство закваски были выбраны следующие рациональные режимы ферментации

кедрового шрота: доза закваски – 5%, продолжительность ферментации – 8 ч.

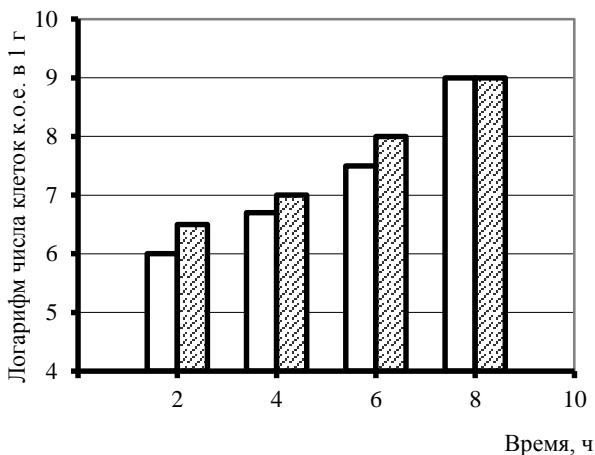


Рисунок 14 – Влияние дозы закваски на рост бифидобактерий:
□ – массовая доля закваски 5 %; ▨ – массовая доля закваски 10 %

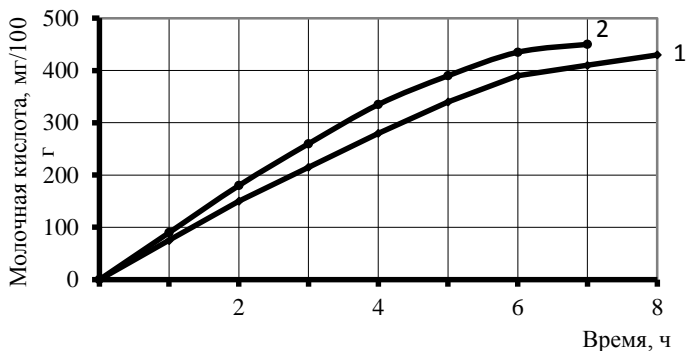


Рисунок 15 – Влияние дозы закваски на динамику молочной кислоты:
1 – доза закваски 5 %; 2 – доза закваски 10 %

В результате проведенных исследований установлено, что бифидобактерии обладают высокой биохимической актив-

ностью при культивировании в кедровом шроте и он может быть использован в качестве пребиотика при производстве молочных продуктов нового поколения.

5.3. Исследование режимов консервирования ферментированного кедрового шрота

В настоящее время сублимационная сушка является наиболее прогрессивным методом обезвоживания, который обеспечивает максимальное сохранение и наилучшую восстанавливаемость при гидратации высушенных продуктов. Кроме того, сублимированные продукты в соответствующей упаковке можно сохранить длительное время без существенных изменений их качества.

В связи с этим в дальнейших исследованиях изучали возможность сохранения качества ферментированного кедрового шрота.

Температурный режим сушки выбирали с учетом термостойкости бифидобактерий. Начальная температура сушки замороженного ферментированного шрота составляла минус 18 °С, досушивание проводили при 40-45 °С. Продолжительность сушки контролировали по остаточной влажности (не более 5 %).

Сухой ферментированный шрот оценивали по следующим показателям: остаточная влажность, растворимость, количество жизнеспособных клеток бифидобактерий.

Высушиванию подвергали три варианта ферментированного шрота: с защитной средой и без нее с предварительным замораживанием при температуре минус 18 °С, а также без защитной среды и предварительного замораживания.

Установлено, что более высокая выживаемость бифидобактерий (90 %) наблюдается при использовании защитной среды и предварительного замораживания. При других условиях также сохраняется высокая выживаемость клеток и составляет 82 и 86 % соответственно. Поэтому предложен более экономичный способ подготовки ферментированного шрота, без защитной среды и предварительного замораживания.

Как показали исследования, высокое содержание углеводов, которые являются естественными криопротекторами, полностью защищает бифидобактерии от необратимых изменений в процессе замораживания и высушивания, и вероятно, этим можно объяснить высокое количество жизнеспособных клеток бифидобактерий в сухом ферментированном шроте.

Выживаемость бифидобактерий зависит от количества оставшейся внутриклеточной воды и равномерности обезвоживания. А это, в свою очередь, находится в прямой зависимости от продолжительности высушивания. Установлено, что оптимальные значения остаточной влажности 5 % и количество клеток бифидобактерий $(8-9) \cdot 10^9$ к.о.е. в 0,1 г наблюдались через 5-6 часов сушки.

В результате математической обработки данных были установлены функциональные зависимости количества остаточной влажности и продолжительности сушки в виде уравнения:

$$y = 1 / 0,0132x + 0,0094$$

и количества жизнеспособных клеток от продолжительности высушивания в виде уравнения:

$$y = 2,35 \cdot 106 \cdot x^2 + 3,4 \cdot 107x - 2,7 \cdot 106.$$

Коэффициенты корреляции равны 0,89 и 0,98 соответственно.

Качественная характеристика биологически активной добавки представлена в таблице 32.

Как следует из данных таблицы 32, увлажнение молоком и последующая ферментация повышают органолептические свойства готового продукта. Высокое количество жизнеспособных клеток бифидобактерий придает БАД дополнительные свойства пробиотика, регулирующего состав микрофлоры желудочно-кишечного тракта человека.

На основании проведенных исследований создана комплексная БАД «синбиотик», включающая пробиотик, бифидобактерии и пребиотические вещества, пищевые волокна, полисахариды и олигосахариды, микронутриенты.

Таблица 32 – Качественная характеристика БАД

Показатель	БАД при увлажнении шрота молоком	БАД при увлажнении шрота водой
Внешний вид	сухие пористые гранулы размером 10-20 мм	сухие пористые гранулы размером 10-20 мм
Вкус и запах	чистый, кисломолочный с выраженным привкусом кедрового ореха	чистый, с привкусом кедрового ореха
Цвет	кремовый	кремовый
Массовая доля влаги, %	4 ± 0,6	4 ± 0,5
Гидрофильность, %	80 ± 1	82 ± 2
Количество клеток бифидобактерий, к.о.е в 0,1 г	(9-10)*10 ⁹	(8-9)*10 ⁹
Бактерии группы кишечных палочек в 0,1 г	отсутствуют	отсутствуют
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 25 г	отсутствуют	отсутствуют

Известно, что действие синбиотиков основано на синергизме комбинаций пробиотиков и пребиотиков, за счет которого наиболее эффективно не только имплантируются вводимые микроорганизмы – пробиотики в желудочно-кишечный тракт хозяина, но и стимулируется его собственная микрофлора.

5.4. Исследование сроков хранения сухого ферментированного шрота

Известно, что повреждение клеток и инактивация части микробной популяции происходит не только во время обезвоживания, но и при хранении сухих продуктов.

В связи с этим проведена оценка сухого ферментированного шрота в процессе хранения по таким показателям как количество жизнеспособных клеток и влажность.

Анализу был подвергнут сухой ферментированный шрот, заложенный на хранение 3, 6, 9, 12 месяцев при темпера-

туре 4-6 °С. Одним из важных показателей резистентности клеток при хранении является их количество или выживаемость. Данный показатель зависит от остаточной влажности и условий хранения продукта. Изменение количества клеток бифидобактерий в процессе хранения показано на рисунке 16.

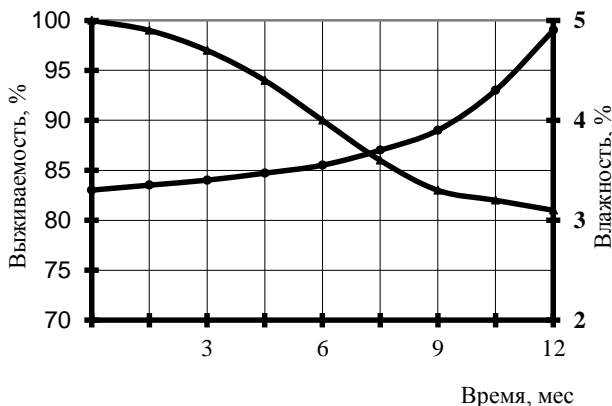


Рисунок 16 – Выживаемость бифидобактерий при хранении БАД

Коэффициент корреляции составляет 0,95. Функциональная зависимость рассматриваемых величин имеет следующее математическое выражение:

$$y = (-0,029x^2 - 0,115x + 7,27) * 1010,$$

где y – выживаемость клеток бифидобактерий, %;

x – влажность препарата, %.

Полученные данные свидетельствуют, что по истечении 6 мес хранения количество клеток в концентрате уменьшилось на 9,8 %.

При дальнейшем хранении отмечалось снижение количества клеток, и через 12 месяцев хранения показатель выживаемости составил 80,4 %.

Однако абсолютное значение жизнеспособных клеток бифидобактерий осталось на высоком уровне – $7 \cdot 10^9$ к.о.е. в сухом ферментированном шроте, полученном при увлажнении молоком, и $5 \cdot 10^9$ к.о.е. – при увлажнении водой. Через 12 мес эти значения снизились до $3 \cdot 10^9$ и $2 \cdot 10^9$ соответственно (рис. 17).

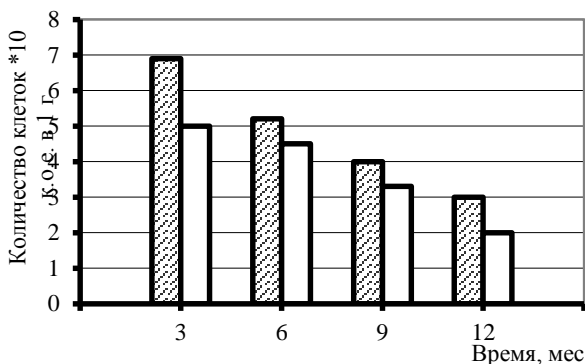




Рисунок 17 – Изменение количества клеток бифидобактерий:  – в процессе хранения сухой ферментированный шрот, полученный увлажнением молоком;  – сухой ферментированный шрот, полученный увлажнением водой шрота

Высокая выживаемость клеток бифидобактерий в процессе хранения вероятно обусловлена тем, что в данном случае составные части кедрового шрота (белки и углеводы) выступают в качестве естественного криопротектора и оказывают защитное действие на клетки в процессе длительного хранения.

5.5. Разработка технологии получения биологически активной добавки «Биошрот»

Как свидетельствуют результаты исследований, кедровый шрот обладает высокой пищевой ценностью, обусловленной содержанием высокоусвояемых глобулярных белков, углеводов, в состав которых входят высокомолекулярные полисахариды, олигосахариды и моносахариды, пищевые волокна, минеральные вещества.

Разработанные условия ферментации шрота закваской бифидобактерий повышают органолептические свойства и биологическую ценность продукта. Культивирование бифидобактерий в кедровом шроте позволяет получить пробиотический продукт, содержащий пребиотические вещества, что повышает его функциональные свойства.

На основании проведенных исследований разработана технология производства биологически активной добавки, обладающей полифункциональными свойствами.

Технологический процесс осуществляется по следующей схеме (рис. 18).

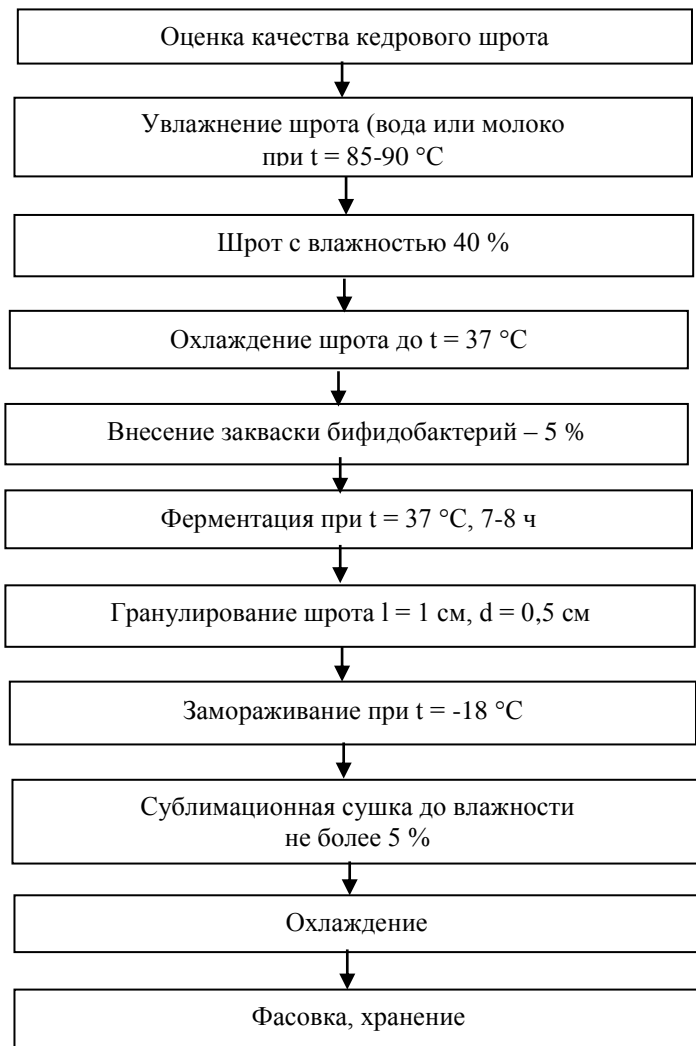


Рисунок 18 – Технологическая схема производства БАД

Кедровый шрот должен удовлетворять ТУ 9146-032-02069473-2002.

По органолептическим показателям кедровый шрот должен соответствовать требованиям, приведенным в таблице 33.

Таблица 33 – Органолептические показатели кедрового шрота

Наименование показателя	Содержание характеристики
Цвет	от белого до желто-серого. Допускается наличие частиц более темного цвета
Вкус и запах	свойственные ядру кедрового ореха, без постороннего привкуса и запаха

По физическо-химическим показателям продукт должен соответствовать требованиям, приведенным в таблице 34.

Таблица 34 – Физическо-химические показатели

Наименование показателя	Значение показателя
Влажность шрота, % не более	3,0
Содержание металлопримесей, мг/кг:	
Частицы размером до 2 мм включительно, не более	7,0
Частиц размером более 2 мм и с острыми режущими краями	не допускается
Массовая доля остаточного количества растворителя (этилового спирта), % не более	0,1
Посторонние примеси (камешки, стекло)	не допускаются
Активность уреазы (изменение рН за 30 мин), не менее	0,1
Зараженность вредителями или наличие следов заражения	не допускается

По микробиологическим показателям продукт должен соответствовать требованиям САНПИН 2.3.2.560-96 (индекс 6.9.1.3), приведенным в таблице 35.

Таблица 35 – Микробиологические показатели

Наименование показателя		Значение показателя
КМАФАнМ, к.о.е./г, не более		5 * 10 ⁴
Масса продукта (г) в котором не допускается	БГКП (колиформы)	0,1
	Патогенные в том числе сальмонеллы	25
Плесени, к.о.е./г, не более		10

Кедровый шрот увлажняют водой или обезжиренным молоком при $t = 85-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ до массовой доли влаги 40 %, охлаждают до $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, вносят 5 % закваски бифидобактерий и оставляют для ферментации в течение 8 ч.

Ферментированный кедровый шрот гранулируют, а затем подвергают сублимационной сушке до содержания влаги не более 5 %, затем охлаждают, фасуют и хранят при $t = 6-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 12 мес.

Глава 6. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БИФИДОСОДЕРЖАЩЕГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА С КЕДРОВЫМ ШРОТОМ

6.1. Исследование биохимической активности бифидобактерий при культивировании в молоке с кедровым шротом

Кедровый шрот обладает не только высокой пищевой ценностью, но и важными функциональными свойствами. Установлено, что увлажненный кедровый шрот является хорошей питательной средой для бифидобактерий [59].

В связи с этим изучена возможность использования кедрового шрота, полученного по разработанной технологии, при производстве бифидосодержащего кисломолочного продукта.

Для приготовления кисломолочного продукта молоко нормализовали до массовой доли жира 2,5 %, пастеризовали при температуре 90-92 °С с выдержкой 2-3 мин, охлаждали до температуры заквашивания 37 °С. Затем вносили различные дозы кедрового шрота, предварительно растворенного в пастеризованном и охлажденном до 60-65 °С молоке, вносили 5 % закваски бифидобактерий и оставляли для сквашивания. Контролем служил образец, приготовленный без внесения шрота.

Результаты исследований, представленные в таблице 36, показывают, что с увеличением дозы кедрового шрота кислотообразующая способность бифидобактерий повышается.

При количественном учете бифидобактерий обнаружено, что при всех дозах шрота в конце ферментации количество жизнеспособных клеток бифидобактерий составляет 1010 к.о.е. в 1 см³.

Для уточнения технологических параметров получения кисломолочного продукта изучали влияние кедрового шрота на продолжительность сквашивания молока.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что внесение кедрового шрота сокращает продолжительность сквашивания на 4 ч. Титруемая кислотность сгустка

опытного образца через 4 ч культивирования составляет 57 °Т (рис. 19) Активная кислотность (рН) изменялась в соответствии с титруемой и в конце сквашивания составила 4,8-4,95.

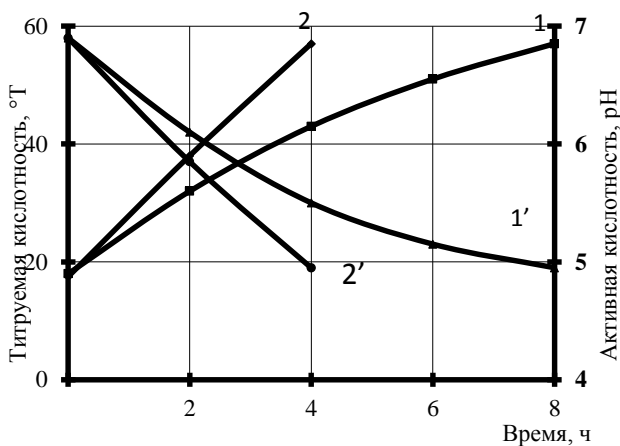


Рисунок 19 – Влияние кедрового шрота на процесс сквашивания молока бифидобактериями: 1 : 1' – контроль, без шрота 2 : 2' – 3 % шрота

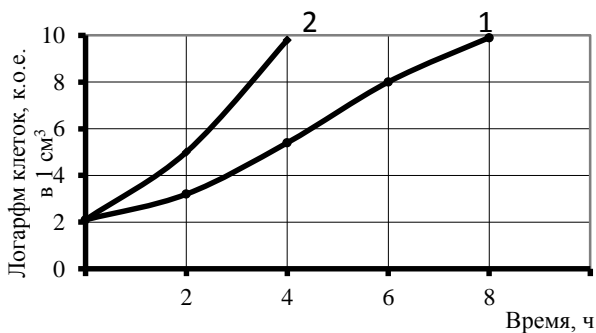


Рисунок 20 – Влияние кедрового шрота на рост бифидобактерий: 1 – контроль (без шрота); 2 – 3 % шрота

Таблица 36 – Влияние дозы вносимого шрота на биохимическую активность бифидобактерий

Доза шрота, %	Титруемая кислотность, °Т			Количество клеток бифидобактерий, к.о.е. в 1 см ³	
	Продолжительность сквашивания, ч				
	2	4	5	2	4
2	40	51	56	3*109	2*1010
3	43	55	59	4*109	5*1010
4	47	66	–	8*109	5*1010
5	48	69	–	10*109	8*1010

Необходимо отметить более интенсивный рост бифидобактерий в молоке с внесением шрота. Количество жизнеспособных клеток бифидобактерий в опытном образце через 4 ч культивирования составляет 1010 в 1 см³, тогда как в контрольном через 8 ч достигает 109 в 1 см³ (рис. 20).

Это свидетельствует о том, что кедровый шрот обладает бифидогенными свойствами и является высокоэффективным стимулятором роста бифидобактерий.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что добавление кедрового шрота повышает биохимическую активность бифидобактерий и сокращает продолжительность сквашивания.

6.2. Исследование влияния кедрового шрота на процесс бифидоброжения

Известно, что бифидобактерии характеризуются специфическим типом брожения, который не соответствует ни гомоферментативному, ни гетероферментативному молочнокислому брожению. Несмотря на то, что этот вид брожения имеет единственный в своем роде биохимический механизм превращения глюкозы, основным конечным продуктом является молочная кислота. Брожение, осуществляемое бифидобактериями, составляет важную часть ее метаболизма, так как в процессе превращения глюкозы происходит мобилизация химической энергии для поддержания биосинтеза, которая запасается в форме АТФ –

веществ с высокой реакционной способностью. Бифидобактерии продуцируют L(+) молочную кислоту, которая является наиболее физиологичной для человека и целенаправленно используется организмом.

В связи с этим представляется важным изучение влияния кедрового шрота на образование молочной кислоты в процессе ферментации молока. Результаты исследований представлены на рисунке 21.

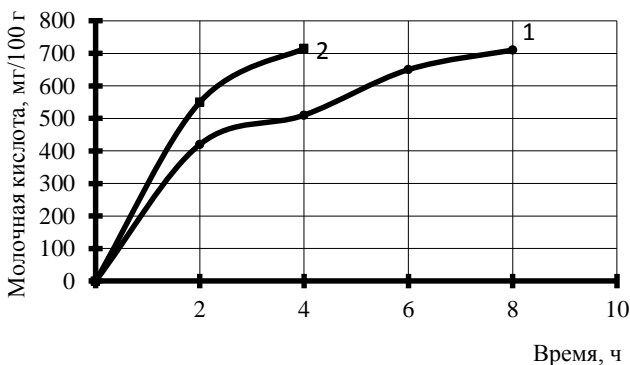


Рисунок 21 – Динамика накопления кислоты в кисломолочном продукте с кедровым шротом: 1 – контроль (без шрота); 2 – 3% шрота

Представленные данные свидетельствуют о том, что внесение кедрового шрота в молоко интенсифицирует процесс молочнокислого брожения и сокращает в два раза продолжительность сквашивания молока. Обнаружено, что при культивировании бифидобактерий в молоке с кедровым шротом через 4 ч образуется 700 мг/100 г молочной кислоты, тогда как в контрольном образце такое же количество молочной кислоты отмечено через 8 ч ферментации молока. Образование молочной кислоты определяет биохимические свойства кисломолочного продукта, имеет существенное значение для формирования белкового сгустка и консистенции готового продукта. Кроме того, молочная кислота придает приятный кисловатый вкус кисломолочному продукту.

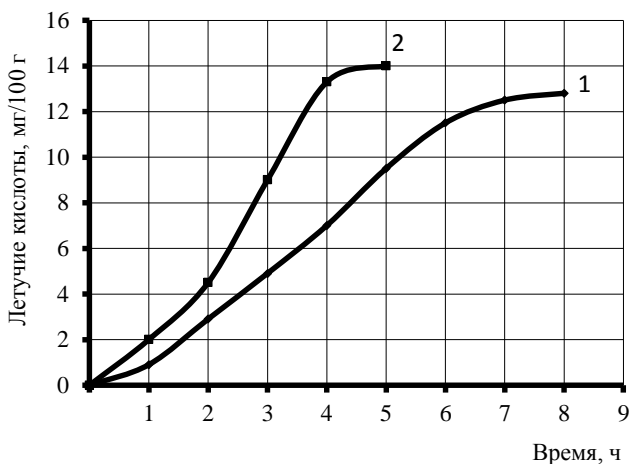


Рисунок 22 – Динамика накопления летучих кислот в кисломолочном продукте с кедровым шротом: 1 – контроль (без шрота); 2 – 3% шрота

При изучении летучих кислот выявлено, что внесение кедрового шрота способствует их накоплению. Как видно из рисунка 22, в процессе сквашивания накопление летучих кислот в кисломолочном продукте с использованием кедрового шрота идет значительно быстрее, чем в контрольном образце без шрота.

Во всех образцах обнаружены муравьиная, уксусная, пропионовая и масляная кислоты (табл. 37).

Таблица 37 – Количественный и качественный состав летучих жирных кислот

Содержание органических кислот, мг/100 г	Кисломолочный продукт	
	контроль без шрота	с использованием шрота
Муравьиная	0,41	0,5
Уксусная	11,09	12,93
Пропионовая	0,54	0,63
Масляная	0,28	0,44
Общее содержание	1,32	14

В количественном отношении во всех образцах преобладает уксусная кислота, что является особенностью бифидобактерий, которые в отличие от молочнокислых продуцируют повышенное количество летучих кислот при сбраживании сахаров.

Летучие кислоты, особенно уксусная, которая активно накапливается в продукте, участвуют в формировании специфического запаха и вкуса кисломолочного продукта. Достаточно высокое содержание ароматических соединений присутствует в самом шроте и в сочетании с продуктами брожения бифидобактерий создает особый аромат и вкус в готовом продукте.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что использование кедрового шрота интенсифицирует процесс молочнокислого брожения и образования летучих кислот при ферментации молока бифидобактериями.

6.3. Изучение влияния шрота на реологические свойства кисломолочного продукта

Важным показателем качества кисломолочного продукта является его консистенция. Основная цель технологического процесса производства кисломолочного продукта – получение прочного, эластичного сгустка, способного удерживать влагу.

Многочисленными исследованиями, основанными на изучении изменения вязкости, оптической плотности молока и других показателей, было доказано, что при постепенном понижении рН молока и приближении его к изоэлектрической точке происходит формирование единой пространственной сетки молочного сгустка, в петли которой захватывается дисперсионная среда с шариками жира и другими составными частями молока.

Согласно теории Я.И. Френкеля, причина увеличения вязкости раствора заключается в уменьшении подвижности молекул воды, вследствие их взаимодействия с растворенными веществами, и образованием агрегатов, имеющих низкую подвижность. С этой точки зрения причиной повышения вязкости молока с повышением титруемой кислотности является образование прочных белковых структур. Молочная кислота, накапливающаяся в результате деятельности бифидобактерий, способ-

ствуется повышению стойкости продуктов и влияет на физические свойства образовавшегося сгустка.

Характер сгустков кисломолочных продуктов различный и зависит от многих факторов.

В этой связи представляет интерес исследование влияния кедрового шрота на процесс формирования структуры сгустка.

Согласно данным П.А. Ребиндера, при структурообразовании дисперсных систем могут образоваться два типа пространственных структур – коагуляционные (тиксотропно-обратимые) и конденсационные (необратимо-разрушающиеся).

Структурированные системы, возникающие в молоке при выработке кисломолочных продуктов, как структуры смешанного типа, должны содержать необратимо-разрушающиеся и тиксотропно-обратимые связи. Данные по изменению эффективной вязкости кисломолочного продукта в зависимости от дозы кедрового шрота представлены на рисунке 23 и в таблице 38

Анализ данных рисунка 23 свидетельствует о тесной взаимосвязи между дозой шрота и вязкостью кисломолочного продукта. Решающее влияние на формирование структуры оказывают высокомолекулярные полисахариды и олигосахариды шрота, которые обладают высокой влагосвязывающей способностью и повышают вязкость сгустков.

Таблица 38 – Влияние дозы шрота на эффективную вязкость кисломолочного продукта

Доза шрота, %	Эффективная вязкость, Па*с*10 ³		
	hн	hp	Hв
0	78,4	7,5	10,1
2	93,5	41,3	63,1
3	115,9	65,5	84,3
4	129,8	95,7	111,9
5	137,6	99,3	121,2

Данные, представленные в таблице 38, показывают, что во время формирования сгустка при выработке кисломолочного продукта без добавления шрота образуются в основном необра-

тимо-разрушающиеся связи. Тиксотропно-обратимых связей в ней мало. С повышением дозы шрота в кисломолочном продукте наблюдается меньшая потеря вязкости при разрушении структуры и увеличение тиксотропно-обратимых связей по сравнению с контролем.

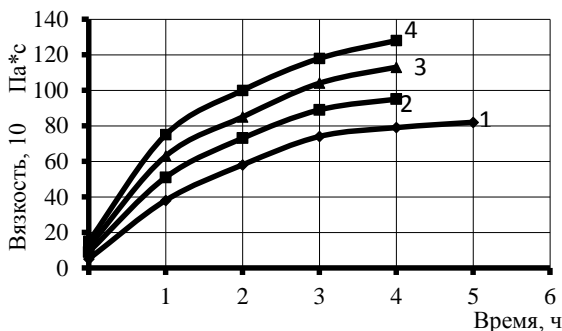


Рисунок 23 – Изменение вязкости в процессе сквашивания молока с различными дозами кедрового шрота: 1 – 2% шрота; 2 – 3% шрота; 3 – 4% шрота; 4 – 5% шрота

Внесение различных доз шрота также способствует снижению степени и скорости отделения сыворотки (рис. 24).

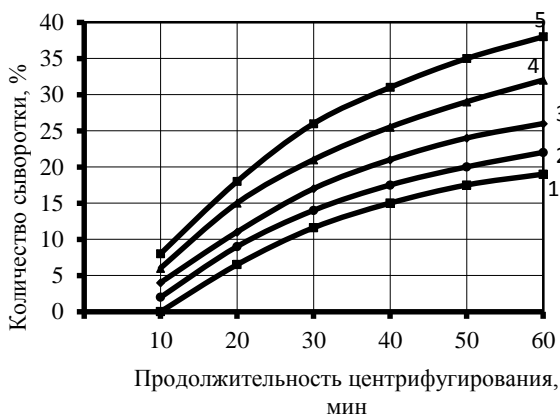


Рисунок 24 – Изменение степени и скорости отделения сыворотки с различными дозами кедрового шрота: 1 – без шрота; 2 – 2% шрота; 3 – 3% шрота; 4 – 4% шрота; 5 – 5% шрота

Снижение степени синерезиса можно объяснить высокой влагоудерживающей способностью составных частей шрота: белков, крахмала, олигосахаридов.

Таким образом, изменяя дозу кедрового шрота, можно получить сгустки с определенными структурно-механическими и синергическими свойствами.

6.4. Исследование химического состава кисломолочного продукта с добавлением кедрового шрота

Согласно представлениям современной диетологии, человеческий организм должен получать с пищей более 600 необходимых пищевых веществ. Расчеты показывают, что даже при достаточном продовольственном обеспечении потребность в микронутриентах полностью удовлетворить невозможно или общее количество пищи и ее калорийность будут существенно выше нормального потребления, что будет повышать риск развития ожирения и сопутствующих ему заболеваний. Связано это также еще и с тем, что современный человек существенно сократил свои энергозатраты. Необходимое адекватное уменьшение объема съедаемой пищи не позволяет насытить организм всеми необходимыми пищевыми веществами, прежде всего микронутриентами. К тому же рафинирование, кулинарная обработка, консервирование, длительное хранение продуктов приводят к существенному уменьшению содержания в них витаминов, макро- и микроэлементов и других микронутриентов [63, 80, 82, 121].

В связи с этим даже в развитых странах хронические алиментарные дефициты становятся обыденным явлением. То же можно сказать и в отношении дефицита некоторых макро- и микроэлементов, таких как калий, железо, цинк, магний и др. По мнению многих специалистов наиболее быстрым, экономически приемлемым и научно обоснованным путем решения данной проблемы является создание продуктов питания, обогащенных вышеперечисленными веществами [132-141, 144-149].

Учитывая высокое содержание биологически активных веществ в кедровом шроте, он является перспективным натуральным обогатителем пищевых продуктов.

В первой серии опытов изучали содержание калия, цинка, железа и магния в кисломолочном продукте, выработанном с добавлением шрота. Полученные результаты представлены в таблице 39.

Таблица 39 – Содержание микронутриентов в кисломолочном продукте

Массовая доля содержания микронутриентов, мг/100 г	Кисломолочные продукты	
	без добавления шрота	с добавлением шрота
Калий	143	191±3
Магний	17	67±1
Железо	0,08	1,8
Цинк	4	12,8

Анализ данных таблицы показывает, что внесение шрота повышает содержание микронутриентов в продукте.

В дальнейших исследованиях изучали содержание белка, углеводов, растворимых и нерастворимых пищевых волокон в кисломолочном продукте (табл.40)

Таблица 40 – Содержание белка, углеводов, растворимых и нерастворимых пищевых волокон в кисломолочном продукте

Содержание веществ	Кисломолочные продукты	
	без добавления шрота	с добавлением шрота
Белки, %	3,2	4,1
Углеводы, %	4,7	4,9
Пищевые волокна, мг/100 г	–	0,59
Растворимые пищевые волокна, мг/100 г	–	0,44
Нерастворимые пищевые волокна, мг/100 г	–	0,15

Как видно из данных таблицы 40, в продукте увеличивается содержание белка и углеводов за счет внесения шрота и он дополнительно обогащается пищевыми волокнами.

В результате проведенных исследований установлено, что добавление кедрового шрота в молоко улучшает функциональные свойства кисломолочного продукта за счет его обогащения незаменимыми факторами питания.

6.5. Исследование стойкости кисломолочного продукта в процессе хранения

В условиях рыночной экономики сроки хранения являются одним из наиболее важных факторов, позволяющим предприятиям регулировать сбыт продукции.

Потребительские свойства кисломолочных продуктов зависят не только от биологической и пищевой ценности, но и от таких показателей как вкус, внешний вид, консистенция, хранимоспособность.

Дальнейшие экспериментальные исследования были посвящены изучению качественных показателей продукта в процессе хранения.

Результаты исследований представлены в таблице 41.

Таблица 41 – Изменение качественных показателей кисломолочного продукта в процессе хранения

Сроки хранения, сутки	Титруемая кислотность, °Т	Количество жизнеспособных клеток, к.о.е. в 1 см ³	Органолептические показатели
1	56	6*10 ¹⁰	без посторонних привкусов и запахов
2	56	6*10 ¹⁰	
3	56	6*10 ¹⁰	
4	58	5*10 ¹⁰	
5	60	3*10 ¹⁰	
6	63	2*10 ¹⁰	
7	65	2*10 ¹⁰	
8	67	8*10 ⁹	наблюдается изменение органолептических показателей
9	70	8*10 ⁹	

Как показывают данные таблицы, продукт без изменения качественных показателей может храниться в течение недели.

Дальнейшее хранение приводит к изменению органолептических свойств, при этом количество жизнеспособных клеток остается на достаточно высоком уровне – 109 в 1 см³. Заслуживает внимания медленное повышение титруемой кислотности в процессе хранения. Это, вероятно, связано с высокой влагоудерживающей способностью шрота и снижением активности воды.

Для улучшения органолептических свойств и удлинения сроков хранения исследовали возможность использования БАДа «Веторон», в состав которой входит β-каротин в водорастворимой форме. Установлено, что добавление препарата перед пастеризацией гарантирует микробиологическую чистоту продукта.

β-каротин, содержащийся в кисломолочном продукте, является антиоксидантом, обладает защитными свойствами, выступает в качестве провитамина А, придает продукту желто-оранжевый цвет.

Многочисленными исследованиями последних лет доказано, что обогащение рациона питания β-каротином снижает риск онкологических заболеваний и стимулирует иммунную систему.

В результате проведенных исследований установлено, что кисломолочный продукт «Бифидокедр» с β-каротином может храниться без изменений качества в течение двух недель.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что внесение β-каротина повышает потребительские свойства и хранимоспособность кисломолочного продукта.

6.6. Технология кисломолочного продукта «Бифидокедр»

На основании исследований влияния кедрового шрота на биохимические и микробиологические процессы, формирования сгустка в процессе сквашивания молока была разработана технология кисломолочного продукта «Бифидокедр».

В качестве закваски для приготовления продукта была использована культура бифидобактерий *B. Longum* B. 379 М, способная приживаться в кишечнике, регулировать минеральный обмен и оказывать антагонистическое действие на развитие различных патогенных микроорганизмов.

Технологическая схема представлена на рисунке 25.

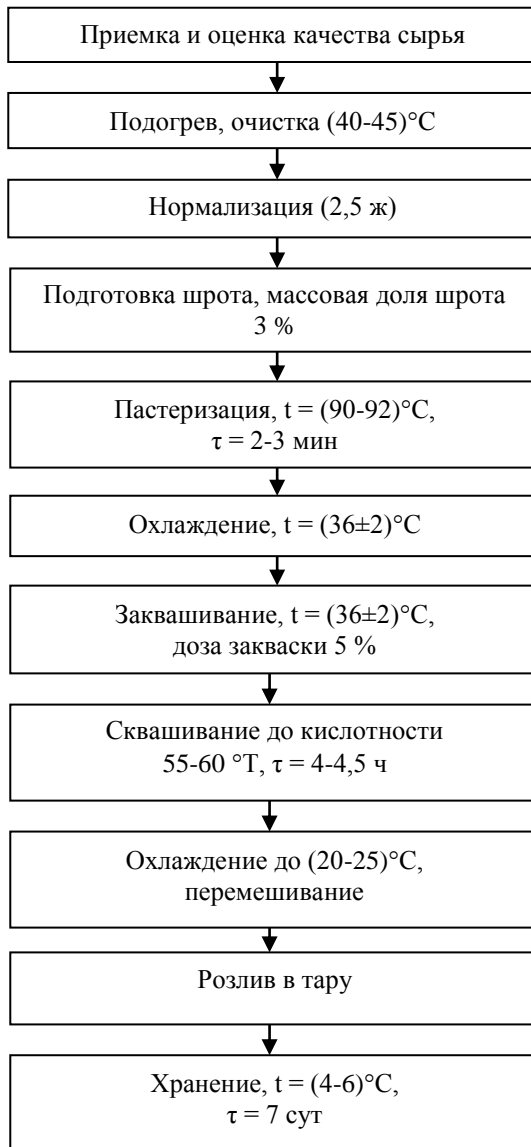


Рисунок 25 – Технологическая схема кисломолочного продукта «Бифидокедр»

Особенностью предлагаемой технологии является подготовка и внесение кедрового шрота в молоко. Кедровый шрот растворяют в небольшом количестве пастеризованного и охлажденного до 40-45 °С молока, затем молоко с кедровым шротом нагревают до $t = 65\text{ °С}$ и выдерживают в течение 30 мин, охлаждают до 37 °С и смешивают с молоком перед заквашиванием.

Качественная характеристика готового продукта представлена в таблице 42.

Таблица 42 – Качественные показатели кисломолочного напитка «Бифидокедр»

Наименование показателя	Значение показателя
Внешний вид и консистенция	однородная, вязкая, допускаются включения мелких частиц кедрового шрота
Вкус и запах	чистый, кисломолочный со специфическим привкусом кедрового ореха
Цвет	молочно-белый или с кремовыми оттенком
Продолжительность сквашивания, ч	$4,5 \pm 0,5$
Кислотность, °Т	56 ± 2
Массовая доля жира, %	2,5
Массовая доля белка, %	$4,1 \pm 0,1$
Массовая доля углеводов, %	$4,9 \pm 0,05$
Пищевые волокна, г/100 г, в том числе	$0,59 \pm 0,02$
Растворимые	$0,44 \pm 0,02$
Нерастворимые	$0,15 \pm 0,02$
Калий, мг/100 г	191 ± 3
Магний, мг/100 г	67 ± 1
Железо, мг/100 г	$1,80 \pm 0,03$
Цинк, мг/100 г	$12,8 \pm 0,3$
Количество живых клеток бифидобактерий, к.о.е. в 1 см^3	$(5 - 7) * 10^{10}$
Бактерии группы кишечных палочек в $0,01\text{ см}^3$	отсутствуют
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы в 25 см^3	отсутствуют

Таким образом, разработанный кисломолочный продукт «Бифидокедр» характеризуется хорошими органолептическими свойствами с ярко выраженным привкусом кедрового ореха и содержит пищевые волокна и высокое количество жизнеспособных клеток бифидобактерий.

ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований разработана принципиально новая технология переработки ядра кедрового ореха, которая позволяет получить экологически чистые высококачественные продукты, кедровое масло и шрот.

Установлено, что бифидобактерии активно ферментируют кедровый шрот и основными факторами, влияющими на процесс ферментации, являются доза закваски и степень увлажнения.

Выявлено, что при увлажнении кедрового шрота обезжиренным молоком повышается биохимическая активность бифидобактерий.

Высокое содержание углеводов в ферментированном шроте оказывает защитное действие на бифидобактерии при консервировании, что исключает использование криопротекторов.

Разработана технология сухой БАД, обладающей полифункциональными свойствами.

Выбраны и обоснованы технологические режимы производства кисломолочного продукта с использованием кедрового шрота.

Установлено, что кедровый шрот является высокоэффективным стимулятором роста бифидобактерий, интенсифицирует процесс брожения и сокращает продолжительность ферментации молока.

Использование кедрового шрота повышает структурно-механические свойства кисломолочного продукта.

Библиография

1. Азаров Б.М., Васильев А.А., Будаев Ю.С. Пищевая ценность ореха кедра сибирского и направления его использования в кондитерской и хлебопекарной промышленности // Биохим. и технол. процессы в пищ. пром-ти. – Иркутск; Улан-Удэ, 1985. – С. 48–53.
2. Актуальные вопросы гигиены питания на современном этапе // Сб. науч. тр. / отв. ред. А.И. Потапов. – М., 1991. – С. 124.
3. Артамонов В.И. Сосна сибирская // Наука и жизнь. –1990. – № 1. – С. 158–160.
4. Арутюнян Н.С. Аришева Е.А. Лабораторный практикум по химии жиров. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – С. 35–52.
5. Арчаков А.И. Ипатова О.М., Прозоровская Н.Н. Питание и здоровье: биологически активные добавки к пище. – М., 1996. – С. 10.
6. Бабенко Г.А. О влиянии микроэлементов на обмен веществ и реактивность организма // Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. – М., 1974. – С. 61–73.
7. Бадмацыренов Б.В., Хантургаева Г.И., Хантургаев А.Г. и др. Экстракция липидов из семян сосны сибирской // Тр. ВСГТУ. – Улан-Удэ, 2001. – С. 18–22.
8. Банков В.Г., Болотова М.Н., Карпенко Л.В. Определение состава жирных кислот масла кедрового ореха методом хроматографии // Применение хроматографии в пищевой, микробиологической и медицинской промышленности: материалы всерос. конф. – М., 1990. – С. 34, 54–57.
9. Беляев Е.Н. Мониторинг питания и качество пищевых продуктов в системе социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации // Вопросы питания. – 1996. – № 3. – С. 3–8.
10. Бех И.А., Таран И.В. Сибирское чудо-дерево. – Новосибирск, 1979. – С. 126.
11. Блохина И.Н., Соколова К.Я. Биологические препараты для профилактики и лечения заболеваний, вызванных условно-патогенными микроорганизмами: сб. науч. тр. МНИИЭМ им. Габричевского «Бифидобактерии и их использование в клинике, медицинской промышленности и сельском хозяйстве». – М., 1986. – С. 53–58.
12. Богатырев А.Н., Большаков О.В., Рогов И.А. и др. Формирование и реализация научно-технической политики в области здорового питания // Материалы междунар. науч.-техн. конф. – М., 1995. – С. 14–16.

13. Богатырев А.Н., Кряжев В.И. Новый элитный продукт – масло «Кедровый промысел» // Пищевая промышленность. – 1999. – № 1. – С. 29.
14. Бок Р. Методы разложения в аналитической химии: пер. с англ. – М.: Химия, 1984. – С. 432.
15. Браун Д., Флойд А., Сейнсбери М. Спектроскопия органических веществ. – М.: Мир, 1984. – С. 114–123.
16. Венчиков А.И. Применение микроэлементов в медицине в качестве биотиков // Микроэлементы в медицине. – Киев, 1977. – Вып. 7. – С. 10–13.
17. Владимиров Ю.А., Оленев В.И., Сулова Т.Б. Механизм перекисного окисления липидов и его действие на биологические мембраны. – М.: Биофизика, 1975. – Т. 5. – С. 56–117.
18. ВОЗ. Рацион, питание и предупреждение хронических заболеваний. – Женева, 1993. – С. 27.
19. Волгарев М.Н., Батулин А.К., Гаппаров М.М. Углеводы в питании населения России // Вопросы питания. – 1996. – № 2. – С. 3–6.
20. Все о кедре // НПФ «Натуральные продукты Сибири». – Красноярск: а/я 8641. – <http://www.akadem.ru/~nps/>
21. Гребенюк С.М., Губиев Ю.К., Назаров С.М. и др. СВЧ-экстракция полезных веществ из растительного сырья // Известия вузов. Пищевая технология. – 1987. – № 4. – С. 77–80.
22. Грицко С.Л. Технология получения масла из семян сосны сибирской: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Красноярск: Изд-во КГТА, 1997. – С. 21.
23. Гришина И.А., Данилина А.М., Яковлев В.П. Влияние антибиотиков на адгезию микроорганизмов // Антибиотики и химиотерапия. – 1990. – № 3. – С. 50–53.
24. Гудков А.В., Эрвольдер Т.М., Гудкова М.Я. Производство молочных продуктов с использованием бифидобактерий: обзорная информация. – М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1987. – С. 9. – (Цельно-молочная промышленность).
25. Дудкин М.С., Щелкунов Л.Ф. Пищевые волокна – новый раздел химии и технологии пищи // Вопросы питания. – 1998. – № 3. – С. 36–38.
26. Ефремов А.А. Перспективы малотоннажной переработки кедровых орехов в продукты пищевого и технического назначения // Химия растительного сырья, 1998. – № 3. – С. 83–86.
27. Жердев Н.И. // Аналитический вестник. – Вып. 5. Серия: Актуальные проблемы социально-экономического развития России. –

Федеральное собрание РФ; Парламент РФ; Государственная дума РФ. – М., 1996. – С. 8.

28. Залашко М.В., Образцова Н.В., Савченко Э.И. Исследование протеолитической активности молочнокислых бактерий // Физиология и биохимия микроорганизмов. – Минск, 1972. – С. 121–128.

29. Пат. № 4306303.ФРГ. МКИ С 11 В 1/10. Способ получения растительных масел экстракцией / Shulmeyr Josef, Forster Adrian, Gehrig Manfred. Hopfenextraktion HVG Barth, Raiser und Co. – Заявл. 01.03.1993; опублик. 08.09.1994.

30. Шарманов Т.Ш., Вигдорович Д.И., Айдорханов Б.Б и др. Изучение возможности коррекции иммунной системы с помощью пищевых продуктов // Вопросы питания. – 1986. – № 4. – С. 39-41.

31. Иоффе Б.В., Костиков Р.Р. Физические методы определения строения органических молекул. – Л.: Химия, 1976. – С. 217–231.

32. Иоффе Б.В. Физические методы определения строения органических соединений. – М.: Наука, 1984. – С. 129–154.

33. Казидина Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и масс-спектрологии в органической химии. – М.: Химия, 1979. – С. 213–217.

34. Кардашев К.П. Кедровое масло. – М.; Л.: Госторгиздат, 1931. – С. 19.

35. Келейникова Г.Т., Могильный М.Л., Гринчина З.Ф. Использование пектинов в лечебном и лечебно-профилактическом питании, // Тезисы докл. IV. Всерос. науч-техн. конф. «Разработка комбинированных продуктов питания» – Кемерово, 1991. – С. 159-160.

36. Козлов В.Н., Затирка А.Ф. Технология молочно-белковых продуктов. – Киев: Урожай, 1988. – С. 168.

37. Копейковский В.М., Данильчук С.И., Гарбузова Г.И. и др. Технология производства растительных масел. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – С. 285, 416.

38. Коршунов В.М. Проблема регуляции микрофлоры кишечника // Микробиология. – 1995. – № 3. – С. 48–55.

39. Кочеткова А.А., Колинов А.Ю. Классификация и применение пектинов // Пищевая промышленность. – 1995. – № 9. – С. 28–29.

40. Кочеткова А.А., Колеснов А.Ю., Тужилкин В.И. и др. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты // Пищевая промышленность. – 1999. – № 4. – С. 7–10.

41. Кочеткова А.А. Функциональные продукты в концепции здорового питания // Пищевая промышленность. – 1999. – №3. – С. 4-5.

42. Красильников П.К. Кедр сибирский как жиромасличное растение // Тр. БИН АН СССР. 1981.

43. Красникова Л.В., Кострова И.Е. Роль микрофлоры закваски в повышении качества молочных продуктов: обзорная информация. – М.: АгроНИИТЭИ-ММП, 1989. – С. 36. (Молочная промышленность).
44. Красникова Л.В., Салахова И.В., Шаробайко В.И. Бифидобактерии и использование их в молочной промышленности: обзорная информация. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1991. – С. 32.
45. Кубракова И.В. Воздействие микроволнового излучения на физико-химические процессы в растворах и гетерогенных системах: использование в аналитической химии // Аналитическая химия. – 2000. – Т. 55, № 12. – С. 1239–1249.
46. Куваева И.Б., Ладодо К.С. Микробиологические нарушения у детей: диетическая коррекция. АМН СССР. – М: Медицина, 1991.
47. Кузнецова В.И., Гришина Н.Л., Некрасова Л.В. Сравнение отечественных орехоплодных по маслячности и жирнокислотному составу их масел // Масложировая промышленность. – 1973. – № 4. – С. 13–15.
48. Кузнецова Л.С., Никитин Д.П. Итоги и перспективы исследований института по созданию и применению бифидосодержащих биологических препаратов // Сб. науч. тр. Моск. НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Габричевского. – М., 1986. – С. 3–10.
49. Ладодо К.С., Дружинина Л.В. Продукты и блюда в детском питании. – М.: Росагропромиздат, 1991. – С. 190.
50. Лебедева О.И., Рубчевская Л.П., Ушанова В.М. и др. Об экстракции липидных компонентов из семян сосны сибирской // Химия растительного сырья. – 1998. – № 2. – С. 25–29.
51. Левченко Б.Д., Овсяк Т.И., Костенко Т.И. Пектины и новое направление в диетологии // Пищевая промышленность. – 1994. – № 12. – С. 12.
52. Лизунова В.В. Кедровые орехи как промышленное масляное сырье: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1969. – 23 с.
53. Липатов И.Н. Молочная промышленность XXI века: обзорная информация. – М.: АгроНИИ – ТЭИММП, 1989. – С. 56.
54. Лисицын А.Н. Изучение рекомбинации ультраструктуры клеток интактного ядра при подводе СВЧ-энергии // Масложировая промышленность. – 1996. – № 3–4. – С. 1–8.
55. Лисицын А.Н. Исследование основных закономерностей влияния СВЧ-обработки на процесс извлечения масла // Материалы II Всерос. науч.-техн. конф. «Прогресс, экологическая безопасность технологии хранения и комплексной переработки сельхозпродукции

для сохранения продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности». – Углич, 1996. – С. 383–385.

56. Лисицын А.Н., Ключкин В.В., Григорьева В.Н. Изучение влияния СВЧ-нагрева на активность некоторых ферментов // Масло-жировая промышленность. – 1996. – № 3–4. – С. 12–17.

57. Лопатина Т.К., Бляхер М.С., Николаенко В.Н. и др. Иммуномодулирующие действия препаратов зубиотиков // Вести РАМП. – 1997. – № 3. – С. 30–34.

58. Малышев В.П. Математическое планирование металлургического и химического эксперимента. – Алма-Ата: Наука, 1977. – С. 36.

59. Мартинчик А.Н. Методы оценки и контроля витаминной обеспеченности населения. – М., 1984. – С. 62–67.

60. Маслов А.М., Бурыкина И.М. Использование кедровых орехов для производства комбинированных молочных продуктов // Разработка комбинированных продуктов питания // Тез. докл. всерос. науч.-техн. конф. – Кемерово, 1991. – С. 97–98.

61. Маслов А.М., Алексеев Н.Г., Бурыкина И.М. и др. Исследование процесса кислотонаполнения в молочно-растительной основе. – СПб.: СПб. технол. ин-т холод. пром-сти, 1992.

62. Материалы XVI Международ. конгресса по питанию в Канаде // Вопросы питания. – 1997. – № 6. – С. 41–43.

63. Миронов В.А., Янковский С.А. Спектроскопия в органической химии. – М.: Наука, 1985, – С. 191–211.

64. Митреев Ю.Г., Фомичев С.П., Воронина Л.Н. и др. Выявление дефицита железа у доноров и некоторые аспекты его профилактики // Проблемы гематологии и переливания крови. – 1980. – Т. 25, № 3. – С. 52–54.

65. Монисов А.А., Тутельян В.А., Хотимченко С.А. Проблемы безопасности пищевых продуктов // Вопросы питания. – 1994. – № 3. – С. 33–40.

66. Москалев Ю.И. Минеральный обмен. – М.: Медицина, 1985. – 288 с.

67. Органикум. Т. 2. – М.: Мир, 1992. – С. 415.

68. Пат. 2031587. Россия, А 23 С 11/10. Способ получения пищевого продукта из растительного сырья / Будасова С.А., Бурыкина И.М., Терехова Л.В., Мартемьянов Д.А., Маслов А.М., Гапонова Л.В. – Заявл. 25.09.1991; опубл. 27.03.1995. – Бюл. № 9.

69. Пат. № 2558287 Способ производства халвы / Котова Т.И., Хантургаев А.Г., Хантургаева В.А., Доржиев В.В. – Заявл. 27.05. 2014; опубл. 27.07.2015. – Бюл. № 21.

70. Пат. № 2558286 Способ получения меда с добавками / Хантургаев А.Г., Котова Т.И., Хантургаева В.А. – Заявл. 27.05.2014; опубл. 27.07.2015. – Бюл. № 21.

71. Пат. № 2558441 Способ производства жевательной композиции на основе живицы / Хантургаев А.Г., Котова Т.И., Хантургаева В.А. – Заявл. 20.02.2013; опубл. 10.08.2014. – Бюл. № 22.

72. Пат. № 2558443 Способ сушки грибов / Хантургаев А.Г., Хантургаева В.А. – Опубл. 10.08.2015. – Бюл. № 22.

73. Пат. № 2577124 Способ производства сухого чайного напитка / Хантургаев А.Г., Котова Т.И., Хантургаева В.А. – Заявл. 27.05.2014; опубл. 10.03.2016. – Бюл. №7.

74. Пат. №2351641 Способ получения экстрактивных веществ из скорлупы семян сосны сибирской / Хантургаев А.Г., Хантургаева Г.И., Залуцкий А.В., Ширеторов А.А., Ширеторова В.Г, Котова Т.И. – Заявл. 31.07.2007; опубл. 10.04.2009. – Бюл. № 10.

75. Пат. № 2403791 Способ получения порошка из замороженного плодово-ягодного сырья / Котова Т.И., Хантургаев А.Г., Хантургаева Г.И., Бадмацыренов Б.В., Залуцкий А.В., Ширеторова В.Г. – Заявл. 11.01.2009; опубл. 20.11.2010. – Бюл. № 32.

76. Пат. № 2453220 Способ производства сухого плодово-ягодного киселя / Хантургаев А.Г., Котова Т.И., Хантургаева Г.И., Залуцкий А.В., Ширеторова В.Г. – Заявл. 11.01.2011; опубл. 20.06.2012. – Бюл. № 17.

77. Пат. № 2442697 Способ получения декоративных изделий из отходов деревьев хвойных пород / Хантургаев А.Г., Хантургаева Г.И., Ширеторова В.Г, Котова Т.И. – Заявл. 11.01.2011; опубл. 20.02.2012. – Бюл. № 5.

78. Протодюяконов М.М., Тедер Р.И. Методика рационального планирования экспериментов. – М.: Наука, 1070. – 76 с.

79. Покровский А.А. О биологической и пищевой ценности продуктов питания // Вопросы питания. – 1975. – № 3. – С. 25–40.

80. Полюдек-Фабини Р., Бейрих Т. Органический анализ. – Л.: Химия, 1981. – С. 532–535.

81. Производство молочных продуктов. Качество и эффективность / под ред. А. Соколова, М. Тепел, А. Майера. – М.: Пищевая пром-сть (СССР), СНТЛ (ЧССР), Фахбухферлаг (ГДР), 1979.

82. Прохорова Л.Т., Горшкова Э.И., Краснобородко В.И. Химический состав масел из семян томатов, люпина, амаранта, кедра // *Масложировая промышленность*. – 1993. – № 1. – С. 6–10.
83. Бурькина И.М. Разработка технологии комбинированных продуктов на основе орехов кедрa и нежирного молочного сырьa: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 1993.
84. Рогов И.А., Некрутман С.В. Сверхвысокочастотный нагрев пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 352 с.
85. Рогов И.А., Токаев Э.С., Попова Т.С и др. Продукты специализированного лечебного питания: обзорная информация. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1991. – 36 с.
86. Рудковский А.В., Парфенов О.Г., Щипко М.Л. и др. Технология комплексной переработки кедровых орехов // *Химия растительного сырья*. – 2000. – № 1. – С. 61–68.
87. Руководство по методам исследования, технохимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / под ред. В.П. Ржехина // Ленинград. – 1969. – Т. 5. – С. 502.
88. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. – Л.: Изд-во ВНИИЖ, 1975. –Т. 1, кн. 1. – С. 137.
89. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: Брандес, Медицина, 1998. – С. 183–195.
90. Руш В.А. Химический состав орехов сибирского кедрa и некоторые его закономерности: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1968. – С. 18.
91. Руш В.А., Лизунова В.В. Физические и химические показатели кедрового масла // *Известия вузов. Пищевая технология*. – 1968. – № 3. – С. 7–9.
92. Руш В.А., Лизунова В.В. Макро- и микроэлементы кедровых орехов // *Вопросы питания*. – 1969. – Т. 2. – С. 52–55.
93. Руш В.А. Биохимическая характеристика семян кедровых сосен // *Биохимия семенного размножения хвойных пород Западной Сибири*. – Новосибирск: Наука, 1974. – С. 180–187.
94. Сай-Моисеева Е.Г. Зависимость химического состава кедрового масла от лесопроизростания кедрa // *Известия Иркутского сельскохозяйственного ин-та*. – Иркутск: Иркутск. кн. изд-во, 1955. – Вып. 6. – С. 153.
95. Свириденко Э.И., Колесов В.М. О белках кедрового ореха // *Известия*. – 1969. – № 10. – С. 141 (Томский мед. ин-т).

96. Семенихина В.Ф., Рожкова И.В., Сундукова М.Б. Кисломолочные продукты нового поколения // Молочная промышленность. – 1999. – № 7. – С. 230.
97. Сент-Аблаева С.К., Виноградова Л.А., Цехина Н.Н. Разработка технологии процесса экстракции масла из кедровых орехов // Отчет сес. Кузбас. науч.-образ. комп. (РНОК) за 1993–1995. Кемерово, 30-31.05.1996: тез. докл. – Кемерово, 1996. – С. 33–35.
98. Скиба Н.Э., Шендеров Б.А. Некоторые факторы, определяющие динамику роста бифидобактерий // Тез. докл. науч.-техн. конф. «Научные основы прогрессивных технологий хранения и переработки сельхозпродукции для создания продуктов питания человека». – Углич, 1995. – С. 289.
99. Сорокулова И.Б., Белявская В.А., Масычева В.А. и др. Рекомбинантные пробиотики: проблемы и перспективы использования в медицине и ветеринарии // Вест. Росс. РАМП. – 1997. – № 3. – С. 46-49.
100. Спиричев В.Б., Блажевич Н.В., Коденцова В.М. Обеспеченность витаминами взрослого населения РФ и ее изменение в период 1983–1993 гг. // Вопросы питания. – 1995. – № 4. – С. 5–12.
101. Сундукова М.Б., Семенихина В.Ф., Ганина В.И. Антибиотические свойства бифидобактерий // Молочная промышленность. – 1985. – № 8. – С. 35–38.
102. Теоретические и практические аспекты науки о питании. Т. 8. Методы оценки обеспеченности населения витаминами. – М., 1987.
103. Технология пищевых производств / под ред. Л.П. Ковальской. – М.: Колос, 1997. – С. 448–450.
104. Тутельян В.А. Гигиенические аспекты алиментарной профилактики болезней цивилизации: обзорная информация. – М.: ВНИИМИ, 1996. – № 2. – 150 с. (Медицина и здравоохранение).
105. Уайт А., Хендлер Ф., Смит Э. Основы биохимии: пер. с англ. – М., 1981. – Т. 3. – 1707 с.; т. 1, кн. 2. – С. 74–75.
106. Хамагаева И.С., Столярова А.С. Лиофилизированные препараты бифидобактерий // Молочная промышленность. – 1993. – № 3. – С. 14–15.
107. Хамагаева И.С., Столярова А.С. Совершенствование технологии кисломолочного напитка «Бифивит» // Молочная промышленность. – 1995. – № 5. – С. 16–17.
108. Хамагаева И.С. Двухштаммовая закваска бифидобактерий // Молочная промышленность. – 1995. – № 7. – С. 12.
109. Хамагаева И.С., Тумунова С.Б. Сухой концентрат бифидобактерий // Молочная промышленность. – 1995. – № 8. – С. 11.

110. Хамагаева И.С., Бартанова А.И. Исследование процесса ферментации белкового сгустка комбинированной закваской // Тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. – СПб., 1996.
111. Хамагаева И.С., Бартанова А.И. Творог для детского питания // Сб. науч. тр. ВСГТУ. – Улан-Удэ, 1996.
112. Хамагаева И.С., Бартанова А.И. Творог для детского питания с оптимальным соотношением кальция к фосфору // Прогрессивные экологически безопасные технологии хранения и комплексной переработки сельхозпродукции для создания продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности: тез. докл. науч.-теор. конф. – Углич, 1996.
113. Хамагаева И.С. Специализированные молочные продукты для оптимизации и восстановления эндоэкологии человека // Вестник Сибирского отделения Академии наук высшей школы. – Томск, 1997. – № 2. – С. 56–58.
114. Хамагаева И.С., Столярова А.С., Хантургаев А.Г. и др. Исследование возможности культивирования бифидобактерий на шроте кедрового ореха // Сб. науч. тр. ВСГТУ. – Улан-Удэ, 2000. – Вып. 7. – С. 57–60.
115. Хамагаева И.С., Столярова А.С., Хантургаев А.Г. Культивирование бифидобактерий на шроте кедрового ореха // Техника и технология обработки и переработки пищевых продуктов: материалы регион. науч.-практ. конф. – Улан-Удэ, 2000. – С. 134–135.
116. Хантургаев А.Г., Бадмацыренов Б.В., Ширеторова В.Г. Комплексная переработка семян сосны сибирской // Материалы всерос. конф. молодых ученых «Материаловедение, технология и экология на рубеже веков». – Томск, 2000. – С. 266–267.
117. Хантургаев А.Г., Ширеторова В.Г., Бадмацыренов Б.В. Получение экологически чистых продуктов из семян сосны сибирской // II школа-семинар молодых ученых России «Проблемы устойчивого развития региона». – Улан-Удэ, 2001. – С. 113–117.
118. Хантургаев А.Г., Бадмацыренов Б.В., Хантургаева Г.И. и др. Интенсификация процесса экстракции липидных компонентов из семян сосны сибирской с помощью СВЧ-излучения // Сб. науч. тр. ВСГТУ. – Улан-Удэ, 2001 – Вып. 8. – С. 85–87.
119. Хантургаев А.Г., Бадмацыренов Б.В., Хантургаева Г.И. и др. Экстракционный модуль для извлечения ценных компонентов из растительного сырья // Материалы. науч. конф. «Природные ресурсы Забайкалья и проблемы природопользования. – Чита, 2001. – С. 191–192.

120. Хантургаев Г.А., Бадмацыренов Б.В., Хантургаев А.Г. и др. Экстракция липидных компонентов из семян сосны сибирской органическими растворителями // Материалы регион. науч.-практ. конф. «Техника и технология обработки и переработки пищевых продуктов XXI века». – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2000. – С. 104–107.
121. Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2 / под ред. И.М. Скурихина. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 12–16.
122. Шаманова Г.П., Никонова Н.К., Журавлёва Т.П. Технологические аспекты разработки биологически активных добавок для обогащения продуктов детского питания // Известия вузов. Пищевая технология. – 1988. – № 1. – С. 54–55.
123. Шаманова Г.П. Научно-практические аспекты производства биологически активных добавок для детского питания // Тез. докл. всесоюз совещания «Перспективные направления в создании новой техники и технологии продуктов детского питания». – Одесса, 1990.
124. Шацкая Н.Г., Крашенинин П.Ф., Сергеев В.Н. Технология гидролизатов, молочных белков и их использование в производстве продуктов диетического питания детей и взрослых: обзорная информация. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1988. – С. 52.
125. Шевелева С.А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса // Вопросы питания. – 1999. – № 2. – С. 32–39.
126. Шендеров Б.А. Медицинская микробиология, экология и функциональное питание. Т. 1: Микрофлора человека и животных и ее функции. – М.: Грант, 1998.
127. Ширеторова В.Г., Хантургаев А.Г., Бадмацыренов Б.В. Получение экологически чистых продуктов из семян сосны сибирской // II школа-семинар молодых ученых России «Проблемы устойчивого развития региона». – Улан-Удэ, 2001. – С. 113–117.
128. Щербаков В.Г., Иваницкий С.Б., Лобанов В.Г. Лабораторный практикум по биохимии и товароведению масличного сырья. – М.: Колос, 1999. – С. 128.
129. Щербаков В.Г. Технология получения растительных масел. – М.: Колос, 1992. – С. 32–100.
130. Щербина К.Г., Ларионова Н.А. Изменчивость содержания жира в кедровых семенах // Тр. Ин-та леса и древесины. – Красноярск, 1963. – Т. 62.
131. Эрвольдер Н.Ю., Шалыгина А.М., Ганина В.И. и др. Пробиотический кисломолочный продукт для школьников // Молочная промышленность. – 1999. – № 11. – С. 17–19.

132. Alyar K., Wallace G. // *J. Dairy Res.* – 1964. – № 31.
133. Aim Livia Effect of Fermentation on Milk Fat of Swedish Fermented Milk Products // *J. Dairy Sci.* – 1982. – Vol. 65, N 4. – P. 521-530.
134. Ayashi S. // *Metabolism.* – 1979. – Vol. 28.
135. Chaitov L., Trenev N. *Probiotics.* Thor sons Publishing Group, Nort -amptonshire, England, 1990
136. Darling D.F. Heat stability of milk // *Dairy Res.* – 1980. – Vol. 47, N 2. – P. 199–210.
137. Klupsh H.J. Die Technologie der Produktion von sauren Milchprodukten mit *L. Acidophilus* und *Bifidobacterium* // *Eur. Dairy Mag.* – 1989. – S. 1418.
138. Klurferd D.M. [et al.]. Dietary Protein Effects on Gallstone Formation // *JAOCS.* – Vol. 64, N 8. – P. 1193–1195.
139. Gibson G.R., Wang X. Regulatory effects of bifidobacteria on the growth of other colonic bacteria // *J. Appl. Bacteriol.* – 1994. – Vol. 77. – P. 412–420.
140. Hansen K. Bio-milk products containing *Bifidobacteria* // *North European Dairy journal.* – 1983. – N 3. – P. 61–64.
141. Holler H., S1-Oh-L1. // *Acta chemika Scandlnavlka.* – 1960. – N 4.
142. Farag R.S., El-Baroty G., Abd- El-Aziz Nawal et al. Stabilizations of olive oil by microwave heating // *Int.J.Food Sci.and Nutr. [Food Sci. And Nutr.]*. – 1997. – Vol. 48, N 6. – P. 365–371.
143. Fox P., Daniel M. Milk protein: molecular, colloidal and functional properties // *J. Dairy Res.* – 1982. – Vol. 49, N 4. – P. 679–693.
144. Kailasapathy K., Rybka S.L. *Acidophilus* and *Bifidobacterium* spp.-their therapeutic potential and survival in yogurt // *Australian J. Dairy Technol.* – 1997. – Vol. 52. – P. 28–35.
145. Kiunler C.A., Stine C.M. Effect of enzymatic hydrolysis on some Functional properties of whey protein // *Journal of Food Science.* – 1974. – Vol. 39. – P. 379–382.
146. Kok R.G, De Waal A., Schut F. et al. G. Specific detection and analysis of a probiotic *Bifidobacterium* strain in infant feces // *Appl. Environ Microbiol.* – 1996. – Vol. 62. – P. 3668–3672.
147. Kaufmann P., Pfefferkom A., Teuber M., et al. Identification and quantification of *Bifidobacterium* species isolated from food with genus-specific 16S rRNA-targeted probes by colony hybridization and PCR // *Appl. Envir. Microbiol.* – 1997. – Vol. 63.
148. Klaver P.M., Kingina F., Weerkamp A.N. Growth and survival of bifidobacteria in milk // *Netherlands Milk Dairy.* – 1993. – Vol. 47. – P. 151–164.

149. Krush H. Ernährungsphysiologisch Gesichtspunkt der L(+) Lmd (-) Milchsäure // Kieler Milchwissenschaftlich Forschim – gsberrichte. – 1978.– N 30.– S. 341–345.
150. Mc Cartney A.L., Wenzhi W. Molecular analysis of the composition of the bifidobacterium and lactobacillus microflora of humans // Appl. Environ. Microbiol. – 1996.– Vol. 62. – P. 4608–4613.
151. Micanel N., Haynes I.N., Plaune M.J. Viability of probiotic cultures in commercial Australian yogurts // Australian J.Dairy Technol. – 1997. – Vol. 52. – P. 24–27.
152. Midolo P.D., Lambert J.R., Hull R. et al. Hi vitro inhibition of Helicobacter pylori NCTC 11637 by organic acids and lactic acid bacteria // J. Appl. Bacteriol. – 1995.– Vol. 79. – P. 475–479.
153. Misra A.K., Kuila R.K. Antimicrobial substanses from bifidobacterium bifidum // Indian. J. Dairy Sci. – 1995. – N 48. – P. 612–614.
154. Modler H.W., Emmons D.B. Properties of whey protein concentrate prepered by heating under acidic conditions // J. Of Dairy Science. – 1977.– Vol. 60. – P. 177–184.
155. Morr C.V. Fimctionality of whey protein products // New Zeland Journal of Dairy Science and technology. – 1979. – Vol. 14. – P. 185–194, 201–204.
156. Morr C.V., Swenson P.E., Richter R.L. Functional characteristics of whey protein concentrates // Journal of Food Science. – 1973. – Vol. 38. – P. 324–330.
157. Moore W.E., Moore L.H. Intestinal floras of population that have a high risk of colon cancer // Appl. Environ. Microbiol. –1995.– Vol. 61. – P. 3202–3207.
158. Nuet G., Romand C., Beerans H. Contribution to the study of the distribution of Bifidobacterium species in the faecal flora of babies. // Reproduction, Nutrition, Development. – 1980. – Vol. 20, N 6. – P. 1679–1684.
159. Oomah B. Dave, Liang Jun, Godfray David et al. Microwave heating of grapeseed: Effect on oil quality // J. Agr.and Food Chem. – 1998.– Vol. 46, N 10. – P. 4017–4021.
160. Ozbas Z.Y., Aytac S.A. Behaviour of Yersinia enterocolitica and Aero-monas hydrophila in yogurt made with probiotic bacteria: Bifidobacterium infantis and Lactobacillus acidophilus // Milchwiss. – 1995.– Vol. 50.– P. 626–629.
161. Parrot-Garcia M., Carron D // Nutr. Rev.– 1984. – Vol. 6. – P. 205.

162. Perea A., Ugalde U., Rodriguez I. et al. // *Enzyme and Microbial Technology*. – 1993. – Vol. 15, N 5. – P. 418–423.
163. Richert S.H., Morr C.V., Cooney C.M. Effect of heat and other factors upon foaming of whey protein concentrates // *Journal of Food Science*. – 1974. – Vol. 39. – P. 42–48.
164. Sanders M.E., Walker D.S., Walker K.M. et al. Performance of commercial cultures in fluid milk applications // *J. Dairy Sci.* – 1996. – Vol. 79. – P. 943–955.
165. Schifin E.J., Rochat F., Link-Amster H. et al. Immunomodulation of human blood cells following the ingestion of lactic acid bacteria // *J. Dairy Sci.* – 1995. – Vol. 78. – P. 491–497.
166. Shah N.P., Lancaputhra W.E., Britz M.L. et al. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in commercial yoghurt during refrigerated storage // *Int. Dairy J.* – 1995. – N 5. – P. 515–521.
167. Stake P.E. // *Foodstuffs*. – 1977. – Vol. 49, N 52. – P. 20–21.
168. Stenberg M., Chiano J.P., Eberts N.J. Cheese whey proteins isolated with polyacrylic acid // *Journal of Dairy Science*. – 1976. – Vol. 59. – P. 1042–1050.
169. Stile M.E., Holzapfel W.H. Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy // *Int. J. Food Microbiol.* – 1997. – Vol. 36. – P. 1–29.
170. Tamime A.Y., Marshall R. Microbiological and technological aspects of milks fermented by bifidobacteria // *J. Dairy Res.* – 1995. – Vol. 62. – P. 151–187.
171. Thebaudin J.Y., Lefebvre A.C., Harrington M. et al. Dietary fibres: nutritional and technological interest // *Trends Food Sci. Technol.* – 1997. – N 8. – P. 41–48.
172. Thibault P.A. Partial Hydrolysate of whey proteins, enzymic method for preparation of the partial hydrolysate, and low-allergenicity dietetic products containing the partial hydrolysate // *French Patent Application*. – 1990. – FR 2 634 104 A1 (FR2634104A1).
173. Renner E. Cultured dairy product in Human nutrition // *Bull. Int. Dairy Fed.* – 1991. – N 255. – P. 2–24.
174. Vandenplas Y., Hauser B., Blecker U. et al. // *J. Pediatr. Gastroenterol Nutr.* – 1993. – Vol. 17, N 1. – P. 92–96.
175. Velazgues M., Feirtag J.M. Isolation and partial physiological characterization of commercial strains of bifidobacteria // *J. Food protection*. – 1997. – Vol. 60. – P. 537–543.

Научное издание

Андрей Германович ХАНТУРГАЕВ
Валентина Германовна ШИРЕТОРОВА
Татьяна Ивановна КОТОВА
Валентина Андревна ХАНТУРГАЕВА

ПРОИЗВОДСТВО ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ
ИЗ СЕМЯН СОСНЫ СИБИРСКОЙ:
НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Монография

Редактор *Е.В. Белоplotова*

Подписано в печать 29.01.2018. Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 8,14. Тираж 600 экз. Заказ № 9.
Издательство ВСГУТУ
670013, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40 в.