

Н.А. Фролова, Н.В. Шкрабтак,  
Ю.А. Гужель, Ю.А. Праскова

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ  
ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ:  
связь между питанием,  
здоровьем и наукой**

Благовещенск  
Издательство АмГУ  
2021

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
*Амурский государственный университет*

Н.А. Фролова, Н.В. Шкрабтак, Ю.А. Гужель,  
Ю.А. Праскова

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ

*Монография*

Благовещенск  
Издательство АмГУ  
2021

УДК 664.641/642

ББК 36.5

Ф91

*Рекомендовано  
ученым советом университета*

*Рецензенты:*

*И.Ю. Резниченко – д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой управления качеством ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»;*

*А.П. Пакурина – д-р хим. наук, профессор, профессор кафедры химии ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет».*

Фролова Н.А., Шкрабтак Н.В., Гужель Ю.А., Праскова Ю.А.

Ф91 Функциональные продукты питания / Н.А. Фролова, Н.В. Шкрабтак, Ю.А. Гужель, Ю.А. Праскова. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2021.

Функциональные продукты питания должны потребляться всеми категориями населения в составе обычного ежедневного рациона. На сегодняшний день в странах Европы и в России при выборе функциональных продуктов питания предпочтение отдается, в частности, безалкогольным напиткам, состав которых подбирается в соответствии с главными требованиями и принципами конструирования пищи.

Монография содержит общую классификацию, характеристику основных ингредиентов и принципы создания функциональных продуктов питания. Рассматриваются частные технологии производства функциональных напитков. Предназначена для специалистов, а также магистров, аспирантов и студентов соответствующих специальностей вузов.

ББК 36.5

ISBN 978-5-93493-375-4

© Фролова Н.А., Шкрабтак Н.В., Гужель Ю.А.,  
Праскова Ю.А., 2021

© Амурский государственный университет, 2021

## *ВВЕДЕНИЕ*

Население мира неуклонно растет, и большинство людей в настоящее время живет в городских условиях. Технологии развиваются головокружительными темпами, а экономика становится все более глобализированной.

Между тем резкое изменение климата, экстремальные климатические условия влияют на производительность сельского хозяйства, производство продовольствия и природные ресурсы, оказывая воздействие на продовольственные системы и средства к существованию в сельской местности, включая сокращение числа фермеров.

Все это привело к значительным изменениям в способах производства, распределения и потребления продуктов питания во всем мире, а также к новым проблемам в области продовольственной безопасности, питания и здравоохранения.

Сегодня более 820 млн. человек в мире все еще голодают, что подчеркивает огромную проблему достижения цели «нулевого голода» к 2030 г. Голод растет почти во всех субрегионах Африки, в меньшей степени – в Латинской Америке и Западной Азии. Стоит отметить значительный прогресс, достигнутый в Южной Азии за последние пять лет, однако распространенность недоедания в этом субрегионе по-прежнему является самой высокой в Азии.

В этом контексте искоренение голода, обеспечение продовольственной безопасности и улучшение питания приобретают особое значение.

К 2050 г. международное сообщество столкнется с проблемой обеспечения 9 млрд. человек продовольствием, жильем и энергией.

Несмотря на впечатляющий рост производительности, появляется все больше свидетельств того, что традиционные сельскохозяйственные стратегии не приведут к ликвидации глобального голода и недоедания. Еще одним тревожным фактом является то, что около 2 млрд. человек в мире испытывают умеренную или серьезную нехватку продовольствия. Отсутствие регулярного доступа к питательной и достаточной пище, с чем сталкиваются эти люди, повышает риск недоедания и плохого состояния здоровья.

Растительные ресурсы являются неотъемлемой частью решения этой глобальной проблемы.

Использование пищевых и лекарственных продуктов леса началось на заре истории человечества и продолжается до настоящего времени. Еще Ф.К. Арнольд (1893) рассматривал заготовку дикорастущих пищевых продуктов как одно из звеньев единой цепи хозяйственных работ русского крестьянина, который неразрывно связан не только со своей пашней, но и с лесом.

Безусловно, набор видов растений, имеющих то или иное применение на различных этапах жизнедеятельности человека, очень велик.

Пищевые продукты из дикорастущих растений могут играть важную роль в дополнении сельскохозяйственного производства, в обеспечении более качественных и сбалансированных рационов питания, более строгого контроля за выбором продуктов питания, особенно в неурожайные периоды и периоды уязвимости или пандемии (особенно для маргинализированных групп населения).

Уже сейчас, хотя точные цифры трудно получить, подсчитано, что приблизительно 1,2-1,5 млрд. человек (чуть менее 20% населения мира) зависят от лесных ресурсов.

Утрата и деградация лесов усугубляют проблему отсутствия продовольственной безопасности как прямо, так и косвенно: напрямую – влияя на доступность ягод и других лесных и древесных продуктов питания, а косвенно – изменяя экологические факторы, имеющие значение для сельскохозяйственных культур и домашнего скота.

В настоящее время значительно расширились возможности переработки дикорастущего растительного сырья. Несмотря на растущее признание того, что леса и древесные системы дополняют сельскохозяйственные угодья в обеспечении продовольственной безопасности и питания, ответственность за управление этими ресурсами в большинстве стран фрагментирована между различными правительственными департаментами и административными юрисдикциями.

Сложные, частично совпадающие процессы, связывающие древесные продукты и услуги с продовольственной безопасностью и питанием, в настоя-

щее время недостаточно представлены в стратегиях, связанных с лесным хозяйством, сельским хозяйством, продуктами питания или питанием на глобальном и национальном уровнях, хотя важность этого факта зачастую хорошо известна потребителям и фермерам в более локальном масштабе.

Несмотря на то, что база фактических данных о роли лесов и древесных систем в обеспечении продовольственной безопасности и питания растет, в нашем понимании этой взаимосвязи и ее потенциального вклада в сокращение масштабов голода и недоедания в мире остается много пробелов. Существует потребность в более детальном изучении взаимосвязи между лесом и продовольствием, особенно в отношении комплексного управления многофункциональными ресурсами, а также подходов, предусматривающих мультискалярное и межсекторальное управление, которые необходимы для справедливого предоставления этих выгод.

## **ГЛАВА 1. ГОЛОД, БЕДНОСТЬ И ЗДОРОВЬЕ**

В начале XXI в. недостаток надлежащих питательных микроэлементов, или «дефицит питательных микроэлементов» стал горячей темой в международном сообществе политики в области пищевых продуктов для описания «продовольственной проблемы» в развивающихся странах. Ранее скрытый, но смертельно опасный аспект состояния людей в третьем мире, дефицит питательных микроэлементов, или «скрытый голод» стали центром многих проектов развития. Термин «микроэлементы» относится к витаминам и минералам, которые жизненно необходимы для правильного функционирования организма; примеры дефицита питательных микроэлементов включают дефицит витамина А, железодефицитную анемию и йододефицитное расстройство. Эти расстройства часто не очевидны для людей с дефицитом, поэтому его называют «скрытым голодом».

Питание является одновременно и создателем, и маркером развития. Функциональное питание – платформа для прогресса в области здравоохранения, образования, занятости, сокращения масштабов нищеты и неравенства и может заложить основу для мирных, безопасных и стабильных обществ. В свою очередь бедность и неравенство, водоснабжение, санитария и гигиена, образование, продовольственные системы, изменение климата, социальная защита и сельское хозяйство – все это оказывает важное влияние на область питания.

То, как пища выращивается, обрабатывается, распределяется, продается, потребляется или тратится впустую, привело к увеличению в последние десятилетия угроз для здоровья людей на планете.

Продовольственные системы становятся все более уязвимыми для потрясений и беспорядков, поскольку зависят от широкого спектра взаимозависимых переменных, включая логистические, людские и природные ресурсы, а также климат и глобальную экономику. В период борьбы с пандемией COVID-19 эта уязвимость проявляется особенно остро.

Нынешняя продовольственная система развивалась в ответ на конкретные исторические, политические и экономические обстоятельства, она социально

построена. Это динамичная система, которая сильно изменилась в прошлом и будет меняться в будущем [1].

Goodman and C. Sage [2] утверждают, что «почти нет ничего более географического, чем еда, в том смысле, что она тесно взаимосвязана между производством и потреблением, природой и обществом, телами и ландшафтами, глобальным и местным...».

В настоящее время продовольственная система стала одной из наиболее важных глобальных сетей производства и потребления. Ее неотъемлемые связи с нефтяной промышленностью и глобальной безопасностью служат подтверждением ее центральности и значимости [3, 4].

Географические взгляды на еду освещают жестокий парадокс в основе современной глобализации. Миллионы людей умирают от голода и болезней, связанных с голодом, в то время как здоровью миллионов угрожает пандемия ожирения.

Такие разные страны как Китай, Мексика, Саудовская Аравия и Египет теперь страдают от «двойного бремени», когда недостаточное питание сопряжено с ожирением как одной из основных проблем общественного здравоохранения; странный мир, где «некоторые люди уничтожают продукты питания, потому что цены слишком низкие, а другие буквально едят грязь, потому что цены на продукты питания слишком высоки» [5].

Для понимания этого парадокса требуется анализ беспрецедентных изменений в глобальном обеспечении земель продовольствием за последние 40 лет.

Сейчас более чем когда-либо настал момент инвестировать в преобразование наших систем питания, признавая, что питание является как вкладом, так и результатом здоровья человека и планеты и что продовольственные системы, климат и питание неразрывно связаны.

На сегодняшний день Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) разработала стратегию борьбы за прекращение всех форм недоедания к 2030 г. Каждая женщина, мужчина и ребенок имеют право на достаточное, полноценное функциональное питание. Это основа здоровья и потенциала человека. Первые 1000 дней – от беременности матери до второго дня рождения ребенка – главное окно, определяющее его судьбу. Хорошее питание укрепляет иммун-



ную систему, повышает шансы детей на выживание и защищает их всю жизнь. Это также важно для девочек-подростков и матерей до беременности, так как их здоровье обеспечит будущим детям лучшее начало жизни и остановит порочный круг недоедания между поколениями. Драгоценный потенциал миллионов детей может быть раскрыт при правильном функциональном питании. Функциональное питание помогает развивать крепкий мозг и тело, предоставляя этому поколению возможность не просто выживать, но и процветать, и полностью реализовать свой жизненный потенциал.

Функциональное питание детей влияет на всех. Оно питает не только детей – наше будущее, но и нашу экономику. По мере того, как дети становятся сильными и жизнестойкими, общины и страны также растут, тем самым заканчивая цикл бедности. Недоедание, включающее в себя несколько форм, а также избыточный вес и ожирение, снижают производительность труда людей, что, в свою очередь, ухудшает национальный рост. В этом смысле недоедание становится невидимым препятствием для успешного достижения целей в области устойчивого развития (ЦУР).

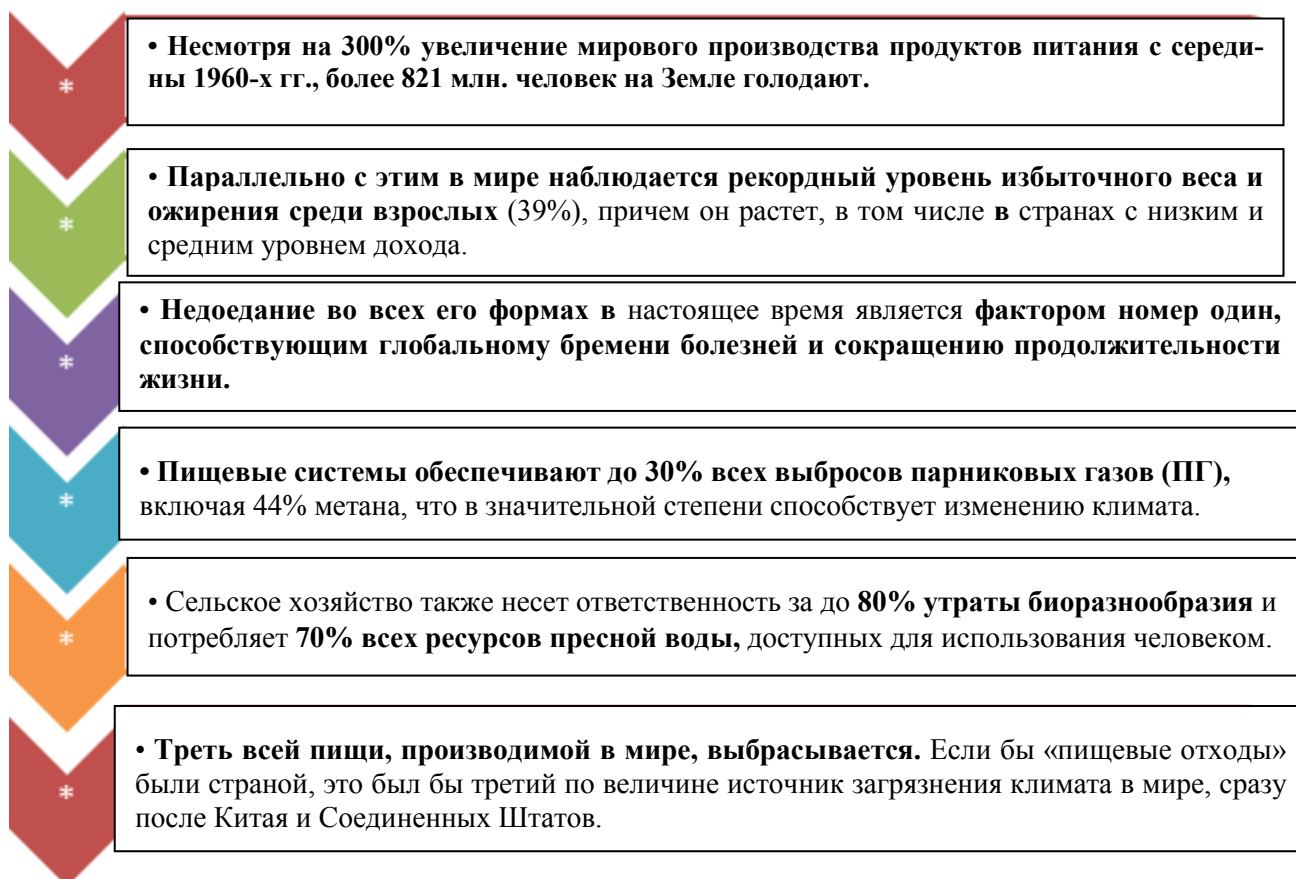


Рис. 1.1. Ключевые факты.

Конечно, мир добился прогресса в борьбе с недоеданием. Однако этот прогресс был медленным и неравномерным – по регионам, группам населения и полу в условиях изменения климата, роста населения и ускоренной урбанизации, усиления экономического неравенства и гуманитарных кризисов.

Кроме того, число людей с избыточным весом значительно возросло почти во всех странах мира. Все заинтересованные стороны должны осознать «новый стандарт» работы с недоеданием. В настоящее время это проблема почти для половины всех стран мира. Многим странам необходимо повысить эффективность своих инвестиций и политики путем выявления и реализации мер двойной ответственности, одновременно направленной на борьбу с несколькими формами недоедания. Без адекватных и устойчивых инвестиций в функциональное питание ЦУР не будут реализованы.

Экономические последствия недоедания представляют ежегодные потери около 10% мирового валового внутреннего продукта (ВВП). Инвестиции в питание могут помочь разорвать цикл бедности и стимулировать экономическое развитие. Каждый вложенный доллар может принести доход в размере 16 долл.

Существуют различные стратегии по борьбе со скрытым голодом, но функциональное питание стало наиболее известным инструментом борьбы с ним в последнее десятилетие XX в.

Повышенное внимание к скрытому голоду может рассматриваться как результат научного прогресса, раскрывающего ранее скрытые потребности человека, которые теперь выявляются как дефицит питательных микроэлементов. Это можно считать логическим продолжением рассмотрения проблемы голода с момента впечатляющего роста мирового производства продуктов питания за счет применения современных технологий.

Хотя внимание к функциональным продуктам питания можно считать желанным изменением по сравнению с более ранним акцентом на количестве продуктов питания, авторы предполагают, что когда оно обусловлено «диетизмом», то имеет серьезные политические и гендерные последствия. Диетизм относится к все более распространенному мнению, что еда – это прежде всего средство доставки питательных веществ. Gyorgy Scrinis (2008) [6] определяет

его как «подход к питанию с точки зрения питания», который «стал доминировать, подрывать и заменять другие способы взаимодействия с едой и контекстуализации отношений между едой и телом». Качество пищи зависит от типа и количества питательных веществ. Улучшение здоровья становится главной целью использования пищи и акта еды.

Но продукты и еда имеют многоуровневые значения и ценности, которые выходят далеко за рамки питательных свойств и вклада в физическое благополучие.

Перечень питательных веществ, хотя и всеобъемлющий, не может охватить богатство культурных, социальных и исторических значений пищи, тесно связанных с семьей, общиной и этнической принадлежностью, а также с социальным статусом и властью. Кроме того, целью еды может быть не только хорошее самочувствие, но и удовольствие. Люди едят по разным причинам, и речь о здоровье и питании охватывает только одно измерение акта еды.

Диетизм часто понимается как своего рода маркетинговый трюк на сложном мировом потребительском рынке.

Майкл Поллан, который написал несколько популярных книг по продовольственной политике США, объяснил, что концепция диетологии позволяет продовольственным компаниям продавать обработанные продукты питания как «здоровую» пищу, а это приводит к росту ожирения в Соединенных Штатах [7]. С таким количеством «функциональных продуктов» и «нутрицевтиков», которые наводнили полки супермаркетов, нетрудно понять, почему теоретика диетологии до сих пор была сосредоточена на индустриальных странах. Но диетология стала влиятельной во всем мире.

«Умная пища», или пища, обогащенная добавленными витаминами и минералами для усиления функциональных преимуществ, больше не является монополией покупателей, заботящихся о своем здоровье, в развитых странах. В настоящее время она является частью стратегий борьбы с голодом и недоеданием в развивающихся странах.

Аюя Hirata Kimura [8] указывает на самые важные аспекты питания в контексте продовольственной политики третьего мира. Во-первых, это рост того,

что называют харизматическим питательным веществом, соответствующие диетические решения, технические попытки разрешить проблему продовольствия в третьем мире, нацеленные только на его пищевой аспект.

Из-за того, что диетология обозначает проблему пищи третьего мира как химическую и индивидуальную, следует: проблема питания третьего мира, по сути, является проблемой «низшей» пищи.

«Плохость» определенных диет рассчитывается на основе несоответствия между потреблением питательных веществ человеком и научно установленными стандартами.

Способ исправления «плохой» диеты состоит в том, чтобы предоставить необходимые недостающие питательные вещества в наиболее эффективной форме, будь то пилюля, обогащенное печенье или биообогащенный урожай.

Как мы видим, различные харизматические питательные вещества были отмечены как ключ к борьбе с продовольственной проблемой третьего мира в разные исторические периоды, были предложены разные решения (пищевые решения в другом облике) на основе этого редуccionистского понимания проблем питания.

Второе измерение диетологии заключается в том, что оно эффективно деполитизирует продовольственную проблему, превращая ее в технический вопрос. Диетизм имеет тенденцию индивидуализировать проблему продовольствия в третьем мире, принимая химически анализируемый состав питательных веществ и биохимические параметры в качестве стандартов для измерения здоровья пищи и организма.

Создавая дискурсивное поле идентифицируемых недостающих питательных веществ, диетология решает проблему питания.

Продовольственные вопросы становятся предметом индивидуальной самодисциплины, «осведомленности» и «поведения» в соответствии с рыночными решениями.

Одним из важнейших последствий такого отношения является то, что оно вписывается в продовольственную проблему с учетом все более точных параметров питания, исключая другие способы ее обсуждения. Пищевой состав

продуктов питания и плохие привычки в питании стали рассматриваться как главная проблема, а не условия жизни, низкая заработная плата, нехватка земли и других производственных ресурсов или рост цен на продукты.

В-третьих, вопросы питания в политике продовольственной безопасности формируются в ходе более широких дискуссий о развитии, и поворот к питательным микроэлементам в 1990-х гг. был неотделим от общей неолиберализации.

В отличие от других механизмов устранения дефицита питательных микроэлементов – таких, как просвещение по вопросам питания и распределение пищевых добавок, которые обычно используются правительствами и / или международными организациями, обогащение пищевых продуктов и биообогащение более ориентированы на рынок, хотя правительственные учреждения могут осуществлять необходимые экспертизы (например, права интеллектуальной собственности, производственные и маркетинговые ноу-хау и т.д.). Витамины добавляются к существующим продуктам питания, а производятся такие продукты, как правило, частными компаниями, поэтому обогащение и биообогащение отмечаются как примеры государственно-частного партнерства [9].

На другом уровне интерес к микроэлементам совпал с уменьшением государственного финансирования международных сельскохозяйственных исследований.

В 1980-х гг. «продуктивистская» парадигма, которая доминировала в международном развитии, начала терять популярность. Программы «зеленой революции» финансировались и поддерживались правительствами и зависели от субсидируемых семян, удобрений, воды и других составляющих сельскохозяйственной инфраструктуры [10].

Но после 1980-х гг. правительства большинства стран все больше отстранялись от международных сельскохозяйственных проектов, а международные центры сельскохозяйственных исследований пострадали от значительного сокращения финансирования.

Доля сельскохозяйственных исследований, проводимых частным сектором, увеличилась с акцентом на изобретения, поддающиеся патентной защите (Alston, Dehmer и Pardey, 2006) [11].

Таким образом, оборот питательных микроэлементов в 90-х гг. был глубоко сформирован неолиберализацией, которая, с одной стороны, способствовала отступлению правительств от сельскохозяйственной политики, а с другой, – рассматривала обогащение и биообогащение как рыночные программы.

В-четвертых, резко меняется мнение о диетах. Подчеркивая технический характер проблемы и пути ее решения, диетологи отдают предпочтение экспертам.

Это особенно очевидно в случае «скрытого голода», когда «пациенты» могут не знать, что у них есть проблема. Узаконив господство экспертов, диетизм обходит демократические процессы в современной продовольственной политике. В мире диетологии люди, признанные экспертами, а не бедные женщины, которые в основном несут ответственность за кормление семей и которые также страдают от недостатка питательных микроэлементов, – это те, кто «знает» проблему и, следовательно, может назначать решения для недоедающих [12].

Разговоры о продовольствии и продовольственной безопасности в третьем мире наполнены претензиями и встречными требованиями экспертов, но молчание женщин, которые готовят еду каждый день, является серьезной проблемой. Именно голоса этих женщин, могущих описать жизненные реалии недоедания и голода, должны быть услышаны, если мы хотим понять политический и социальный, а не просто пищевой и медицинский смысл пищи.

Появление такого термина как «функциональное питание» систематизирует знания о еде и организме. Данное направление не только дает понимание взаимосвязи между здоровьем и питательными веществами, но также предлагает словари для разговоров о еде и продуктах.

## **ГЛАВА 2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ: ГРАНЬ МЕЖДУ ЕДОЙ И ЛЕКАРСТВОМ**

Что же такое функциональное питание?

Основная идея заключается в том, что это продукты с пользой для здоровья. Термин «функциональное питание» в научной литературе появился в Японии в 1989 г. Идея функционального питания возникла, когда стало ясно, что предоставлять медицинские льготы пожилым людям очень дорого. Однако, с другой стороны, страны и компании осознали возможность коммерческого успеха. В 1991 г. в Японии разработана концепция «пищевые продукты, специально используемые для поддержания здоровья (Food for specified health use – FOSHU – Пищевые продукты для определенных видов здоровья). FOSHU относится к продуктам, содержащим ингредиенты с функциями для здоровья и официально утвержденным физиологическом воздействии на организм человека. FOSHU предназначен для потребления / поддержания здоровья или специального использования людьми, которые хотят контролировать состояние здоровья, включая артериальное давление или уровень холестерина в крови.

Первый продукт FOSHU был одобрен в 1993 г. С тех пор их было одобрено более 500 [13]. Предприятия пищевой промышленности большинства стран обратили внимание на концепцию функционального питания, введенную исследовательским проектом MESC (Министерства образования, науки и культуры), начатые в 1984 г. В США особое внимание было уделено претензиям, которые сопровождают продукты с функциональной ролью.

Однако теория функционального питания имеет более давнюю историю. Еще более двух тысяч лет назад Гиппократ сказал: «Пусть пища будет твоим лекарством». Конечно, концепция функциональных продуктов питания значительно изменилась за долгие годы.

В СССР в 1972 г. разработан препарат на основе живых бифидобактерий и установлена его эффективность для профилактики и лечения острых кишечных инфекций. В 1970-1990 гг. предложены биопрепараты на основе представителей нормальной кишечной микрофлоры для профилактики и лечения ост-

рых и хронических кишечных инфекций, запоров, аллергии, нейродермитов, внутрибольничных инфекций, дисбактериозов различного происхождения.

В 1989 г. в СССР издан приказ Министерства здравоохранения о производстве кисломолочного бифидумбактерина на всех молочных кухнях страны для профилактики инфекционных заболеваний у детей раннего возраста.

В Швеции в 1985 г. разработана концепция о взаимосвязи микрофлоры пищеварительного тракта с различными функциями макроорганизмов (МАС – микроорганизм-ассоциированные характеристики и ГАС – характеристики, не связанные с микроорганизмами). Также в Швеции в 1990-1996 гг. установлена взаимосвязь между употреблением углеводов и ожирением, натрия – и кровяным давлением, пищевых волокон – и запором, кальция – и остеопорозом, жира определенного состава – и атеросклерозом, легко ферментированных углеводов – и кариесом зубов, железом – и железодефицитной анемией.

В начале 1900-х гг. производители продуктов питания в Соединенных Штатах начали добавлять йод в соль в целях предотвращения зоба, что стало одной из первых попыток создать функциональную пищу путем ее обогащения.

Другие примеры XX в. – обогащение витаминами А и Д молока и обогащение зернами ниацина и фолиевой кислоты. Эти ранние примеры обогащения, однако, были направлены на снижение риска заболеваний. Во второй половине XX в. потребители начали концентрироваться на самочувствии и снижении хронических заболеваний.

В 1993 г. в США из состава пищевых продуктов была выделена группа пищевых субстанций, употребление которых снижает риск возникновения определенных заболеваний. В 1998 г. была установлена связь между 11 пищевыми субстанциями и определенными заболеваниями (кальций – и остеопороз, насыщенные жирные кислоты, холестерин, жир, пищевые волокна – и сердечно-сосудистые заболевания, сахар, алкоголь и другие углеводы – и кариес зубов).

В Брюсселе в марте 1999 г. Европейская конференция «Технология производства нутрицевтиков» охватила широкий спектр пищевых продуктов и



напитков специального назначения, оказывающих позитивный эффект на здоровье человека (витаминизированные продукты питания, диетические и лечебные продукты питания, продукты и напитки для спортсменов, продукты с повышенным энергетическим потенциалом, специальные продукты для лиц, склонных к аллергическим реакциям, продукты для пожилых людей, для беременных и кормящих женщин, детское питание и т.д.) [14].

J. Poulsen (1999) [15] определяет функциональное питание как: «продукт, который был модифицирован или обогащен природными веществами с определенным физиологическим профилактическим и / или оздоровительным эффектом. Продукт также должен быть частью нормального ежедневного потребления пищи / жидкости». J. Poulsen также классифицирует четыре метода «обогащения», с помощью которых можно производить функциональные продукты:

добавление вещества, которое уже содержится в пище;

замена вещества аналогичным, но более здоровым компонентом;

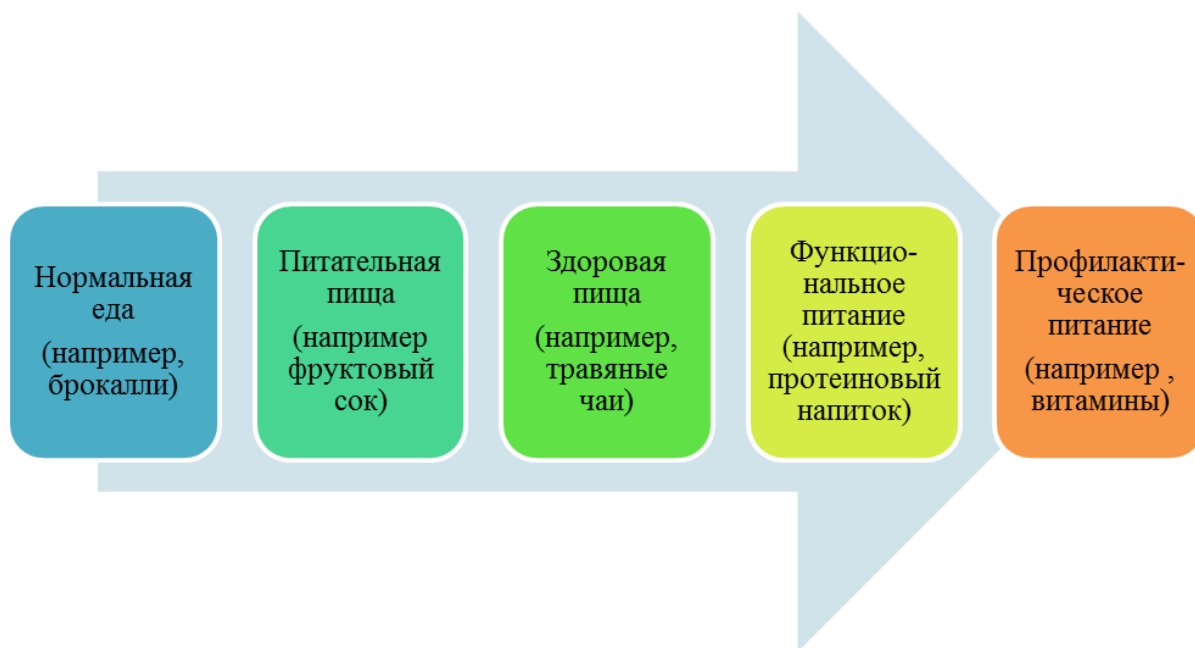
добавление ингредиента, который обычно не содержится в пищевом продукте;

удаление из пищи вредных ингредиентов.

Министерство здравоохранения Канады (1999) [16] определяет функциональные продукты питания как пищевой продукт, который потребляется в рамках обычной диеты, но продемонстрировал физиологическую пользу и / или снижает риск хронического заболевания за рамками основной пищевой функции.

Функциональная пища включает в себя как традиционные продукты питания, так и пищевые инновации, полученные с помощью традиционных методов разведения или генной инженерии. Функциональная пища все еще является «новым» словом для многих людей в мире, хотя производители пищевых продуктов предлагают все более широкий ассортимент функциональных пищевых продуктов – пробиотические йогурты, омега-3 молоко и яйца, безалкогольные напитки, обогащенные витаминами E и C, здоровые хлопья для завтрака и др.

В 2001 г. Von Alvensleben [17] дал полезное схематическое представление относительного положения функционального питания (рис. 2.1).



*Рис. 2.1.* Концептуальное позиционирование на рынке функциональных продуктов.

В 2015 г. была создана новая функциональная система регулирования, основанная на законе о здоровье и образовании в области пищевых добавок (DSHEA), разработанная в США. В 1994 г. DSHEA была введена в США в качестве регулирующей системы для пищевых добавок с пользой для здоровья.

Новая система под названием «Продукты с функциональными требованиями» («Новые функциональные продукты») была создана в 2015 г. на основе идеи DSHEA.

Концепции функционального питания в Соединенных Штатах и Японии различаются: в Штатах функциональная пища означает «что-то добавлено к существующей пище», а в Японии функциональные продукты представляют собой полностью «другой класс». Идея функционального питания в США заключается в том, что это форма обычного питания, а не обязательных таблеток и капсул.

После введения новой системы было разработано много функциональных продуктов питания вследствие их более гибких требований к здоровью по сравнению с FOSHU и отсутствием необходимости одобрения правительства.

Сегодня Япония является единственной страной, которая имеет конкретное законодательство, касающееся функциональных продуктов питания. Хотя

официальное определение функциональных пищевых продуктов отсутствует как в США [18], так и в Европе [19], влияние японского законодательства на взгляды функциональных пищевых продуктов Европейского союза (ЕС) и США очевидно. Помимо обеспечения научно доказанных эффектов для здоровья, функциональные продукты питания должны сохранять характер пищи и должны быть включены в ежедневный рацион.

В России в настоящее время разработка функциональных продуктов питания осуществляется в русле Концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации [20].

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 под функциональным пищевым продуктом (functional food) понимают пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов.

Рынок функциональных продуктов питания предлагает широкие возможности для продуктовых фирм, которые разрабатывают новые продукты, отвечающие ожиданиям потребителей благодаря пониманию мотивов потребительского выбора и компромиссов, на которые потребители идут при выборе этих продуктов.

Согласно результатам исследования Global Industry Analysts, Inc. , глобальный рынок функциональных продуктов питания и напитков превысит к 2024 г. 195 млрд. долларов, что обусловлено повышением внимания потребителей к продуктам питания и напиткам с дополнительными функциональными компонентами, обеспечивающими профилактику заболеваний, увеличение продолжительности жизни и улучшение здоровья.

Спрос на эти продукты значительно увеличился в последние годы, что помогает росту рынка в целом. Соединенные Штаты сегодня – самый большой в мире рынок функциональных продуктов и напитков. Азиатско-Тихоокеанский регион является самым быстрорастущим рынком – около 11,1% в год.

Увеличение спроса на функциональные продукты в первую очередь обусловлено заботой потребителей о здоровье и увеличении продолжительности жизни.

Повышение спроса на функциональные продукты питания может быть связано также с увеличением стоимости здравоохранения и стремлением повысить качество жизни [21].

Следовательно, здоровье является одним из важных элементов в исследованиях, связанных с поведением потребителя в отношении к функциональным продуктам.

Потребители демонстрируют благоприятное отношение и усиливают свою готовность покупать функциональную пищу, когда она считается полезной [22]. Независимо от негативного восприятия потребителями трансгенных продуктов функциональные продукты, которые приносят пользу здоровью тех, кто их потребляет, обычно воспринимаются положительно.

Таким образом, это подчеркивает важность правильного информирования обнаделяющих преимуществ для здоровья [23].

Функциональные продукты питания в дополнение к питательным характеристикам обладают свойствами, которые положительно влияют на одну или несколько физиологических функций. Эта особенность относится к биологически активным соединениям, она зависит также от технологических обработок, применяемых к пище [24]. Наиболее важной задачей является обеспечение того, чтобы функциональные ингредиенты «выживали» и оставались активными и биодоступными после обработки и хранения [25].

Благотворное воздействие на организм можно отнести как к функциональным молекулам, естественным образом присутствующим в пищевых продуктах, так и к соединениям, добавляемым в промышленные пищевые матрицы. Обширное направление исследований сосредоточено на генетической модификации, которая расширит возможности обогащения пищевых продуктов новыми или уже модифицированными ингредиентами [26].

Хотя интерес потребителей к функциональным продуктам питания растет, разработка и маркетинг таких продуктов ставит перед пищевыми предпри-

ятиями ряд ключевых проблем не только с технологической точки зрения, но и с точки зрения маркетинга и технологий. Один из ключевых вопросов при разработке нового продукта, который следует задать: как компании могут получить ориентированные на рынок функциональные продукты питания, которые будут приняты потребителями?

Для персонала, занимающегося новым продуктом, составляющей частью является оптимизация внутренних (сенсорных) и внешних (маркетинговых) атрибутов для определенных потребительских сегментов.

Информация о питании и здоровье, а также источник этой информации – важный фактор, влияющий на принятие функциональных пищевых продуктов путем четких и последовательных сообщений о пользе для здоровья, ориентированных на конкретных потребителей. В отличие от сенсорных характеристик пищевого продукта функциональная польза не может быть очевидна потребителям напрямую, поэтому соответствующая информация и способы ее передачи могут влиять на восприятие функциональных пищевых продуктов [27].

В настоящее время исследования часто сосредоточены на укреплении здоровья с помощью многих факторов образа жизни, включая оптимальные диеты. По состоянию на 2020 г. исследователи определили сотни пищевых компонентов с функциональными качествами и продолжают делать новые открытия, связанные со сложными преимуществами фитохимических веществ в пищевых продуктах.

Основными веществами, придающими продукту «функциональность», являются витамины, флавоноиды, клетчатка, Омега-3, минералы и бактериальные культуры [28]. По утверждению ученых, пищевой рацион человека должен содержать более 600 веществ. От того, сколько их в продукте и в каких пропорциях они сочетаются, зависят его профилактические, диетические и лечебные свойства. Диетическое и лечебно-профилактическое питание основывается на разумном ограничении или увеличении в рационе отдельных пищевых веществ [29].

Академические, научные и регулирующие организации многих стран рассматривают способы создания научной основы для обоснования претензий на

функциональные компоненты или продукты, содержащие их. Так, Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA) регулирует пищевые продукты в соответствии с их предполагаемым использованием и характером требований на упаковке.

На этикетках продуктов питания и пищевых добавках допускаются три типа требований:

структура и функциональные требования, описывающие влияние на нормальную функцию организма;

заявления о снижении риска заболеваний, подразумевающие взаимосвязь между компонентами в рационе питания и болезнями или состоянием здоровья, как утверждено FDA;

претензии по содержанию.

Наука может подтвердить широкие связи между некоторыми продуктами питания или режимами питания и пользой их для здоровья, но до сих пор неизвестно, как работают все отдельные компоненты пищи и есть ли синергетический эффект среди соединений. Например, многочисленные исследования показывают, что потребление диеты, богатой цельными зёрнами, фруктами и овощами, связано с уменьшением риска возникновения рака простаты, мочевого пузыря, пищевода, желудка и др. Тем не менее, взаимодействия между различными компонентами в этих продуктах продолжают изучать. Роли витаминов, минералов, клетчатки, антиоксидантов и других фитонутриентов не стоят особняком.

Большой объем заслуживающих доверия научных исследований необходим для подтверждения преимуществ любого конкретного продукта питания или его компонента. Хотя научные исследования указывают на многие функциональные компоненты в пищевых продуктах, которые обеспечивают дополнительную пользу для здоровья, необходима дополнительная работа, чтобы определить, какие компоненты отвечают за полезные эффекты и как взаимодействуют отдельные компоненты. Научное сообщество все еще находится на ранних стадиях понимания потенциала функциональных продуктов. Чтобы функциональные пищевые продукты приносили свою потенциальную пользу, по-

требители должны иметь четкое понимание и высокий уровень уверенности в научных критериях, которые используются для документирования последствий и заявлений о вреде для здоровья.

Функциональные продукты питания классифицируются по источнику происхождения, включая растительные, животные, микробиологические и прочие (водоросли, грибы и др.). Независимо от источника происхождения цель функциональных продуктов питания – воздействие на организм при сердечно-сосудистых заболеваниях, раке, а также болезнях желудочно-кишечного тракта, укрепление иммунитета, старение, сахарный диабет и управление стрессом.

Оптимизация питания – одна из основных задач науки о питании в XXI в. Разработка функциональных продуктов питания – часть этой проблемы. Надлежащая научная проверка функциональных свойств имеет решающее значение для успеха функциональных пищевых продуктов и в укреплении здоровья человека, и в развитии пищевой промышленности.

В настоящее время функциональное питание развивается по двум направлениям: один сегмент – повышение энергии, а другой – ежедневное управление и улучшение образа жизни.

«Ключи» к успешной функциональной пище в основном следующие: эффективность, цена, простота употребления (приготовления), постоянное производство.

Если что-либо из перечисленного отсутствует, продукт может не иметь успеха. Сильная маркетинговая стратегия должна идти рука об руку с производством, чтобы любая компания могла добиться успеха на рынке. Также необходимо заранее разработать маркетинговый план, так как жизненный цикл продукта долгий. Перед фактическим запуском продукта очень важно зарегистрировать патент, чтобы повысить ценность этого продукта. Продукт должен сопровождаться декларацией о соответствии с сертификатами системы НАССР.

Коммерческий успех функционального продукта зависит от того, насколько люди с ним знакомы и от их желания принимать этот продукт.

Люди ищут количество и качество по доступной цене. Маркетинг определенно может помочь повлиять на умы клиентов и значительно улучшить их

восприятие определенного продукта. Для продвижения продукта на рынок очень важную роль играет ценообразование. Если цена двух продуктов, производимых разными компаниями, сопоставима, то в игру вступают другие факторы.

Сырье, из которого изготовлен продукт, играет решающую роль, поскольку в идеале он должен быть самым дешевым, однако не может быть никаких компромиссов в отношении качества.



### **ГЛАВА 3. МИКРО- И МАКРОНУТРИЕНТЫ – НЕЗАМЕНИМЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПИТАНИЯ**

Питательные вещества – это химические вещества, которые необходимы для правильного функционирования клеток, тканей и различных органов в живом организме. Наше тело требует достаточного количества питательных веществ, которые в основном необходимы для осуществления различных функций организма, включая рост, восстановление и защиту от болезнетворных микробов. Поскольку наш организм не может самостоятельно синтезировать эти питательные вещества, они должны поступать из внешних источников в качестве пищи.

Есть два различных типа питательных веществ, необходимых для организма, – макропитательные и микропитательные.

Ниже приведены важные различия между макро- и микроэлементами:

<b>Микропитательные вещества</b>	<b>Макронутриенты</b>
<b>Требования</b>	
Требуются в мельчайших количествах.	Требуются в больших количествах.
<b>Функции</b>	
Играют решающую роль в профилактике заболеваний.	Играют решающую роль в обеспечении энергией.
<b>Последствия дефицита</b>	
Приводит к анемии, цинге, зубу и т.д.	Приводит к недоеданию, квашиоркору, ма-разму и т.д.
<b>Последствия чрезмерного потребления</b>	
Приводит к повреждению печени и нервов.	Приводит к сердечно-сосудистым заболеваниям, диабету, ожирению и т. д.
<b>Концентрация</b>	
Доступность в минуту: менее 1 мг / г	Доступность в высокой концентрации: 1 мг, или 1000 мкг.
<b>Типы</b>	
Витамины, минералы и микроэлементы.	Углеводы, белки и жиры.
<b>Примеры</b>	
Антиоксиданты, минералы и витамины – примеры макроэлементов.	Белки, клетчатка, углеводы и жиры – примеры микроэлементов.
<b>Источники</b>	
Фрукты, овощи, яйца, кисломолочные продукты, зеленые листовые овощи и др.	Злаки, бобовые, мясо, рыба, ямс, картофель, орехи, масличные семена и др.
<b>Преимущества</b>	
Микропитательные вещества способствуют росту тела и профилактике заболеваний.	Обеспечивают энергию, необходимую для метаболической системы.

### 3.1. Макронутриенты

#### *Жиры и жирные кислоты*

Жир обеспечивает организм энергией в концентрированном виде. Помимо энергии, диетические жиры содержат незаменимые жирные кислоты и жирорастворимые витамины. Липиды, в основном фосфолипиды и холестерин, включены в клеточные мембраны, а триглицериды хранятся в жировой ткани в качестве энергетических резервов. Определенные жирные кислоты служат источником эйкозаноидов. В пищевых продуктах жиры обычно находятся в форме триглицеридов.

Большинство из существующих в природе жиров представляют собой смеси триглицеридов, состоящих из одной молекулы глицерина, этерифицированной тремя молекулами жирных кислот, в основном жирными кислотами с 16-18 атомами углерода. Жирные кислоты составляют около 95% всех триглицеридов по массе, а неэтерифицированные жирные кислоты в рационе встречаются редко. Влияние жирных кислот зависит от длины углеродной цепи, степени насыщения, числа, положения и структуры двойных связей и в некоторой степени – от их положения в молекуле триглицерида. Ненасыщенные жирные кислоты характеризуются числом двойных связей в молекуле: мононенасыщенные жирные кислоты имеют только одну двойную связь, а насыщенные жирные кислоты – от 2 до 6 двойных связей. Положения двойных связей рассчитываются либо по карбоксиконцевому концу углеродной цепи (D), либо по метильному концу ( $\omega$ - или n-). Организм человека способен синтезировать насыщенные жирные кислоты (НЖК) и мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК). Встречающиеся в природе ненасыщенные жирные кислоты в растениях и дикой рыбе представляют собой в основном цис-жирные кислоты.

В дополнение к триглицеридам, диетические жиры включают фосфолипиды и холестерин.

Наиболее распространенный диетический фосфолипид – фосфатидилхолин (лецитин) и холестерин содержатся в продуктах животного происхождения. И фосфолипиды, и холестерин могут быть синтезированы в организме челове-

ка. Растения содержат небольшие количества растительных стеролов, в основном ситостерол и кампестерол, и соответствующие насыщенные стеролы, ситостанол и кампестанол, которые плохо всасываются из кишечника и препятствуют всасыванию холестерина.

Триглицериды гидролизуются липазой в кишечнике до моноглицеридов и жирных кислот, вместе с солями желчи, лизофосфолипидами и неэтерифицированным холестерином образующими смешанные мицеллы, из которых расщепленные липиды абсорбируются в тонкой кишке. Жиры не растворяются в воде и переносятся в крови в виде частиц липопротеинов. Ядро частиц липопротеина состоит из триглицеридов и этерифицированного холестерина, поверхность частиц состоит из свободного холестерина, фосфолипидов и белков.

Липопротеины обычно делятся на четыре класса в зависимости от плотности: хиломикроны, ЛПОНП (липопротеины очень низкой плотности), ЛПНП (липопротеины низкой плотности) и ЛПВП (липопротеины высокой плотности).

Линолевая кислота и  $\alpha$ -линоленовая кислота также являются незаменимыми жирными кислотами (НЖК), которые должны содержаться в рационе, поскольку человеческому организму не хватает ферментов  $\Delta 12$ - и  $\Delta 15$ -десатураз, способных к введению двойных связей в положениях n-6 и n-3. Эти НЖК выполняют важные физиологические функции. Например, линолевая кислота, когда она включена в керамиды кожи, необходима для поддержания барьера ее водонепроницаемости, способствуя избежанию чрезмерной трансэпидермальной потери воды и сопровождающей потери энергии от ее испарения.

Состав жира и жирных кислот в рационе связан с риском сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), некоторых видов рака, ожирения и желчных камней. Относительно большое количество жира, особенно насыщенные жирные кислоты, в рационе стран Северной Европы в 1960-970-х гг. способствовало высокой распространенности здесь ССЗ [30].

Концентрация сывороточного / плазменного холестерина ЛПНП была определена в качестве важного и причинного фактора риска развития атеросклероза, а высокая концентрация сывороточного / плазменного холестерина

ЛПВП, низкое соотношение холестерина ЛПНП и холестерина ЛПВП связаны со сниженным риском развития атеросклероза.

Более высокий профиль риска, наблюдаемый уже в детстве, связан с повышенным риском атеросклероза и ишемической болезни сердца (ИБС) [31, 32]. Для обновления Nordic Nutrition Recommendations в 2012 г. был проведен систематический обзор с целью оценить влияние количества и типа пищевого жира, биомаркеров качества пищевого жира и биологических маркеров качества жира на пищевые продукты, факторы риска и риск неинфекционных заболеваний (ССЗ, сахарный диабет 2-го типа, рак), а также массу тела у здоровых субъектов и субъектов, подверженных риску этих заболеваний [33].

Установлено, что концентрация сывороточного ЛПНП-холестерина была причинно связана с атеросклерозом, что основано на современных генетических исследованиях, а соотношение ЛПНП-холестерина к ЛПВП-холестерина, концентрации не-ЛПВП-холестерина являются хорошими маркерами риска ССЗ [34-36].

Состав жиров в рационе может влиять на артериальное давление, и вполне возможно, что очень низкое потребление полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) артериальное давление повышает [37]. Однако при приеме внутрь, превышающем минимальное требование, потребление ПНЖК не влияет на артериальное давление.

Наблюдалось, что добавка рыбьего жира дает различные результаты. В рандомизированных исследованиях он снижал артериальное давление у молодых людей с избыточным весом [38], у младенцев [39] и у подростков [40]. Недавнее наблюдение показало снижение артериального давления у пожилых людей, принимающих добавки с рыбьим жиром [41]; однако не обнаружено, чтобы такое потребление повышало артериальное давление у беременных женщин и уменьшало размер при рождении детей [42, 43].

Доказано, что общее потребление жиров и насыщенных жирных кислот связано с более высоким риском развития сахарного диабета 2-го типа [44].

При этом увеличение потребления ПНЖК с 3% до 6% в обмен на насыщенные жирные кислоты или углеводы может быть связано с 20% снижением риска развития сахарным диабетом 2-го типа [45, 46].

Снижение общего потребления жира и насыщенных жирных кислот в сочетании с небольшим снижением веса, увеличением потребления пищевых волокон и повышением физической активности снижает риск диабета у пациентов с непереносимостью глюкозы [47-51].

Развитие рака молочной железы приводит к изменению показателей метаболизма. У больных раком молочной железы происходит появление или усугубление дислипидемии, заключающейся в повышении уровня общего холестерина, триглицеридов, холестерина ЛПНП, уменьшение содержания холестерина ЛПВП [52].

В экспериментальных исследованиях на животных было установлено, что потребление жиров способствует развитию рака молочной железы и рака толстой кишки. Экспериментальные исследования также показывают, что n-3 жирные кислоты противодействуют пролиферации раковых клеток, а n-6 жирные кислоты имеют тенденцию оказывать противоположный эффект [53, 54].

Тем не менее, эпидемиологические исследования, касающиеся связи между диетическими жирами и риском развития рака, показали смешанные результаты.

В отчете Schwab U [55] и его коллег и в докладе Всемирного фонда исследования рака / Американского института исследований рака (WCRF / AICR) [56] общие выводы в целом схожи.

Однако в отчете WCRF / AICR сделан вывод, что доказательства ограничены, и это наводит на мысль о связи между общим содержанием жира и повышенным риском развития рака молочной железы в постменопаузе, а также рака легкого.

Имелись ограниченные свидетельства взаимосвязи повышенного употребления пищевых продуктов, содержащих жиры животного происхождения и риска развития колоректального рака. Согласно отчету WCRF / AICR [57], существует непрямая связь между диетой с жирами высокой плотностью и раком, и данные указывают на вероятную или убедительную связь между упитанностью тела и большинством типов рака. Интересно, что систематические обзоры

исследований пищевых рационов [58] показывают: так называемые «разумные» рационы питания связаны со снижением риска рака молочной железы, в то время как «западные» рационы питания связаны с повышенным риском. Качество жира в рационе потенциально ближе к рекомендациям в «разумных» режимах питания по сравнению с «западными».

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендует – во избежание нездоровой прибавки веса общее потребление жиров не должно превышать 30% от общей потребляемой энергии [59-61]. Насыщенные жиры должны составлять менее 10%, а трансжиры – менее 1% от общей потребляемой энергии, причем при потреблении жиров необходимо заменять насыщенные жиры и трансжиры ненасыщенными жирами и стремиться к исключению из рациона трансжиров промышленного производства [62-64].

Согласно МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [65] физиологическая потребность в жирах – от 70 до 154 г/сут. для мужчин и от 60 до 102 г/сут. для женщин, для детей до года – 5,5-6,5 г/кг массы тела, для детей старше года – от 40 до 97 г/сут. Потребление насыщенных жирных кислот для взрослых и детей должно составлять не более 10% от калорийности суточного рациона. Физиологическая потребность в мононенасыщенных жирных кислотах для взрослых должна составлять 10% от калорийности суточного рациона. Физиологическая потребность в ПНЖК – для взрослых 6-10% от калорийности суточного рациона. Физиологическая потребность в ПНЖК – для детей 5-10% от калорийности суточного рациона. Физиологическая потребность для взрослых составляет 5-8% от калорийности суточного рациона для  $\omega$ -6 и 1-2% – для  $\omega$ -3. Оптимальное соотношение в суточном рационе  $\omega$ -6 к  $\omega$ -3 жирных кислот должно составлять 5-10:1.

Физиологическая потребность в  $\omega$ -6 к  $\omega$ -3 жирных кислотах – 4-9% и 0,8-1,0% от калорийности суточного рациона для детей от 1 года до 14 лет, 5-8% и 1-2% – для детей от 14 до 18 лет. Количество холестерина в суточном рационе взрослых и детей не должно превышать 300 мг. Оптимальное содержание фосфолипидов в рационе взрослого человека - 5-7 г/сут.

## *Углеводы*

Углеводы обеспечивают энергию в рационе главным образом в виде крахмала и сахаров и в меньшей степени – в виде пищевых волокон и сахарных спиртов. Обычно используемые коэффициенты преобразования энергии составляют 17 кДж на грамм доступных (гликемических) углеводов, 8 кДж на грамм общего волокна и 10 кДж на грамм сахарных спиртов (полиолов). Коэффициенты конверсии частично зависят от методов, используемых для получения значений углеводов, – например, «по разнице» или путем анализа отдельных составляющих.

Зерновые и картофель являются основными источниками углеводов. Фрукты, фруктовые соки, ягоды и молоко дают сахара (моно- и дисахариды). Сладости, безалкогольные напитки, фруктовые сиропы, подслащенные хлебобулочные изделия и подслащенные молочные продукты являются основными источниками рафинированного, добавленного сахара.

Цельнозерновые злаки, фрукты, ягоды и овощи составляют основную долю потребления клетчатки. В России в 2019 г. среднедушевое потребление углеводов равнялось 332 г в сутки. Сладкие продукты и сахар в среднем составляют около 12% среднесуточного рациона россиян.

Химическая классификация углеводов обычно основана на молекулярном и мономерном составе. Тремя основными углеводными группами являются сахара (1 или 2 мономера), олигосахариды (3-9 мономеров) и полисахариды (10 или более мономеров) [66, 67].

Наиболее важные пищевые углеводы – глюкоза, фруктоза и галактоза (моносахариды); сахароза, лактоза и трегалоза (дисахариды); олигосахариды; и полисахариды.

Физиологическая потребность в усвояемых углеводах для взрослого человека – 50-60% от энергетической суточной потребности (от 257 до 586 г/сутки).

Физиологическая потребность в углеводах для детей до года – 13 г/кг массы тела, для детей старше года – от 170 до 420 г/сутки [68].

Существуют два основных класса полисахаридов: крахмал и некрахмальные полисахариды. Крахмал является гомополимером глюкозы и поставляется в двух основных формах: амилоза (в основном неразветвленная) и амилопектин (сильно разветвленный). Некрахмальные полисахариды включают множество различных полимеров и обладают высокой вариабельностью с точки зрения размеров и структуры молекул, а также мономерного состава. Основными классами некрахмальных полисахаридов являются целлюлоза, гемицеллюлозы, пектины и гидроколлоиды. Из-за их структурной изменчивости у некрахмальных полисахаридов могут быть очень разные физико-химические свойства, а они имеют ключевое значение для их физиологических эффектов. Целлюлоза не растворима в воде, пектинах и гидроколлоидах, – например, гуаровая камедь может образовывать в воде высоковязкие растворы.

С точки зрения питания, углеводы можно разделить на две широкие категории. К первой относятся те, которые перевариваются и абсорбируются в тонком кишечнике человека, поставляя углеводы клеткам организма, а вторые переходят в субстраты толстой кишки, образующие микрофлору ободочной кишки [69, 70].

Понятие «гликемический углевод», означающее «обеспечение углеводов для обмена веществ», представлено ФАО / ВОЗ [71, 72].

Неперевариваемые (недоступные) углеводы обычно называют «пищевыми волокнами».

Основными гликемическими углеводами являются глюкоза и фруктоза (моносахариды), сахароза и лактоза (дисахариды), мальтоолигосахариды, крахмал (полисахарид).

Понятие «сахара» охватывает моносахариды и дисахариды. В литературе используются различные термины для разграничения сахаров, естественным образом встречающихся в пищевых продуктах, это «внутренние» сахара, сахара и сахарные препараты, добавляемые в пищевые продукты («добавленные», или «внешние» сахара [73-74].

В нордическом питании термин «добавленные сахара» относится к рафинированным сахарам – таким как сахароза, фруктоза, глюкоза, гидролизаты



крахмала (глюкозный сироп, сироп с высоким содержанием фруктозы) и другим изолированным препаратам сахара, используемым как таковые или добавленным во время приготовления и производства пищи [75].

Фруктоза и глюкоза содержатся в основном во фруктах, ягодах, соках и некоторых овощах. Свободная галактоза редко встречается в пищевых продуктах, за исключением ферментированных и лактозно-гидролизированных молочных продуктов. Фрукты, ягоды и соки также обеспечивают некоторую собственную сахарозу. Сахароза содержится в различных количествах в готовых пищевых продуктах, – например, безалкогольные напитки и сладости, а также используется в качестве подсластителя и кулинарного ингредиента в домашнем хозяйстве. Более или менее полностью гидролизированные крахмалы или сиропы с высоким содержанием фруктозы, в которых около половины глюкозы изомеризуется до фруктозы, все чаще используются для замены сахарозы в кондитерских и газированных напитках. Лактоза встречается исключительно в молоке и молочных продуктах. Мальтоолигосахариды происходят в основном из частично гидролизованного крахмала. Хлеб и другие зерновые продукты, картофель и клубни являются основными источниками крахмала [76, 77].

Сахарные спирты (полиолы), такие как сорбит, ксилит, маннит и лактит, обычно не включаются в термин «сахара». Однако они в некоторой степени усваиваются организмом и включаются в «углеводы» в соответствии с европейским законодательством о маркировке пищевых продуктов [78].

Органические кислоты (молочная, лимонная и яблочная) содержатся в сброженных продуктах питания, фруктах и ягодах, они могут вносить вклад в углеводы, если измерять их «по разнице»: 100-(сумма белка, общего жира, золы и воды).

Основными видами пищевых волокон являются: некрахмальные полисахариды – целлюлоза, гемицеллюлозы, пектины, гидроколлоиды и др.; устойчивые олигосахариды – фруктоолигосахариды (FOS), галактоолигосахариды (GOS) и др.

В настоящее время продолжаются научные споры о питательной ценности различных видов сахаров. До сих пор нет единого мнения по этому вопро-

су. Многие считают, что очищенные сахара (белый, виноградный, фруктовый и т.д.) не являются продуктами, необходимыми организму. Это касается и сахарных сиропов, имеющих в готовых напитках. В них практически нет питательных веществ, принимающих участие в строительстве сахарных молекул. Организм не нуждается в этих «быстрых» энергоносителях [79].

Термин «пищевые волокна» первоначально был определен как «та часть пищи, которая получена из клеточных стенок растений, которые очень плохо перевариваются людьми» [80].

Признание того, что полисахариды, добавляемые в пищу, особенно гидроколлоиды, могут иметь эффекты, аналогичные тем, которые происходят из стенок растительных клеток, привели к переопределению пищевых волокон, включив «полисахариды и лигнин, которые не перевариваются в тонкой кишке человека» [81].

Согласно Методическим рекомендациям МР 2.3.1.2432-08 (Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации), в *группу пищевых волокон* входят полисахариды, в основном растительные, которые в незначительной степени перевариваются в толстом кишечнике и существенно влияют на микробиоциноз, а также процессы переваривания, усвоения и эвакуацию пищи.

Физиологическая потребность в пищевых волокнах для взрослого человека составляет 20 г/сутки, для детей старше 3 лет – 10-20 г/сутки.

*Полисахариды* – высокомолекулярные несакхароподобные углеводы, содержащие от десяти до сотен тысяч остатков моносахаридов (обычно гексоз), связанных гликозидными связями.

На международном уровне определения пищевых волокон несколько различаются.

Европейский орган по безопасности пищевых продуктов [82] определил пищевые волокна как «неперевариваемые углеводы плюс лигнин, включая некрахмальные полисахариды (целлюлоза, гемицеллюлозы, пектины, гидроколлоиды (т.е. слизь десен,  $\beta$ -глюканы)), устойчивые олигосахариды – фрукто-

олигосахариды, галактоолигосахариды, другие устойчивые олигосахариды, устойчивый крахмал, состоящий из физически заключенного крахмала, некоторых типов гранул сырого крахмала, ретроградной амилазы, химически и / или физически модифицированных крахмалов и лигнина, связанного с полисахаридами пищевых волокон «.

Это определение является основой законодательства Европейского союза (ЕС) о маркировке (директива Комиссии 2008/100 / ЕС), которое также требует демонстрации полезных физиологических эффектов перед добавлением натуральных или синтетических волокон в пищевые продукты. Это соответствует определению, данному в «Кодекс Алиментариус», хотя вопрос о том, следует ли включать неперевариваемые углеводы с 3–9-мономерными остатками или нет, до сих пор оставлен на усмотрение национальных органов. В US Institute of Medicine (IoM) используется термин «общая клетчатка», который представляет собой сумму «диетической клетчатки», состоящей из неперевариваемых углеводов и лигнина, свойственных и неповрежденных в растениях, и «функциональной клетчатки», состоящей из изолированных, неперевариваемых углеводов, оказывающих полезные физиологические эффекты на человека.

При любом определении пищевых волокон, некрахмальные полисахариды из растительных клеточных стенок, таких как целлюлоза, гемицеллюлоза и пектины, являются доминирующими компонентами. Гидроколлоиды могут быть природными компонентами клеточной стенки или добавляться в пищу в качестве ингредиентов для получения определенных технологических и / или пищевых преимуществ. Резистентные олигосахариды и резистентный крахмал имеют частично сходные физиологические и пищевые эффекты с некрахмальными полисахаридами.

Целлюлоза не растворима в воде и встречается вместе с гемицеллюлозами в злаках. Одревесневшие внешние слои в цельнозерновых продуктах являются основным источником целлюлозы, и этот тип волокна наиболее устойчив к ферментации микрофлорой толстой кишки. Овес и ячмень содержат высокий уровень  $\beta$ -глюкана, растворимого вязкого полисахарида. Пектины – основной тип пищевых волокон во фруктах и овощах – обладают сходными свойствами.

Абсорбция полиолов в тонкой кишке зависит от их структуры и от количества, при употреблении в избытке может вызвать желудочно-кишечный дискомфорт, такой как диарея.

Значительное количество лактозы может достигать толстой кишки у детей из-за высокого содержания лактозы в грудном молоке, что может привести к желудочно-кишечному дискомфорту и диарее. Это также относится к людям, детям и взрослым, с низкой кишечной лактазной активностью. Ограниченная способность поглощать фруктозу, по-видимому, довольно распространена, особенно если этот сахар употребляется отдельно без глюкозы, что может быть еще одной причиной диареи [83].

Нехватка пищевых волокон является этиологической причиной недоедания в богатых странах, которые, в отличие от третьего и четвертого мира, страдают от злоупотребления пищей (а не от ее недостатка), при особой склонности к нездоровой пище.

Волокна, или клетчатка, должны быть обязательной частью ежедневного рациона, так как они помогают бороться с запорами, снижают уровень холестерина и обеспечивают много других преимуществ.

Простые углеводы – один из главных запретов всех диетологов. Именно продукты, относящиеся к этой группе, являются важной причиной набора лишнего веса.

В то же время безуглеводное питание приводит к болезням эндокринной системы, сердца, сосудов, может стать причиной развития заболеваний органов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Кроме того, именно углеводы являются ключевыми поставщиками некоторых витаминов и микроэлементов – с ними в организм попадают витамины группы В (в том числе фолиевая кислота), железо, цинк, хром, магний и другие полезные вещества.

Влияние углеводов на уровень липидов, глюкозы и инсулина в плазме крови зависит от нескольких факторов – источника пищи, физической формы, а также количества и типа замененного макроэлемента. Как правило, кратковременное увеличение уровня триглицеридов натощак и снижение уровня ЛПВП-

холестерина наблюдается, когда общее потребление углеводов с пищей увеличивается с 30–40% до 60–70% [84].

Результаты двух проспективных исследований, рассмотренных Sonestedt et al. [85], показали положительную связь между потреблением подслащенных сахаром напитков и дислипидемией, т.е. повышенными триглицеридами и низким уровнем холестерина ЛПВП, а одно исследование также показало положительную связь с повышенным уровнем холестерина ЛПНП.

Результаты испытаний, направленных на предотвращение диабета типа 2, свидетельствуют, что модифицированные жиром диеты с высоким содержанием клетчатки и ежедневная физическая активность в течение 20–30 мин. снижают риск развития диабета 2-го типа у лиц с высоким риском, не переносящих глюкозу [86-88].

По данным исследования, проведенным С.В. Мустафиной с соавт., у женщин 45-69 лет, употребляющих сладкие газированные напитки, выявлены более высокие значения индекса массы тела, веса и окружности талии. Употребление сладких газированных напитков в объеме 200 мл с частотой более одного раза в месяц приводит у женщин к увеличению риска развития метаболического синдрома [89].

Dhingra R. с соавт. проанализировали связь употребления сладких безалкогольных напитков с риском развития МС в исследовании Framingham Heart Study. При проведении перекрестного анализа было показано, что среди лиц, потреблявших  $\geq 1$  порции сладких напитков в день, распространенность МС была на 50% больше (отношение шансов (OR) 1,48; 95% CI 1,30-1,69) по сравнению с теми, кто употреблял менее 1 порции в день. В проспективном анализе с 4-хлетним периодом наблюдения потребление  $\geq 1$  порции сладких напитков в день было ассоциировано с увеличением риска развития МС (относительный риск (RR) 1,44; 95% CI 1,20-1,74). Регулярное употребление сахаросодержащих напитков было также ассоциировано с отдельными компонентами МС – такими как увеличение окружности талии (RR 1,30; 95% CI 1,09-1,56), повышенная гликемия натощак (RR 1,25; 95% CI 1,05-1,48), артериальная гипертензия (RR

1,18; 95% CI 0,96-1,44), гипертриглицеридемия (RR 1,25; 95% CI 1,04-1,51) и снижение концентрации ХС ЛПВП (RR 1,32; 95% CI 1,06-1,64).

В исследовании the Black Women's Health Study относительный риск развития СД2 для женщин, потреблявших не менее двух порций сладких напитков в день, составил 1,24 (95% CI 1,0,6-1,45). При употреблении фруктовых напитков соответствующее значение относительного риска составило 1,31 (95% CI 1,13-1,52). Ассоциация диабета с употреблением любых сладких напитков была опосредована: в первую очередь повышение ИМТ, в то время как взаимосвязь с употреблением фруктовых напитков оказалась независимой от массы тела [90].

Что касается связи между общим количеством углеводов и массой тела, то большинство исследователей отмечают влияние изменений общего жира и обращают меньше внимания на детали, касающиеся типа и пищевых источников углеводов, замещающих жир. Рандомизированные клинические испытания на взрослых без преднамеренной потери веса в качестве конечной точки свидетельствуют, что снижение общего потребления жира было связано с меньшим увеличением веса на 1,4–1,6 кг, и девять из этих исследований показали более низкий индекс массы тела (ИМТ) – 0,51 кг / м<sup>2</sup> [91].

Общее потребление жира составляло 28–43% в начале исследования и обычно было на 5–15% ниже в группах вмешательства. Снижение потребления жиров, как правило, достигается за счет пропорционального увеличения общего количества углеводов. Результаты NNR SR, охватывающие перспективные когортные исследования, показывают, что доля макроэлементов в рационе играет ограниченную роль в профилактике ожирения; большое количество пищевых продуктов, в том числе молочных, богатых клетчаткой, и меньшее количество рафинированного зерна, мяса и богатых сахаром продуктов и напитков связаны с меньшим увеличением веса [92].

Состав макропитательных веществ сам по себе может оказывать лишь ограниченное влияние на долговременное изменение веса или его поддержание.

Таким образом, влияние на изменение массы тела частично может быть обусловлено связанными с пищей факторами, которые воздействуют на долгосрочное потребление энергии.

В рекомендациях по нордическому питанию (2004 г.) потребление пищевых волокон в основном базировалась на количествах, необходимых для регулярности работы кишечника и для поддержания объема фекалий, что было связано с уменьшенным риском рака толстой кишки [93-94]. С тех пор был опубликован ряд исследований, подтверждающих благотворное влияние пищевых волокон и / или пищевых продуктов, богатых клетчаткой (цельнозерновые злаки, фрукты и овощи) на ряд заболеваний. Адекватное потребление пищевых волокон снижает риск возникновения запоров. Существуют убедительные доказательства защитного действия пищевых волокон против колоректального рака, вероятные доказательства защитного действия против сердечно-сосудистых заболеваний и ограниченные доказательства защитного действия против рака молочной железы и диабета 2-го типа. Кроме того, продукты, богатые клетчаткой, помогают поддерживать здоровый вес тела. Имеются данные, что потребление соответствующих количеств пищевых волокон из различных продуктов важно для детей.

Воздействие диетических углеводов на здоровье зависит от типа углеводов и источником пищи. Пищевые особенности, связанные со сниженным риском хронических заболеваний, характеризуются обильным потреблением богатых клетчаткой продуктов, состоящих в основном из медленно усваиваемых углеводов (цельнозерновые злаки, цельные фрукты, ягоды, овощи и бобовые) [95]. Эти продукты должны быть основными источниками пищевых углеводов. Типичные диапазоны общего потребления углеводов в исследованиях рационов питания, связанных со снижением риска хронических заболеваний среди взрослых, составляют 45–60% от энергетической суточной потребности. Это считается разумными показателями общего потребления углеводов, они применимы также для детей в возрасте от 6 месяцев.

### ***Белки***

Белки являются составной частью всего органического материала в клетках животных и растений, они состоят из 20 уникальных аминокислот. В организме белки обеспечивают ферментативную активность, активность антител и

работу мышц; участвуют в процессах ремонта и транспортировки различных веществ; являются строительными блоками для нескольких клеточных структурных элементов. Диетический белок играет две роли в питании; в качестве источника азота и аминокислот и неспецифическую роль в качестве источника энергии. У людей с энергетическим балансом и умеренным уровнем физической активности потребность в белке определяется как наименьшее потребление белка для поддержания азотистого баланса (N-баланс).

В скандинавских рекомендациях по питанию содержание энергии из белка в смешанной диете рассчитывается как 17 кДж / г [96].

Пищевые белки содержатся практически во всех продуктах животного и растительного происхождения. Мясо, рыба, молоко и яйца содержат большое количество высококачественного белка. Бобовые, орехи и семена также характеризуются высоким его содержанием, что делает их важными источниками белков в вегетарианской диете, особенно для исключаящих из своего рациона молоко и яйца.

Среднее потребление белка среди взрослых высоким в скандинавских странах, согласно национальным диетическим исследованиям оно колеблется от 15% в Дании до 18% в Норвегии и Исландии.

Среднестатистический россиянин в сутки потребляет 80 г белка, что составляет около 18%. При этом согласно нормам физиологическая потребность в белке для взрослого населения в России – от 65 до 117 г/сутки для мужчин, от 58 до 87 г/сутки – для женщин. Физиологические потребности в белке детей до 1 года – 2,2-2,9 г/кг массы тела, детей старше 1 года – от 36 до 87 г/сутки [97].

Во время пищеварения и всасывания пищевые белки распадаются на составляющие их аминокислоты. Аминокислоты, всасываемые в кровь, включаются в тканевой белок и другие азотсодержащие соединения (нейротрансмиттеры, креатинин и лиганды для элиминации лекарств). Таким образом, потребность в белке на самом деле является потребностью в аминокислотах и азоте.

Белки тела постоянно разрушаются и синтезируются. Оборот белка (который у взрослых составляет около 300 г / день) во много раз превышает коли-



чество белков, потребляемых в рационе. Это указывает на широкое повторное использование аминокислот в белковом обмене. Азот из аминокислот покидает организм через мочу в виде мочевины, мочевой кислоты, креатинина и т.д. Небольшие количества азота теряются также из фекалий, пота и других выделений, из кожи, волос и ногтей. Тело нуждается в аминокислотах, чтобы компенсировать эти потери, аминокислоты необходимы и для синтеза белка во время анаболизма, – например, во время роста, беременности и кормления грудью.

Обычно предполагается, что почти весь пищевой азот включен в виде белка. Диетический азот  $\times 6,25$  принимается как разумное приближение количества белка в рационе, поскольку средний белок содержит 16% азота. Однако, поскольку содержание азота в различных аминокислотах колеблется от 7,7 до 32,2%, содержание азота в белке в отдельных продуктах питания зависит от аминокислотного состава. Таким образом, коэффициент пересчета может варьировать от 5,83 в пшенице до 6,38 – в молоке [98]. N-balance – это разница между потреблением и выходом азота.

Отрицательный N-баланс (т.е. потери больше, чем потребление) наблюдается во время голодания, положительный N-баланс – во время активного роста. В долгосрочной перспективе здоровые взрослые субъекты должны находиться в азотном равновесии, т.е. потребление и потери должны быть равными.

Аминокислоты классифицируются как незаменимые и заменимые. Заменимые аминокислоты синтезируются в организме из других аминокислот (трансаминирование) при условии наличия достаточного количества азота. Незаменимые аминокислоты не синтезируются, поэтому должны содержаться в ежедневном рационе питания. К ним относят изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан, валин и гистидин. Гистидин считается незаменимым, хотя он не соответствует критерию уменьшения отложения белка и индукции отрицательного баланса азота при удалении из рациона. При нормальных условиях условно незаменимые аминокислоты синтезируются в достаточных количествах, таких как недоношенность [99] и болезнь [100], синтез может не обеспечивать все метаболические потребности организма.

Белок составляет 15–20% организма человека, что соответствует примерно 12 кг у человека с массой тела 70 кг. Диетические белки различаются по своему питательному качеству из-за различий в аминокислотном составе, общем количестве каждой аминокислоты и усвояемости белка. В 1991 г. FAO/ВОЗ [105] представлен показатель аминокислот с поправкой на усвояемость белка (PDCAAS), основанный на эталонной структуре аминокислот, связанных с возрастом, которая отражает потребности человека в сочетании с оценками усвояемости белка. Для смешанных диет или цельных продуктов значения PDCAAS > 1 не используются, но экстраполируются на 1. ВОЗ [106] определила белок хорошего качества в виде белков со значением PDCAAS 1,0.

Совсем недавно FAO [107] представила показатель усваиваемых незаменимых аминокислот (DIAAS). Основное различие между DIAAS и PDCAAS заключается в том, что в DIAAS используется истинная усвояемость подвздошных аминокислот незаменимыми аминокислотами, а не единичное значение усвояемости фекального неочищенного белка.

Пищевые белки животного происхождения (мясо, рыба, молоко и яйца) или комбинация растительного белка (например, из бобовых и зерновых культур) обеспечат хорошее распределение незаменимых аминокислот. Большинство белков также достаточно хорошо усваиваются, хотя те, что содержатся в зернах, имеют немного более низкую усвояемость.

Качество диетических белков обычно высокое в типичной нордической смешанной диете. На практике различия в качестве между белками могут быть менее важными в рационах, содержащих различные источники белка [108].

ВОЗ / FAO / УООН [109] определяют потребность человека в белке как «самый низкий уровень потребления белка с пищей, который будет уравновешивать потери азота из организма и, таким образом, поддерживать массу белка в организме у людей с энергетическим балансом с умеренным уровнем физической активности, плюс у детей, беременных и кормящих женщин потребности, связанные с отложением тканей или секрецией молока, со скоростью, соответствующей здоровью».

Белковый статус организма определяется состоянием двух основных белковых пулов – соматического (мышечный белок) и висцерального (белок крови и внутренних органов). Лабораторные методы оценки статуса питания характеризуют прежде всего висцеральный пул белка, с которым тесно связано состояние белково-синтетической функции печени, органов кроветворения и иммунитета [110-112]. Среди лабораторных методов оценки потребления белка наиболее распространены следующие:

определение содержания в сыворотке крови общего белка, альбумина, креатинина, мочевины, трансферрина, в периферической крови – абсолютного содержания лимфоцитов;

определение суточной экскреции с мочой общего азота, мочевины, креатинина;

оценка азотистого баланса организма [113, 114].

На достоверность и информативность биохимических маркеров оказывают значительное влияние многие факторы, в первую очередь длительность жизни этих белков. Определение транспортных белков, синтезируемых печенью, является чувствительным тестом по отношению к белковому статусу больного. Но только короткоживущие маркеры способны оперативно отразить динамику изменения белково-синтетических процессов в организме [115-117].

Общий белок как суммарный показатель, зависящий от большого числа различных слагаемых, является низкочувствительным и может давать ложноотрицательные результаты при повышении фракции глобулинов и дегидратации.

Основное значение в оценке нутриционного статуса придают альбумину, который является надежным прогностическим маркером. Он синтезируется печенью в количестве 10–12 г в сутки, длительность его жизни 18–20 дней. Около 40% (120 г) альбумина циркулирует в сосудистом русле, а большая часть находится в интерстициальной жидкости. Альбумин участвует в создании онкотического давления и выполняет транспортную функцию, образуя временные комплексы с билирубином, желчными кислотами, кальцием, гормонами, витаминами, а также с лекарственными веществами. Информативность альбумина как маркера висцерального пула белка зависит от времени существования и

возможности перемещения интерстициального альбумина во внутрисосудистый пул. При недостаточном поступлении белка в организм происходит выраженное снижение скорости синтеза альбумина при одновременном увеличении времени его распада. Тем не менее определение содержания сывороточного альбумина необходимо проводить с целью выявления первичной гипоальбуминемии, которая, во-первых, может свидетельствовать о длительном предшествующем белковом голодании, а во-вторых, позволяет определять среди больных группы «повышенного риска» неблагоприятного течения любого заболевания, так как между гипоальбуминемией и ее прогнозом выявлена прямая корреляционная связь [118].

Представитель фракции р-глобулинов трансферрин, участвующий в транспорте железа, живет 7-8 дней и поэтому также не может считаться показателем, быстро реагирующим на изменения в питании. Кроме того, содержание трансферрина способно повышаться при дефиците железа, сопровождающем, как правило, белковую недостаточность, что влияет на достоверность маркера. Поэтому значимость определения трансферрина ограничена железодефицитной анемией. И тем не менее большинство исследователей рекомендуют использовать этот показатель, так как он позволяет увеличить достоверность оценки состояния висцерального пула белка.

Косвенным методом определения содержания трансферрина служит тотальная железосвязывающая способность сыворотки. Более точными индикаторами состояния висцерального пула белка считаются короткоживущие транспортные белки: тироксинсвязывающий проальбумин (длительность жизни 2 дня) и ретинолсвязывающий белок (длительность жизни 10-12 часов). Они оперативно отражают изменения в поступлении белков, но их величина может заметно меняться вследствие интеркуррентных заболеваний, что уменьшает значимость этих показателей как маркеров белкового дефицита [119, 120].

Достаточно информативным показателем, позволяющим оценить степень тяжести белковой недостаточности, является и абсолютное число лимфоцитов. По их уровню в периферической крови можно в общих чертах охарактеризо-

вать состояние иммунной системы, выраженность супрессии которой коррелирует со степенью белковой недостаточности.

Фактором, подтверждающим иммуносупрессию, служит кожная проба с любым микробным антигеном, отражающая гиперчувствительность замедленного типа. Размеры папулы менее 5 мм через 48 часов после инъекции указывают на иммунологическую аллергию. При массовых обследованиях детей простым и доступным методом оценки потребления белка является изучение экскреции с мочой конечных продуктов азотистого метаболизма – общего азота, мочевины, креатинина, аммиака и аминокислот [121, 122].

Несмотря на ограничения в методе, которые в основном связаны с точностью измерений и интерпретацией результатов, N-баланс остается методом выбора для определения потребности в белке у взрослых при отсутствии подтвержденных или принятых альтернатив и отсутствии надежного биологического маркера белкового статуса.

Существенный вклад в развитие теории метаболического программирования внесли работы Б. Колецко, который продемонстрировал взаимосвязь между питанием в младенчестве и последующим развитием избыточной массы тела и ожирение [123-125]. Было оценено потенциальное долговременное влияние грудного вскармливания у более чем 9000 детей, прошедших обязательное школьное обследование в Баварии (Германия). При анализе раннего питания и образа жизни установили более высокую распространенность ожирения у детей, которые никогда не получали грудное молоко (4,5%), по сравнению с детьми, находившимися на грудном вскармливании (2,5%). При этом отмечена обратная зависимость между продолжительностью грудного вскармливания и частотой ожирения в более поздние периоды детства. Защитный эффект грудного вскармливания в отношении развития ожирения был подтвержден и другими исследователями [126].

Большой интерес вызвала работа Ролланд-Качера с соавт. Они полагали, что уровень потребления белка в возрасте от 10 до 24 месяцев может влиять на последующее увеличение индекса массы тела.

Было обследовано 112 французских детей, у которых измеряли рост, массу тела и толщину кожной складки в двух точках: в 10 месяцев, а также в 2, 4, 6 и 8 лет.

Обнаружилась выраженная корреляция между потреблением белка и двумя параметрами – индексом массы тела и толщиной кожной складки в подлопаточной области в возрасте 8 лет [127].

Такие же результаты получены при обследовании 150 детей, которых наблюдали в течение 5 лет после рождения [128].

Дети, у которых индекс массы тела к 5 годам был выше 90-го перцентиля, уже в возрасте 1 года характеризовались повышенным потреблением белка по сравнению с теми, у которых избыточной массы тела не наблюдалось.

Таким образом, была доказана роль белка в питании детей раннего возраста для последующего образования избыточной массы тела и развития ожирения [129].

Sina Naghshi с соавт. оценили потенциальную зависимость дозы – ответ между потреблением общего белка, животного и растительного белка и риском смертности от всех причин, сердечно-сосудистых заболеваний и рака. В результате исследования установлено, что более высокое потребление общего белка связано с более низким риском смертности от всех причин, а потребление растительного белка связано с более низким риском смертности от всех причин и сердечно-сосудистых заболеваний. Замена продуктов с высоким содержанием животного белка растительными источниками белка может быть связана с долголетием [130].

С.Б. Марасанов с соавт. по корреляции между потреблением белка и летальностью от рака установили, что чем меньше белка в рационе, тем выше летальность от злокачественных новообразований [131].

S.M. Nachvak с соавт. провели систематический обзор и метаанализ доза-эффект 23-х проспективных исследований (с общим размером выборки 330 826 участников), чтобы обобщить выводы о связи между потреблением сои, изофлавонов сои и соевого белка с риском смертности от всех причин раковых и сердечно-сосудистых заболеваний и установили, что потребление сои / соевых

продуктов обратно пропорционально смертности от рака и сердечно-сосудистых заболеваний.

Столь же значимые ассоциации наблюдались и в отношении смертности от всех причин в некоторых других подгруппах включенных исследований.

Кроме того, более высокое потребление сои было связано со снижением риска смертности от рака желудка, колоректального и легкого, а также от ишемических сердечно-сосудистых заболеваний.

Участники самой высокой категории потребления соевых изофлавонов сои имели на 10% более низкий риск смертности от всех причин по сравнению с теми, кто находился в самой низкой категории. Авторы также обнаружили, что увеличение потребления соевых изофлавонов на 10 мг/день было связано с 7% и 9% снижением риска смертности от всех видов рака, в том числе от рака молочной железы. Снижение смертности от рака молочной железы на 12% было отмечено для каждого увеличения потребления соевого белка на 5 г/день [132].

C. Nowson, S. O'Connell в рандомизированных контролируемых исследованиях сообщают о явном преимуществе увеличения белка с пищей для увеличения мышечной массы и силы ног, особенно в сочетании с упражнениями с отягощениями. Существуют убедительные доказательства (уровень III-2 до IV), что потребление от 1 до 1,3 г/кг / день диетического белка в сочетании с прогрессирующими физическими упражнениями дважды в неделю снижает потерю мышечной массы, связанную с возрастом.

По-видимому, пожилые люди нуждаются в диетическом белке от 1 до 1,3 г/кг/ день для оптимизации физической функции, особенно при выполнении упражнений с отягощениями [133].

F. Kong с соавт. в исследовании влияния потребления белка на риск развития рака пищевода установили, что этот показатель имеет незначительную связь с общим риском развития рака пищевода (ОШ = 1,11, ДИ 95% = 0,88-1,40).

Были получены последовательные результаты в анализах подгрупп по типу исследования, типу белка, географическому местоположению и количеству случаев. Интересно, что потребление белка с пищей может значительно

увеличить риск развития плоскоклеточного рака пищевода (объединенное ОШ = 1,29, 95% ДИ = 1,02-1,62) вместо других типов заболеваний.

Подводя итог, можно сказать, что потребление белка с пищей не имело значимой связи с риском развития рака пищевода в общем анализе, но может быть связано с риском плоскоклеточного рака пищевода [134].

Общая связь между раком и потреблением белка была оценена как неокончательная [135]. Большинство исследований взаимосвязи между потреблением белка и раком основаны на пищевых продуктах и поэтому не могут изолировать эффект потребления белка от других питательных веществ или ингредиентов в пищевых продуктах. Например, Всемирный фонд исследования рака обнаружил, что потребление красного и обработанного мяса было связано с несколькими видами рака, особенно колоректального [136].

Что касается сердечно-сосудистых заболеваний, то связь между потреблением белка и ишемической болезнью сердца и инсультом была статистически незначимой в 6 когортных исследованиях, а полученные данные были расценены как неубедительные. Однако в когортном исследовании, проведенном в 2012 г. с 43396 шведскими женщинами, P. Lagiou и его коллеги обнаружили, что диета с низким содержанием углеводов / высоким содержанием белка (LC/HP) связана с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний после 15,7 лет [137].

А.М. Bernstein с соавт. исследовал связь между продуктами питания, которые являются основными диетическими источниками белка, и частотой ишемической болезни сердца (ИБС). Проспективно наблюдали за 84136 женщинами в возрасте от 30 до 55 лет, у которых не было выявлено рака, сахарного диабета, а также стенокардии, инфаркта миокарда, инсульта или других сердечно-сосудистых заболеваний. На основании проведенных исследований установлено, что высокое потребление красного мяса повышает риск развития ИБС и что риск ИБС может быть существенно уменьшен путем изменения источников белка в рационе питания [138].

D.D. Alexander исследовал зависимость между потреблением яиц и риском развития ишемической болезни сердца (ИБС) и инсульта. Основываясь на



результатах данного мета-анализа, было доказано, что потребление до одного яйца в день может способствовать снижению риска общего инсульта и ежедневное потребление яиц не связано с риском развития ИБС [139].

Доказательства связи между потреблением белка и артериальным давлением были оценены как неубедительные для общего и животного белка, но обратная связь с потреблением растительного белка была оценена как наводящая на размышления [140], и это согласуется с отчетом ВОЗ / ФАО / УООН [141]. Исследование OmniHeart [142] по питанию среди афроамериканцев и неиспаноязычных белых, которое основывалось на углеводной диете, аналогичной диетической диете для остановки гипертонии (DASH), но со снижением белка с 25% до 15% и заменой этой разницы (10% белка) на углеводы, не выявило существенной связи между потреблением белка и артериальным давлением.

В проспективном когортном исследовании пожилого возраста (Роттердам) была изучена связь между риском гипертонии и потреблением энергетически скорректированных тертилей общего, животного и растительного белка среди лиц старше 55 лет без гипертонии в начале исследования. Самый низкий показатель общего потребления белка составлял  $70 \pm 15$  г / день (14%), а самый высокий –  $97 \pm 19$  г / день (19%). Не обнаружено статистически значимых ассоциаций, за исключением лиц в возрасте  $\geq 70$  лет, где потребление животного белка было связано с повышенным риском гипертонии после 6 лет наблюдения [143].

Недавние всеобъемлющие исследования, касающиеся белка и артериального давления, включали исследования среди групп риска (пациенты с избыточным весом / ожирением, гипертонической болезнью и диабетом). Ученые обнаружили небольшой благоприятный эффект диетического белка, особенно растительного [144].

Два высококачественных мета-анализа рандомизированных контролируемых исследований [145, 146] установили статистически значимый обратный эффект для средней суточной дозы 25-30 г соевого белка, что соответствует 1 или 2 порциям в день, на концентрацию ЛПНП-холестерина. Исследования с

участниками с самой высокой исходной концентрацией холестерина ЛПНП показали большее снижение, чем исследования с самыми низкими значениями. Таким образом, эффект может быть меньшим у лиц с нормохолестеринемией.

Доказательства были оценены как убедительные в отношении влияния соевого белка на концентрацию ЛПНП-холестерина [147].

В исследовании L.Q. Bendtsen с соавт. [148] потребление молочных белков не было связано с изменениями массы тела или других маркеров метаболического риска во время 6-месячной фазы поддержания веса (WM). Тем не менее, увеличение потребления молочных белков, как правило, отрицательно связано с увеличением веса, хотя и не зависит от общего потребления белка.

Первичные данные исследования DiOGenes показывают, что диета с высоким содержанием белка и низким гликемическим индексом полезна для поддержания массы тела после начальной потери веса [149]. Поддерживающий вес эффект белков может зависеть от источника белка. Однако Гилберт и соавт. [150] не нашли четких доказательств того, что один источник белка предпочтительнее другого в программах по снижению веса. В настоящем исследовании не было обнаружено, что молочные белки добавляют дополнительный эффект поддержания веса по сравнению с общим белком. Следовательно, тенденция к отрицательной связи между потреблением молочных белков и изменением массы тела, возможно, не была связана в большей степени с источником, чем с общим количеством потребляемых белков. Это также подтверждается тем фактом, что нет никакой связи между потреблением молочного белка и изменениями в составе тела.

Было проведено несколько рандомизированных клинических испытаний для изучения влияния потребления молочных продуктов на массу тела и массы жира, и данные были недавно рассмотрены в двух мета-анализах [151, 152].

Оба мета-анализа пришли к выводу, что потребление молочных продуктов без ограничения энергии не приводит к потере веса.

Кроме того, Чен и соавт. предположили, что потребление молочных продуктов не влияет на массу тела в долгосрочной перспективе (> 1 года). Однако

некоторые исследования [153], посвященные влиянию молочных продуктов в привычных диетах, включенные в эти мета-анализы, отмечают определенные ограничения. Если субъекты не получали диетического консультирования, это приводило к тенденции к более высокому [153] или значительно большему [154] потреблению энергии в группах с молочной пищей, чем в контрольных. Несмотря на увеличение потребления энергии, масса тела и массы жира не различались между группами, что свидетельствует: включение молочных продуктов в привычную диету не приводит к увеличению веса. Этот вывод дополнительно подтверждается результатами исследований, проведенных Crichton [155] и Zemel [156].

A.S. Abargouei и М.Чен и соавт. пришли к выводу, что нет никакой отрицательной связи между потреблением молочных продуктов и массой жира, когда потребление энергии с пищей не ограничено. Это соответствует результатам настоящего исследования, где не было ограничения по энергии. Однако М.В. Zemel [157] сообщил, что потребление диеты с высоким содержанием молочных продуктов (три порции в день), как во время 6-месячной фазы поддержания веса (WM), так и во время ограничения энергии [158], приводит к уменьшению жира в туловище и уменьшению окружности талии.

Предполагается, что белки оказывают благотворное влияние на массу тела и состав за счет регуляции аппетита и диеты с высоким содержанием белка и низким гликемическим индексом [159-161].

Гилберт с соавт. [162] предположили, что в долгосрочной перспективе животные белки, особенно молочные, могут поддерживать синтез мышечного белка лучше, чем растительные белки, и это может стимулировать большие энергетические затраты, в то время как Fouillet и соавт. [163] считают, что аминокислоты из молочных продуктов используются в меньшей степени для внутрипочечной катаболической активности и в большей степени – для периферической анаболической активности, чем соевый белок.

Rideout и соавт. [164] недавно обнаружили, что четыре порции молока и йогурта с низким содержанием жира снижают концентрацию инсулина в плаз-

ме натошак и улучшают резистентность к инсулину. Однако на основании их исследования невозможно определить, был ли положительный эффект обусловлен молочными белками или другими биологически активными молочными компонентами.

Повышенное потребление белка (более 0,8 г/кг в сутки) может повышать мышечную массу в ходе упражнений с сопротивлениями у молодых мужчин и в какой-то степени ослаблять потерю нежировой массы и мышечной массы у людей с ожирением, однако данные рандомизированных контролируемых исследований не подтверждают благоприятные эффекты высокобелковой диеты на общую нежировую массу или мышечную массу в ходе поддержания или набора веса, а также положительное влияние такой диеты на физическое функционирование и повседневную активность [165].

За счет повышения уровней инсулина и глюкагона и нарушения работы инсулина на фоне высокобелковой диеты возникает повышение риска развития предиабета и сахарного диабета 2-го типа. Вдобавок, несмотря на снижение массы тела при белковом питании, отсутствие ограничения углеводов в диете неблагоприятно сказывается на метаболизме глюкозы.

Однако у лиц с ожирением и сахарным диабетом 2-го типа использование высокобелковой низкоуглеводной диеты улучшает постпрандиальные показатели гликемии и секреции инсулина, что может быть использовано в лечении данных состояний.

Повышенное потребление белка может нарушать функцию почек и ухудшать показатель скорости клубочковой фильтрации у лиц с уже установленным диагнозом хронической болезни почек.

Таким образом, высокобелковая диета не является абсолютно безопасной, на сегодняшний день к ней существуют отдельные строгие показания [166].

Адекватная мышечная масса и функции имеют решающее значение для функционирования организма и его выживания, а также для предотвращения саркопении, т.е. возрастной потери мышечной массы и функции, которая имеет большое значение. Прогрессирующая саркопения связана с повышенным

риском физической слабости и, следовательно, связана с повышенной вероятностью падений, ухудшением способности выполнять повседневную деятельность [167].

Pedersen и соавт. [168] провели рандомизированное контролируемое исследование связи между потреблением белка и изменением массы жира или массы без жира. В это исследование были включены 15 физически активных мужчин, которым была назначена диета с высоким содержанием белка (1,9 г/кг массы тела в день – 22%) или нормальная диета (1,3 г/кг массы тела в день – 15%) в течение 6 месяцев. В результате не было обнаружено никакой связи между потреблением белка и изменением массы жира или массы без жира.

Одно интервенционное исследование и два проспективных когортных исследования пожилых людей [169] позволили оценить полученные данные как наводящие на размышления в отношении позитивной связи между мышечной массой и общим потреблением белка в диапазоне от 13% до 20%. В исследовании Health ABC Study [170], которое было первым продольным исследованием, посвященным роли пищевого белка в изменениях состава тела, с использованием самых современных измерений состава тела, среднее потребление белка составляло 0,9 г/кг. Средняя трехлетняя потеря мышечной массы тела –  $0,68 \pm 1,9$  кг.

Участники самого высокого квинтиля потребления белка ( $\approx 19\%$ ) потеряли меньше мышечной массы по сравнению с участниками самого низкого квинтиля ( $\approx 11\%$ ). Примечательно, что не было статистически значимой связи между общим потреблением белка и 3-летней потерей мышечной массы с поправкой на физическую активность у 49,5% людей, которые имели стабильный вес, и это повышает осведомленность о достаточном потреблении энергии среди пожилых.

В строго контролируемом метаболическом исследовании с акцентом на N-баланс [171] и тренировку с отягощениями [172] потребление белка 0,8 г/кг массы тела ( $\approx 10\%$ ) в течение 14 недель привело к потере средней части бедра мышечной зоны в сидячей контрольной группе в период стабильности массы тела.

На основании мета-анализа Рэнда и его коллег [173], ВОЗ [174] рекомендует 0,83 г белка хорошего качества/кг массы тела в сутки, исходя из предполагаемой средней потребности в 0,66/кг массы тела в день.

Рекомендуемое потребление белка для младенцев и детей основано на факториальном методе. Расчеты основаны на оценках потребности в поддержании и росте, эффективности преобразования белка с пищей в белок организма и внутрииндивидуального изменения роста. Тем не менее, существует серьезное обсуждение подходящих значений для этих расчетов, что привело к большим различиям в рекомендациях по потреблению белка в течение первого года жизни, особенно в первые 6 месяцев.

Высокое потребление белка вызывает высокую почечную нагрузку. В первые месяцы жизни почки не могут справиться с высоким содержанием растворенного вещества [175].

На основании исследований N-баланса ВОЗ [176] рассчитала потребность в поддержании 0,66 г белка / кг массы тела в возрасте от 6 месяцев до 18 лет. Добавление потребности в росте приводит к расчетной средней потребности, которая очень быстро падает в течение первых двух лет жизни (1,12 г/кг массы тела через 6 месяцев и 0,79 г/кг массы тела – через два года), а затем снижается медленнее, достигая 0,75 г/кг массы тела в 10 лет и 0,66-0,69 г /кг массы тела для мальчиков и девочек соответственно в 18 лет. «Безопасный уровень потребления» рассчитывается путем добавления 1,96 стандартных отклонений (SD) к среднему требованию.

По сравнению с предыдущими расчетами [177], рекомендуемый уровень безопасности снизился для всех возрастов, но особенно для первых двух лет жизни.

Источник белка, по-видимому, важен, и существуют убедительные доказательства того, что животный белок, особенно из молочных продуктов, имеет более сильную связь с ростом, в первую очередь с увеличением веса, чем растительный. Данные также свидетельствуют, что более высокое потребление животного белка связано с более ранним началом полового созревания и что

общее потребление белка положительно связано с содержанием минеральных веществ в костях. Другие ассоциации с ранним потреблением белка и различными исходами для здоровья оценены как неубедительные. Частично отсутствие доказательств может быть результатом различных эффектов в зависимости от индексы массы тела, фенотипов или пола, но влияние этих факторов требует дальнейших исследований.

Рекомендации по потреблению белка у детей: 7-15% в возрасте от 6 до 11 месяцев, 10-15% – в возрасте от 12 до 23 месяцев и 10-20% – от 2 до 17 лет.

Хотя возможные негативные последствия потребления большого количества белка не были четкими у младенцев и детей, снижение верхних уровней в возрасте от 6 до 23 месяцев считается разумным. Предлагаются следующие верхние пределы потребления белка при условии достаточного потребления других питательных веществ: 0-6 месяцев – 10%; 6-11 месяцев – 15%; 12-23 месяца – 17%; 2 года и старше – 20%.

### **3.2. Микронутриенты**

#### ***Витамины***

С химической точки зрения витамины представляют собой очень разнообразную и разнообразную группу органических соединений, однако их можно рассматривать и как отдельную группу молекул. Витамин – это органическое химическое вещество, необходимое, жизненно важное питательное вещество, которое требуется организму в ограниченных количествах, но которое организм не может синтезировать самостоятельно в достаточных количествах и обычно оно должно быть получено с пищей. Это означает, что термин «витамин» зависит от конкретного организма, пищевых привычек и ситуации. Витамин С, например, является витамином для людей, но не для большинства других животных организмов (кроме приматов, морских свинок, летучих мышей, некоторых птиц и рыб), а также для растений или микробов. Добавки витаминов важны для лечения определенных состояний здоровья и недостаточности питания [178].

Есть и другие важные питательные вещества, такие как диетические минералы и незаменимые аминокислоты, которые обычно не считаются витами-

нами по соглашению. Однако за последние десятилетия были обнаружены и детально изучены новые витаминоподобные соединения, и теперь они рассматриваются как настоящие витамины; некоторые из них уже коммерциализированы. Они включают незаменимые жирные кислоты (НЖК), также называемые витамином F или полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК), кофермент убихинон (витамин Q10) и несколько хинопротеиновых факторов, таких как пирролохинолинхинон (PQQ). Другие молекулы по-прежнему считаются факторами роста и включают инозитол, глутатион, L-карнитин, карнозин, гамма-аминомасляную кислоту (ГАМК) и флавоноиды. Они выполняют различные важные физиологические функции или действуют как антиоксиданты.

Большинство витаминов должно поступать с ежедневным приемом пищи /корма, но некоторые витамины могут частично или косвенно образовываться в организме.

Известно, что большинство ферментированных пищевых продуктов и напитков обогащено витаминами, полученными из полезных микроорганизмов, участвующих в их производстве путем ферментации [179].

Витамины играют каталитическую роль в организме, обеспечивая оптимальный биосинтез, преобразование и разложение макромолекул, таких как нуклеиновые кислоты, белки, липиды и углеводы или их строительные блоки. Физиологическая / биохимическая функция большинства водорастворимых витаминов в настоящее время хорошо известна: они являются частью коферментов, участвуют в переносе ферментативных групп и, таким образом, отвечают за протекание определенных биохимических реакций [180].

Ведется много споров о положительном воздействии высоких доз водорастворимых витаминов на физиологию человека и животных; с другой стороны, хорошо известно несколько гипервитаминозов жирорастворимых витаминов.

Соединения, которые конкретно препятствуют функционированию витаминов, известны как авитамины, или антагонисты витаминов; их отрицательное действие может быть основано на разложении витаминов или на образовании комплекса витаминов в нерезорбируемый комплекс, т.е. авидин (в сыром яичном белке) с биотином.



Дикумарин исключает витамин К из системы синтеза протромбина, а аметоптерин является антагонистом фолиевой кислоты. Антивитамины, присутствующие в нашей повседневной пище, обычно разрушаются во время обработки и приготовления пищи.

Помимо их питательного, физиологического и медицинского значения, витамины и родственные соединения также нашли широкое техническое применение, – например, в качестве антиоксидантов (D-изоаскорбиновая кислота в качестве С5-эпимера витамина С, глутатиона, витамина Е), а также подкислители (витамин С) и в качестве биопигментов (каротиноиды, рибофлавин) в пищевой, кормовой, косметической, химической, нутрицевтической и фармацевтической отраслях. Существует особая потребность в натуральных пигментах (микро) биологического происхождения для замены синтетических пигментов и красителей; некоторые каротиноиды (бета-каротин, ликопин, астаксантин) [181-183].

Основные продукты питания человека, включая злаки, рис, картофель, овощи, фрукты, рыбу, мясо, молоко и яйца, являются главным источником витаминов и связанных с ними факторов роста. Таким образом, адекватное питание должно обеспечивать эту ежедневную потребность в витаминах.

Однако эта потребность возрастает при несбалансированном питании, физических упражнениях, беременности, кормлении грудью, активном росте, выздоровлении, злоупотреблении наркотиками, стрессе, загрязнении воздуха и т.д.

Патологические ситуации – нарушение всасывания в кишечнике, стрессовая кишечная микробиота, заболевания печени / желчи, лечение лекарствами, антибиотиками или гормонами, дефицит ферментов – также могут привести к нехватке витаминов, несмотря на их достаточное потребление. Недоедание во многих слаборазвитых странах, но столь же неправильные пищевые привычки в развитых странах тоже требуют прямого питания и лечения в сочетании с ежедневной корректировкой рациона. В табл. 1 представлена градация витаминов, их основных источников, а также заболеваний при их дефиците и избытке.

Таблица 1

## Источники витаминов и рекомендуемая суточная доза

Витамины	Источник	Заболевания при дефиците	Рекомендуемая суточная доза [184]	Заболевания при избытке
1	2	3	4	5
А	Ретинол (в пище животного происхождения): печень, мясо, масло, маргарин, жирная рыба, молоко и продукты его переработки, сыр, яичный желток * Каротиноиды провитамина А (в растительной пище): листовые овощи, шпинат, морковь, цитрусовые желтые	Курная слепота, гиперкератоз, кератомалиция, сухость и шелушение кожи, ломкие волосы	Уточненная физиологическая потребность для взрослых витамина А – 900 мкг рет. экв./сут. Физиологическая потребность для детей – от 400 до 1000 мкг рет. экв./сут. Физиологическая потребность β-каротина для взрослых – 5 мг/сут.	Переутомление, интоксикация печени
Д	Холекальциферол (D3): образуется в коже + УФ на солнечном свете; также из продуктов животного происхождения (сливочное масло, маргарин, жирная рыба (сельдь, угорь, лосось, скумбрия), молоко, сыр, яичный желток) * Эргокальциферол (D2): дрожжи, масло зародышей пшеницы, капуста, цитрусовые	Рахит, остеомалиция, остеопороз	Уточненная физиологическая потребность для взрослых – 10 мкг/сут., для лиц старше 60 лет – 15 мкг/сут. Физиологическая потребность для детей – 10 мкг/сут.	Гиперкальциемия
Е	Растительные масла, богатые витамином Е, орехи, семена, овощи, фрукты, хлеб, злаки, хлопья	Гемолитическая анемия, неврологические расстройства	Среднее потребление витамина Е – 17,8-24,6 мг ток. экв./сут. Верхний допустимый уровень потребления – 300 мг ток. экв./сут. Уточненная физиологическая потребность для взрослых – 15 мг ток. экв./сут. Физиологическая потребность для детей – от 3 до 15 мг ток. экв./сут.	Частичная или полная потеря зрения, травмы в результате мышечных судорог, ухудшение состояния сердечной мышцы
К	Зеленые листовые овощи, фрукты, молоко, мясо, яичный желток, злаки	Нарушение свертываемости крови; кровотечения	Физиологическая потребность К для взрослых – 120 мкг/сут, для детей – от 30 до 120 мкг/сут.	Неизвестно
В <sub>1</sub>	Хлеб, крупы, картофель, овощи, свинина, молочные продукты, яйца	Бери-бери, синдром Вернике – Корсакова, депрессия, потеря памяти, неврологические расстройства, повреждение сердца	Физиологическая потребность в для взрослых – 1,5 мг/сут, для детей – от 0,3 до 1,5 мг/сут.	Неизвестно

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
В <sub>2</sub>	Молоко и другие молочные продукты (хранить в темноте), мясо (печень), овощи, фрукты, хлеб, крупы	Глоссит; воспаление кожи, слизистых оболочек, себорей, дерматит, проблемы со зрением, врожденный дефицит железа из-за кишечной мальабсорбции, ухудшение активации В <sub>6</sub> и В <sub>9</sub>	Физиологическая потребность для взрослых – 1,8 мг/сут, для детей – от 0,4 до 1,8 мг/сут.	Неизвестно
В <sub>3</sub>	Мясо (печень), рыба, цельнозерновой хлеб, овощи, картофель, дрожжи, орехи	Пеллагра	Физиологическая потребность для взрослых – 20 мг/сут, для детей – от 5 до 20 мг/сут.	Поражение печени и глаз; расширение кровеносных сосудов
В <sub>6</sub>	Мясо (курица, говяжья печень, свинина и телятина), яйца, хлеб, зерновые продукты, картофель, бобовые, овощи, молоко и продукты, сыр	Анемия, депрессия и расстройство нервной системы; нарушение иммунной системы; воспаление кожи и слизистых оболочек	Физиологическая потребность для взрослых – 2,0 мг/сут, для детей – от 0,4 до 2,0 мг/сут.	Необратимая neuropatia конечностей
В <sub>9</sub>	Цельнозерновые продукты, хлеб, крупы, зеленые овощи, фрукты, молоко и молочные продукты	Макроцитарная анемия; врожденные дефекты (расщелина позвоночника, заячья губа, волчья пасть); замедление роста; повышенный уровень гомоцистеина в крови	Физиологическая потребность для взрослых – 400 мкг/сут, для детей – от 50 до 400 мкг/сут.	Передозировка может маскировать дефицит В12
В <sub>12</sub>	Мясо и другие продукты животного происхождения (молоко и молочные продукты, сыр, яйца); отсутствует в продуктах растительного происхождения	Злокачественная анемия; неврологические расстройства; потеря памяти; недостаточная секреция «внутреннего фактора» или кишечные болезни (болезнь Крона)	Физиологическая потребность для взрослых – 3 мкг/сут, для детей – от 0,3 до 3,0 мкг/сут.	Отек легких, тромбозы периферических сосудов, неврологические нарушения
С	Фрукты (цитрусовые, киви, малина, клубника, гуава, манго), овощи (брюссельская капуста, капуста, перец, картофель)	Цинга, усталость, замедленное заживление ран; сухие и секущиеся волосы; воспаление десен; снижение способности отражать инфекцию	Физиологическая потребность для взрослых – 90 мг/сут, для детей – от 30 до 90 мг/сут.	Увеличивает риск образования камней в почках; понос и желудочно-кишечные расстройства

Обогащенное витаминами питание используется во всем мире для обеспечения здоровья населения. Передозировка витаминов, особенно жирорастворимых, а также некоторых водорастворимых (высокие дозы С, В3, В5, В6, В9) могут привести к гипервитаминозу и различным болезням.

### *Минеральные вещества*

Минералы играют важную роль в биологии человека, включая метаболизм белков, углеводов и жиров, поддержание структуры человеческого тела [185]. На иммунную функцию негативно влияет недостаточное потребление почти всех необходимых витаминов и минералов [186].

В табл. 2 представлен обзор минеральных веществ и рекомендуемые суточные дозы.

*Таблица 2*

#### **Минеральные вещества и рекомендуемые суточные дозы**

Минерал	Биохимическая роль / функция	Симптомы дефицита	Симптомы избытка	Рекомендуемая суточная доза [187]
1	2	3	4	5
Кальций	Компонент зубов и костей; опосредует сокращение сосудов и вазодилатацию, сокращение мышц, нервную передачу и секрецию желез	Снижение костной массы и остеопороз	Гиперкальциемия; повышенный риск образования камней в почках (с добавками); молочнокислотный синдром; возможное повышение риска рака простаты	Для взрослых – 1000 мг/сут, для лиц старше 60 лет – 1200 мг/сут, для детей – от 400 до 1200 мг/сут
Фосфор	Компонент большинства биологических мембран и нуклеотидов и нуклеиновых кислот; буферизация избытков кислоты или щелочи; временное хранение и передача энергии, полученной из метаболического топлива; активация многих каталитических белков посредством фосфорилирования	Анорексия, анемия, мышечная слабость, боли в костях, рахит и остеомаляция, общая слабость	Метастатический кальциноз, пористость скелета, нарушение всасывания кальция	Для взрослых – 800 мг/сут, для детей – от 300 до 1200 мг/сут

1	2	3	4	5
Магний	Кофактор многих ферментов, в т.ч. энергетического метаболизма, участвует в синтезе белков, нуклеиновых кислот, обладает стабилизирующим действием для мембран, необходим для поддержания гомеостаза кальция, калия и натрия	Гипокальциемия; нервно-мышечная гипервозбудимость и латентная тетания; инсулинорезистентность и нарушение секреции инсулина	Расстройства желудочно-кишечного тракта (диарея, тошнота, спазмы в животе, паралитическая кишечная непроходимость); чаще возникает при нарушении функции почек	Для взрослых – 400 мг/сут, детей – от 55 до 400 мг/сут
Калий	Нейронная передача; сокращение мышц, тонус сосудов	Сердечные аритмии; мышечная слабость; дискомфорт в ногах; сильная жажда; частое мочеиспускание; путаница; непереносимость глюкозы, повышенное артериальное давление, повышенная солевая чувствительность, повышенный риск образования камней в почках, повышенный обмен костной ткани	Усталость, слабость, покалывание, онемение или другие необычные ощущения; паралич, сердцебиение, затрудненное дыхание; сердечные аритмии	Для взрослых – 2500 мг/сут, для детей – от 400 до 2500 мг/сут
Натрий	Основной внеклеточный ион, принимающий участие в переносе воды, глюкозы крови, генерации и передаче электрических нервных сигналов, мышечном сокращении	Набухание мозга, в результате которого теряется аппетит, тошнота, рвота, головная боль, изменение психического статуса (спутанность сознания, раздражительность, утомляемость, галлюцинации); мышечная слабость, судороги	Повышенное артериальное давление; повышенный риск сердечно-сосудистых заболеваний и инсульта; неврологические симптомы (спутанность сознания, кома, паралич мышц легких)	Для взрослых – 1300 мг/сут, для детей – от 200 до 1300 мг/сут
Хлориды	Хлор необходим для образования и секреции соляной кислоты	Гипохлоремический метаболический алкалоз; у младенцев гипохлоремия приводит к задержке роста, летаргии, раздражительности, анорексии, желудочно-кишечным симптомам и слабости; может также привести к гипокалиемии, метаболическому алкалозу, гематурии, гиперальдостеронизму и увеличению ренина в плазме	Обезвоживание, потеря жидкости, гипернатриемия	Для взрослых – 2300 мг/сут, для детей – от 300 до 2300 мг/сут

1	2	3	4	5
Железо	Входит в состав различных по своей функции белков, в т.ч. ферментов. Участвует в транспорте электронов, кислорода, обеспечивает протекание окислительно-восстановительных реакций и активацию перекисного окисления	Нарушение физической работоспособности, задержка развития, когнитивные нарушения, анемия	Усталость, анорексия, головокружение, тошнота, рвота, головная боль, похудание, одышка	Для взрослых – 10 мг/сут (для мужчин) и 18 мг/сут (для женщин), для детей – от 4 до 18 мг/сут
Цинк	Входит в состав более 300 ферментов, участвует в процессах синтеза и распада углеводов, белков, жиров, нуклеиновых кислот и в регуляции экспрессии ряда генов	Задержка роста, выпадение волос, диарея, задержка полового созревания и импотенция, поражения глаз и кожи, потеря аппетита, замедленное заживление ран	Симптомы со стороны желудочно-кишечного тракта (эпи-желудочная боль, тошнота, рвота, спазмы в животе, диарея); нарушение иммунного статуса	Для взрослых – 12 мг/сут, для детей – от 3 до 12 мг/сут
Медь	Входит в состав ферментов, обладающих окислительно-восстановительной активностью и участвующих в метаболизме железа; стимулирует усвоение белков и углеводов; участвует в процессах обеспечения тканей организма кислородом	Дефекты соединительной ткани; анемия; иммунная и сердечная дисфункция	Симптомы со стороны желудочно-кишечного тракта (боль в животе, тошнота, рвота, судороги, диарея)	Для взрослых – 1,0 мг/сут, для детей – от 0,5 до 1,0 мг/сут
Хром	Участвует в регуляции уровня глюкозы крови, усиливая действие инсулина	Дефицит приводит к снижению толерантности к глюкозе	Со стороны ЖКТ (боль в животе, тошнота, рвота, диарея)	Для взрослых – 50 мкг/сут, для детей – от 11 до 35 мкг/сут
Молибден	Является кофактором многих ферментов, обеспечивающих метаболизм серосодержащих аминокислот, пуринов и пиримидинов	Тахикардия, головная боль, куриная слепота, низкий уровень мочевой кислоты в сыворотке крови	Гиперурикемия и симптомы подагры	Для взрослых – 70 мкг/сут

1	2	3	4	5
Селен	Защищает от окислительного стресса, регулирует действие гормонов щитовидной железы и окислительно-восстановительного статуса витамина С и других молекул посредством селенопротеинов	Болезнь Кешана; нарушения со стороны скелетных мышц, проявляющиеся мышечной болью, утомляемостью, проксимальной слабостью, повышением уровня креатинкиназы в сыворотке	Селеноз (расстройство желудочно-кишечного тракта, выпадение волос, белые пятна на ногтях, запах чеснока изо рта, усталость, раздражительность и легкое повреждение нервов); ломкость и выпадение волос и ногтей	для взрослых - 55 мкг/сут. (для женщин); 70 мкг/сут. (для мужчин), для детей - от 10 до 50 мкг/сут
Йод	Участвует в функционировании щитовидной железы, обеспечивая образование гормонов (тироксина и трийодтиронина); необходим для роста и дифференцировки клеток всех тканей организма человека, митохондриального дыхания, регуляции трансмембранного транспорта натрия и гормонов	Умственная отсталость, гипотиреоз, зоб, врожденный гипотиреоз	Жжение во рту, горле и желудке, боль в животе, лихорадка, тошнота, рвота, диарея, слабый пульс, кома, цианоз; увеличение щитовидной железы (зоб) от повышенной стимуляции ТТГ; повышенный риск папиллярного рака щитовидной железы; иодермия; гипертиреоз	Для взрослых – 150 мкг/сут, для детей – от 60 до 150 мкг/сут
Марганец	Участвует в образовании костной и соединительной ткани, входит в состав ферментов, участвующих в метаболизме аминокислот, углеводов, катехоламинов, необходим для синтеза холестерина и нуклеотидов	Сопровождается замедлением роста, нарушениями в репродуктивной системе, повышенной хрупкостью костной ткани, нарушениями углеводного и липидного обмена	Нейротоксичность	Для взрослых – 2 мг/сут

Токсичность высоких доз микронутриентов имеет место при уровне потребления, который насыщает переносчики, осуществляющие гомеостатический контроль, – следовательно, судьба и последствия поступления сверхвысоких доз микронутриентов начинают напоминать воздействие ксенобиотиков. Опосредованные специфическим связыванием с определенными белками (ферментами) физиологические процессы имеют большее значение для микроэлементов, а не для чужеродных соединений, и поэтому априори можно предположить, что вариабельность, связанная с токсичностью микронутриентов, может быть не ниже, чем вызванная ксенобиотиками [188].

## ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

### 4.1. Растительное сырье как источник биологически активных веществ при производстве функциональных продуктов

Ценность растительного сырья, в том числе дикорастущих, определяется содержанием биологически активных веществ. Обеспечение качества и безопасности растительного сырья и напитков, вырабатываемых на их основе, становится одной из приоритетных задач, определяющих здоровье населения и сохранение его генофонда [189-191].

В данном разделе приведены результаты анализа химического состава плодов, ягод и лекарственно-технического сырья, используемого для производства функциональных продуктов. Классификация растительного сырья – на рис. 4.1 [192].

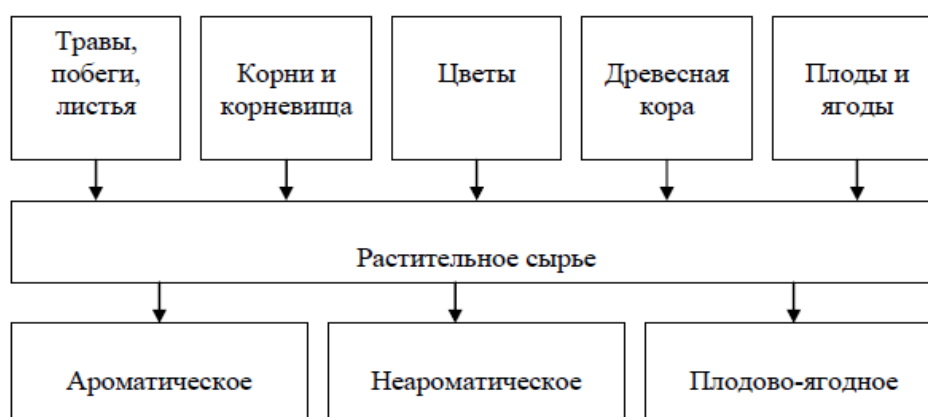


Рис. 4.1. Классификация растительного сырья.

Продовольственные растения Сибири, Дальнего Востока – это крупный потенциал улучшения качественного и расширения количественного ассортимента фитонапитков для покрытия внутрирегиональных потребностей и развития экспортных поставок.

Группа пищевых растений выделена как самостоятельный объект природы и производства. Продовольственная флора представлена на рис. 4.2.

Для придания продуктам особого аромата используются растения, содержащие ароматические вещества, улучшающие вкус и усвояемость их организмом. К ним относятся: зверобой (*Hypericum*), кипрей узколистный (*Chamerion*



angustifolium), кипрей узколистный (*Epilobium angustifolium*), лимонник китайский (*Schisandra chinensis*), липа (*Tilia*), родиола розовая (*Rhodiola rosea*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), элеутерококк колючий (*Eleutherococcus senticosus*) и др. [193-195].

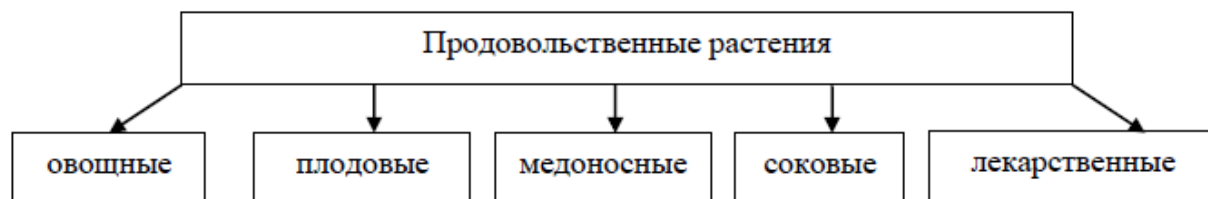


Рис. 4.2. Продовольственная флора.

В число плодово-ягодных произрастающих на Дальнем Востоке, входят: актинидия коломикта (*Actinidia kolomikta*), боярышник (*Crataegus*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), лимонник китайский (*Schisandra chinensis*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), шиповник (*Rosa*) и др.

Значительное количество этих групп растений являются признанными, длительно применяемыми лекарственными растениями.

При выборе сырья для производства функциональных продуктов нами также было принято во внимание, что оно должно быть экономически обусловленным. На основании этого для производства функциональных продуктов нами использовались возобновляемые части растений.

#### 4.2. Исследование химического состава, БАВ, показателей безопасности используемого сырья для производства функциональных продуктов

Химический состав некоторых дикорастущих плодов и ягод приведен в табл. 3.

Таблица 3

#### Содержание пищевых веществ в свежих ягодах

Сырье	Массовая доля, %			
	влаги	сахара	титруемых кислот	пектиновых веществ
Лимонник китайский	82,33±0,01	3,1±0,1	3,6±0,1	1,41±0,04
Рябина обыкновенная	79,12±0,04	4,6±0,2	1,1±0,2	0,76±0,13
Актинидия коломикта	78,29±0,03	11,6±0,5	1,9±0,4	0,84±0,06
Боярышник	83,65±0,01	9,1±0,2	0,8±0,3	1,57±0,09
Брусника	84,06±0,03	7,4±0,3	2,2±0,6	0,66±0,11
Шиповник	70,01±0,07	9,1±0,3	1,8±0,2	1,72±0,05

По результатам исследований установлено, что свежесобранное плодово-ягодное дикорастущее сырье имеет высокое содержание влаги (79-84%). Сахара в сочетании с кислотами обуславливают вкус ягод, их технологические особенности. В анализируемом сырье наибольшее содержание сахаров отмечалось у актинидии коломикта – 11,6%, наименьшее в лимоннике китайском – 3,1%. Исследования показали, что существенную роль в накоплении количества сахаров в анализируемом сырье играют условия внешней среды, влаго- и теплообеспеченность в период вегетации, стадия зрелости плодов, однако это характерно не для всех видов ягодного сырья.

В дикорастущих ягодах содержание пектиновых веществ составило 0,66-1,72%. Пектины выступают в роли стабилизаторов аскорбиновой кислоты, являются противоядием в отношении тяжелых металлов и других токсичных веществ, способствуют выведению из организма токсинов, холестерина, радиоактивных кобальта и стронция. Выявлено, что растворы пектина после термической обработки продолжают сохранять антибактериальные свойства. Пектин участвует в ароматообразовании.

Специфика накопления пектиновых веществ и соотношение их отдельных форм свои у каждого вида ягодного сырья, высокое содержание которых наблюдалось в ягодах шиповника – 1,72%.

По количественному содержанию и качественному составу органических кислот в плодово-ягодном дикорастущем сырье существуют немалые межвидовые и даже внутривидовые различия, зависящие от особенностей вида и условий внешней среды.

Общая кислотность в процессе созревания плодов у большей части изученных растений увеличивается. В анализируемых растениях преобладает яблочная кислота, в некоторых видах содержащаяся в равных количествах с лимонной. Отдельные кислоты обладают некоторым радиозащитным действием, обуславливают вкусовые качества сырья и готовой продукции [196, 197].

Наименьшей титруемой кислотностью обладают плоды рябины обыкновенной – 1,1%, наибольшей лимонник китайский – 3,6%.

В настоящее время важное значение придается биологически активным веществам. Особый интерес представляют флавоноиды, каротиноиды, аскорбиновая кислота и др. [198, 199].

Содержание биологически активных веществ в анализируемых плодах представлено в табл. 4.

Таблица 4

**Содержание биологически активных веществ  
в анализируемых плодах, мг/100 г**

Сырье	Массовая доля			
	витамина С	полифенольных веществ	витамина В <sub>1</sub>	витамина В <sub>2</sub>
Лимонник китайский	136,3±0,4	594,8±0,2	0,02±0,01	0,07±0,02
Рябина обыкновенная	44,9±0,1	349,2±1,1	0,03±0,05	0,11±0,01
Актинидия коломикта	112,3±0,2	405,8±0,3	0,04±0,02	0,02±0,04
Боярышник	65,9±0,4	195,3±1,2	0,04±0,02	0,04±0,01
Брусника	85,4±0,2	481,1±0,6	0,01±0,05	0,03±0,01
Шиповник	166,3±0,5	825,9±0,1	0,11±0,04	0,95±0,01

Наибольшее количество витамина С содержится в актинидии коломикта (112,3 мг/100 г), лимоннике китайском (136,3 мг/100 г) и шиповнике (166,3 мг/100 г, самое низкое его количество имеет рябина обыкновенная (44,9 мг/100 г). Сырье, обладающее Р-витаминной активностью, укрепляет стенки кровеносных сосудов, регулирует их проницаемость.

Механизм физиологического действия полифенолов заключается в их взаимодействии с аскорбиновой кислотой. Одна из форм проявления синергизма этих двух витаминов – антибиотическая активность. Установлено, что производные полифенолов являются препаратами общебиологического действия, ряд из них в повышенных количествах обладает противоопухолевым действием. Наибольшую Р-витаминную активность имеют катехины. Результаты исследований свидетельствуют, что содержание полифенольных веществ в шиповнике в среднем за анализируемый период составило 825,9 мг/100 г. При этом полифенольные соединения шиповника представлены катехинами, лейкоантоцианами, фенолокислотами, антоцианами, флавонолами. Содержание полифенольных веществ за анализируемый период в актинидии коломикта соста-

вило 405,8 мг/100 г. При этом отмечено, что содержание полифенолов в разные годы изменялось.

Содержания макроэлементов в свежих плодах представлены в табл. 5.

*Таблица 5*

**Содержание макроэлементов в свежих плодах, мг /100 г**

Сырье	Макроэлементы			
	Ca	Mg	K	Na
Лимонник китайский	133,1±0,1	33,9±0,5	380,1±0,2	1,03±0,1
Рябина обыкновенная	253,7±0,5	62,1±0,1	172,1±0,4	1,41±0,9
Актинидия коломикта	621,1±0,3	61,1±0,7	213,8±0,3	1,33±0,6
Боярышник	525,9±0,2	142,4 ±0,9	247,9±0,5	1,83±0,4
Брусника	28,1±0,4	9,1±0,2	65,3±0,9	0,37±0,1
Шиповник	592,9±0,8	161,8±0,5	256,1±0,6	1,73±0,4

Содержание микроэлементов в свежих плодах представлено в табл. 6.

*Таблица 6*

**Содержания микроэлементов в свежих плодах, мг /100 г**

Сырье	Микроэлементы				
	Mn	Fe	Cu	Zn	Se
Лимонник китайский	0,44 ±0,01	1,23±0,01	0,04±0,03	0,25±0,04	0,001±0,001
Рябина обыкновенная	1,15±0,02	1,18±0,06	0,11±0,03	0,33±0,09	0,004±0,002
Актинидия коломикта	1,90±0,06	2,40±0,04	0,16±0,04	0,13±0,07	0,002±0,001
Боярышник	0,32±0,01	2,09±0,08	0,10±0,05	0,55±0,01	0,003±0,002
Брусника	0,66±0,03	0,51±0,07	0,05±0,07	0,40±0,02	0,003±0,002
Шиповник	4,30±0,09	1,42±0,09	0,11±0,06	0,38±0,04	0,002±0,001

Результаты исследований показали, что анализируемое плодово-ягодное сырье имеет высокое содержание макро- и микроэлементов, ценность которых заключается в том, что эти вещества содержатся в комплексе. Сочетание всех составных компонентов создает определенную фармаколога-терапевтическую направленность того или иного плодово-ягодного сырья и его пользу для организма человека [200].

Технологическое достоинство лекарственно-технического сырья (ЛТС) определяется содержанием основных химических веществ безопасных для человека, превращения которых в процессе переработки обуславливают образование качественных показателей получаемого продукта. Это вызвало необходимость химического анализа лекарственно-технического сырья. Результаты исследования, обработанные методом математической статистики, представлены в табл. 7.

Таблица 7

### Содержание пищевых веществ в лекарственно-техническом сырье

Растения	Массовая доля		
	сухих веществ, %	витамина С, мг/100 г	полифенольные вещества, мг/100 г
Аралия маньчжурская (корень)	86,3±0,1	189,9±0,2	2630,7±0,3
Володушка золотистая	13,5±0,2	164,2±0,5	1661,5±0,3
Душица обыкновенная	11,4±0,7	138,8±0,1	7423,8±0,2
Зверобой	9,8±0,3	143,5±0,6	590,8±0,1
Кипрей узколистный	16,1±0,4	155,3±0,2	322,7±0,8
Липа (цветы)	13,2±0,1	33,1±0,2	520,1±0,6
Лист смородины черной	15,9±0,5	166,4±0,1	1670,9±0,2
Мята перечная	12,9±0,6	31,8±0,9	1897,1±0,4
Подорожник	14,6±0,2	65,2±0,3	453,6±0,1
Родиола розовая (корень)	62,3±0,4	48,1±0,2	2019,6±0,4
Черёда трехраздельная	11,9±0,7	66,2±0,1	480,7±0,6
Шлемник байкальский	14,1±0,7	32,2±0,9	556,1±0,4
Элеутерококк колючий (корень)	72,1±0,3	22,5±0,7	1405,2±0,3
Сосна обыкновенная (хвоя)	89,6±0,1	45,4±0,4	734,5±0,1

В табл. 8 и 9 представлены средние значения макро- и микроэлементов, содержащихся в лекарственно-техническом сырье.

Таблица 8

### Содержание макроэлементов в лекарственно-техническом сырье, мг /100 г

Сырье	Макроэлементы			
	Ca	Mg	K	Na
Аралия маньчжурская (корень)	106,3±0,2	21,0±0,5	178,2±0,6	0,9±0,1
Володушка золотистая	165,3±0,2	15,6±0,3	141,4±0,1	1,2±0,4
Душица обыкновенная	124,6±0,5	12,1±0,4	198,5±0,6	2,1±0,6
Зверобой	73,4±0,1	25,2±0,6	168,9±0,5	1,3±0,1
Кипрей узколистный	201,5±0,7	16,8±0,1	192,2±0,7	0,9±0,1
Липа (цветы)	169,7±0,2	20,7±0,8	262,9±0,7	0,8±0,2
Лист смородины черной	134,0±0,1	23,1±0,3	280,9±0,4	1,1±0,1
Мята перечная	203,4±0,5	23,1±0,7	252,4±0,4	1,7±0,2
Подорожник	393,0±0,7	25,2±0,1	446,1±0,1	0,6±0,5
Родиола розовая (корень)	108,6±0,4	13,8±0,7	574,6±0,7	0,9±0,6
Черёда трехраздельная	114,2±0,7	16,3±0,2	405,1±0,3	1,2±0,2
Шлемник байкальский	79,2±0,6	14,2±0,5	302,8±0,8	0,4±0,3
Элеутерококк колючий (корень)	112,4±0,3	17,2±0,1	179,6±0,5	1,4±0,2
Сосна обыкновенная (хвоя)	102,4±0,1	46,3±0,8	267,4±0,2	1,7±0,1

**Содержание микроэлементов в лекарственно-техническом сырье,  
мг /100 г**

Сырье	Микроэлементы				
	Mn	Fe	Cu	Zn	Se
Аралия маньчжурская (корень)	2,32±0,01	0,32±0,04	0,56±0,09	0,43±0,01	0,001±0,002
Володушка золотистая	2,30±0,07	0,24±0,01	0,19±0,06	0,41±0,02	0,005±0,004
Душица обыкновенная	1,25±0,03	0,63±0,07	0,49±0,07	0,34±0,02	0,003±0,002
Зверобой	2,51±0,05	0,11±0,01	0,34±0,03	0,71±0,07	0,009±0,001
Кипрей узколистный	2,13±0,04	0,15±0,01	0,36±0,02	0,67±0,08	0,001±0,001
Липа (цветы)	3,06±0,01	0,20±0,08	0,83±0,03	0,29±0,04	0,006±0,001
Лист смородины черной	2,83±0,04	0,21±0,01	0,17±0,05	1,18±0,02	0,014±0,005
Мята перечная	2,30±0,01	0,31±0,05	0,68±0,01	0,91±0,03	0,010±0,003
Подорожник	3,63±0,04	0,45±0,04	0,62±0,04	0,72±0,04	0,007±0,006
Родиола розовая (корень)	1,71±0,01	0,82±0,05	0,08±0,01	0,16±0,03	0,002±0,001
Черёда трехраздельная	3,53±0,06	0,25±0,02	0,48±0,03	0,82±0,09	0,012±0,005
Шлемник байкальский	1,48±0,07	0,45±0,04	0,11±0,04	0,27±0,06	0,003±0,001
Элеутерококк колючий (корень)	1,12±0,09	0,32±0,03	0,16±0,07	0,54±0,01	0,008±0,002
Сосна обыкновенная (хвоя)	0,75±0,01	0,25±0,01	0,12±0,03	0,65±0,02	0,006±0,001

Проведенные исследования показали разнообразность содержания макро- и микроэлементов у различных видов растительного сырья.

Контроль безопасности лекарственно-технического сырья на стадии заготовки и в процессе его переработки – одно из важнейших звеньев системы контроля.

Нами был проведен анализ показателей безопасности растительного сырья (табл. 10).

Полученные данные свидетельствуют, что в условиях дальневосточного региона растительное сырье способно накапливать соли тяжелых металлов, таких как свинец и мышьяк, однако в пределах допустимых значений.

**Показатели безопасности лекарственно-технического сырья**

Токсичные элементы, мг/кг				Радионуклиды, Бк/кг	
свинец	кадмий	мышьяк	ртуть	цезий-137	стронций-90
<b>Допустимый уровень, не более:</b>					
10,0	1,0	1,0	0,10	400,0	200,0
<b>Аралия маньчжурская (корень)</b>					
0,059 ± 0,021	< 0,005	< 0,002	< 0,00002	0,49 ± 1,39	0,02 ± 1,96
<b>Володушка золотистая</b>					
0,061 ± 0,012	< 0,005	< 0,002	< 0,00002	0,51 ± 0,21	0,01 ± 0,09
<b>Душица обыкновенная</b>					
0,029 ± 0,024	< 0,005	< 0,002	< 0,00002	0,47 ± 0,05	0,01 ± 0,06
<b>Зверобой</b>					
0,018 ± 0,012	< 0,005	< 0,002	< 0,00002	0,43 ± 0,89	0,01 ± 0,13
<b>Кипрей узколистный</b>					
0,033 ± 0,013	< 0,005	< 0,002	< 0,00002	0,45 ± 0,53	0,05 ± 0,17
<b>Липа (цветы)</b>					
0,037 ± 0,026	< 0,005	< 0,002	< 0,00002	0,42 ± 0,06	0,01 ± 0,07
<b>Лист смородины черной</b>					
0,016 ± 0,014	< 0,005	< 0,002	< 0,00002	0,63 ± 0,47	0,02 ± 0,60
<b>Мята перечная</b>					
0,013 ± 0,011	< 0,005	< 0,002	< 0,00002	0,39 ± 0,55	0,01 ± 0,48
<b>Подорожник</b>					
0,026 ± 0,017	< 0,005	< 0,002	< 0,00002	0,13 ± 0,94	0,02 ± 0,60
<b>Родиола розовая (корень)</b>					
0,025 ± 0,014	< 0,005	< 0,002	< 0,00002	0,21 ± 2,41	0,04 ± 1,09
<b>Черда трехраздельная</b>					
0,023 ± 0,016	< 0,005	< 0,002	< 0,00002	0,27 ± 0,24	0,02 ± 0,04
<b>Шлемник байкальский</b>					
0,008 ± 0,013	< 0,005	< 0,002	< 0,00002	0,19 ± 0,12	0,02 ± 0,11
<b>Элеутерококк колючий (корень)</b>					
0,018 ± 0,015	< 0,005	< 0,002	< 0,00002	0,33 ± 0,98	0,01 ± 0,64
<b>Сосна обыкновенная (хвоя)</b>					
0,005 ± 0,0001	< 0,005	< 0,002	< 0,00002	0,17 ± 0,08	0,01 ± 0,001

Таким образом, дикорастущее ЛТС, произрастающее в ДФО, по показателям пригодно для производства функциональных продуктов, а использование современных технологий и методов контроля способствует существенному снижению содержания токсичных элементов в процессе его переработки.

#### **4.3. Обоснование способов переработки дикорастущего сырья для производства функциональных продуктов**

При разработке состава и организации промышленного производства функциональных продуктов необходимо использовать продукты переработки плодово-ягодного и ЛТС: сухое сырье, экстракты из свежего, замороженного и

сушеного сырья, полученные с использованием технологических параметров, максимально сохраняющих их БАВ и не удорожающих стоимость полуфабрикатов. Экстракты из плодово-ягодного и ЛТС широко используются для различных видов напитков. Они могут быть получены в концентрированной форме для длительного хранения и в виде водных вытяжек непосредственно на предприятиях перед изготовлением напитков.

При разработке технологических параметров переработки сырья учитывали:

комплектность технологических параметров переработки в зависимости от особенностей дикорастущего растительного сырья;

подбор температурных режимов процессов тепловой обработки и сушки, обеспечивающих максимальное сохранение действующих веществ дикорастущего растительного сырья;

доведение отдельных видов высушенного дикорастущего растительного сырья до товарного вида.

В ходе работы в первую очередь исследованы тепловые процессы обработки сырья. Учитывая, что анализируемое дикорастущее растительное сырье термолабильно и плохо отдает влагу, а также исходя из технических характеристик имеющихся в пищевой промышленности технологического оборудования, наиболее рациональным был признан вариант высушивания сырья в два этапа: термообработка сырья для удаления основной части свободной влаги в течение 6 часов на первой стадии и досушка сырья для удаления оставшейся свободной и части связанной влаги в течение 30 мин.

При этом процесс термообработки проводится рабочим агентом (воздухом) при нисходящем режиме температуры, а процесс досушки – восходящем режиме. Предпосылкой выбора этих температурных режимов служили многочисленные литературные данные о преимуществе такого метода сушки термолабильных продуктов.

На предварительном этапе подготовки к термообработке учитывали особенности некоторых видов сырья (необходимость промывания корней и корневищ).



В результате проведенных поисковых опытов и априорного ранжирования факторов сушки были выделены наиболее значимые факторы, существенно влияющие на данный процесс (табл. 11).

Таблица 11

**Факторы и уровни их варьирования**

Факторы	Условное обозначение	Уровни варьирования		
		Верхний (+1)	Основной (0)	Нижний (-1)
Начальная температура термообработки, t°С	x <sub>1</sub>	60	50	40
Конечная температура термообработки, t°С	x <sub>2</sub>	55	45	35
Продолжительность термообработки, T (час.)	x <sub>3</sub>	7	5	3
Начальная температура сушки, t°С	x <sub>4</sub>	75	65	60
Конечная температура сушки, t°С	x <sub>5</sub>	80	70	65
Продолжительность сушки, T (мин.)	x <sub>6</sub>	35	25	15

В качестве зависимых переменных приняты: выход сушеного сырья, % (y<sub>1</sub>) и полифенольные соединения, % (y<sub>2</sub>).

После реализации эксперимента по матрице планирования и получения значений критерия оптимизации проведена обработка результатов и построены итоговые математические модели:

$$y_1 = -863,830 + 13,872x_1 + 17,048x_4 - 0,134x_1^2 - 0,122x_4^2 \quad (1)$$

$$y_2 = 94,06170 - 0,25820x_1 - 2,50060x_4 + 0,00284x_1^2 + 0,001772x_4^2 \quad (2)$$

Итоговые математические модели оказались адекватными изучаемым процессам при доверительной вероятности 95%.

На рис. 4.3 приведены графики поверхностей зависимости y<sub>1</sub> от независимых переменных, на рис. 4.4 – графики поверхностей зависимости y<sub>2</sub> от независимых переменных.

На основании проведенных модельно-лабораторных опытов были определены режимные параметры, при которых достигается наиболее высокий технологический эффект – доведение сырья до технологической нормы при максимальном содержании полифенольных соединений: температура воздуха в начале термообработки – 50°С, в конце – 45°С, продолжительность процесса – 6 час., температура сушильного агента в начале сушки – 65°С, в конце – 70°С, при продолжительности 25-30 мин.; толщина слоя для плодово-ягодного сырья и корней – 4-6 см, для остального лекарственно-технического сырья – 15-20 см.

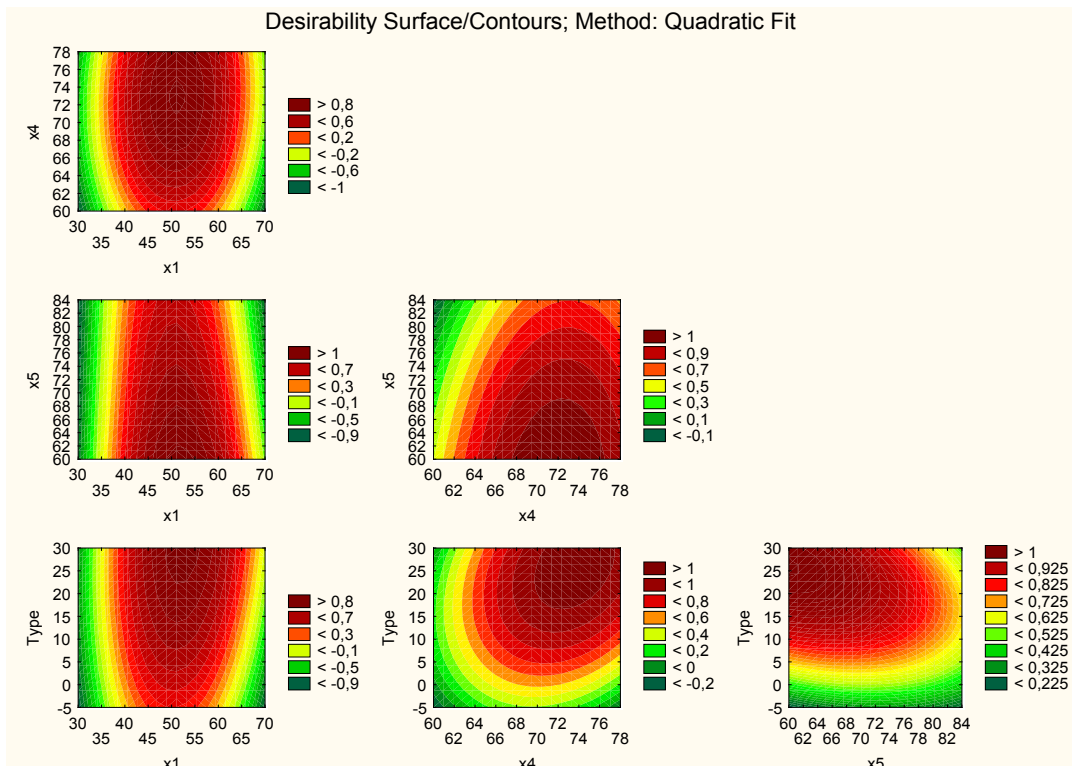


Рис. 4.3. Графики поверхностей зависимости  $y_1$  от независимых переменных.

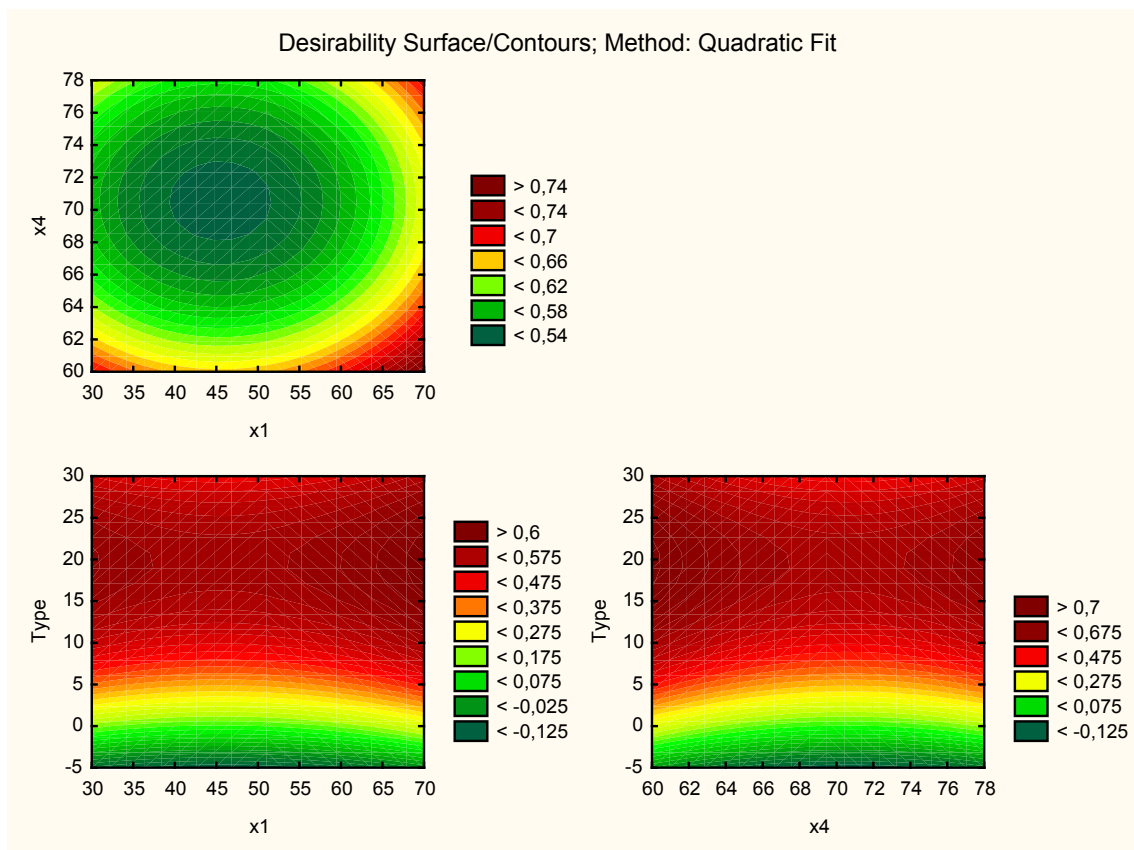


Рис. 4.4. Графики поверхностей зависимости  $y_2$  от независимых переменных.

В полученных образцах определяли органолептические показатели по 5-балльной системе (табл. 12).

Таблица 12

**Органолептические показатели сухих плодов**

Сырье	Показатель			
	Внешний вид (коэфф. весомости 0,3)	Цвет (коэфф. весомости 0,3)	Аромат (коэфф. весомости 0,4)	Комплексный показатель (коэфф. весомости 1,0)
Лимонник китайский	1,5	1,47	1,90	4,87
Рябина обыкновенная	1,5	1,49	1,90	4,89
Актинидия коломикта	1,5	1,45	1,85	4,80
Голубика	1,45	1,5	1,98	4,93
Боярышник	1,49	1,49	1,85	4,83
Клюква	1,47	1,45	1,95	4,87
Брусника	1,5	1,5	1,97	4,97
Виноград амурский	1,5	1,48	1,90	4,88
Жимолость	1,48	1,49	1,90	4,87
Шиповник	1,5	1,48	1,95	4,93
Калина	1,5	1,47	1,89	4,87

Как видно из табл. 12, высушенные ягодные плоды по органолептическим показателям получили достаточно высокие оценки (4,80 – 4,97). По внешнему виду ягоды были слегка приплюснутые, цвет – свойственный исходному сырью, аромат – свойственный свежим плодам, без признаков плесени и посторонних запахов, интенсивный. Средние значения содержания БАВ в сухих плодах представлены в табл. 13.

Таблица 13

**Содержание БАВ в сухих плодах**

Сырье	Массовая доля		
	витамина С, мг/100 г	полифенольных веществ мг/100 г	свободных органических кислот, %
Лимонник китайский	109,6±0,1	517,3±0,6	5,36 ±0,02
Рябина обыкновенная	36,7±0,5	279,3±0,8	3,49±0,04
Актинидия коломикта	95,4±0,3	344,7±0,1	1,20±0,06
Боярышник	56,2±0,1	160,1±1,2	0,93±0,02
Брусника	70,1±0,9	399,3±0,5	1,95±0,07
Шиповник	141,3±0,8	702,3±0,4	2,04±0,06

Полученные данные позволяют сделать вывод, что при сушке количество свободных органических кислот снижается в среднем на 20-40%, происходит незначительное снижение содержания полифенолов – в среднем на 15-25%. Это результат действия ферментов, реакций полимеризации соединений с большим количеством двойных и тройных связей, разрушения природных комплексов. Высушенное сырье хранили в чистом, сухом, хорошо проветриваемом помеще-

нии в соответствии с требованиями ГФ XI изд. в бумажных пакетах в течение 12 месяцев. Изменение органолептические показатели в процессе хранения приведены на рис. 4.5.

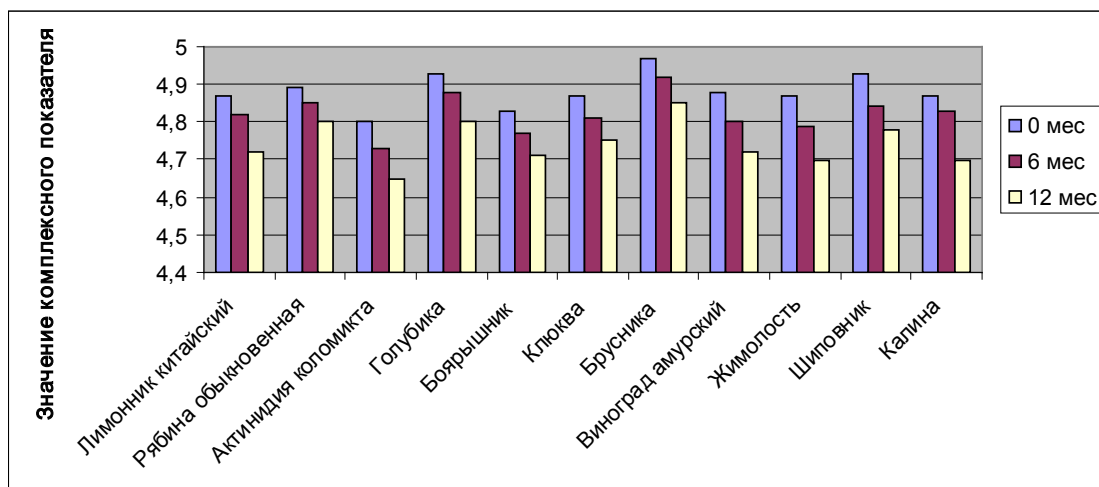


Рис. 4.5. Изменение органолептических показателей сухих плодов и ягод в процессе хранения.

В процессе хранения к концу 12 месяцев произошло снижение интенсивности окраски в среднем на 6-9%, что связано, по-видимому, с потерей биологически активных соединений, отвечающих за цвет. Аромат стал менее выраженным. На основании проведенных исследований установлен срок хранения сушеных ягод – 12 месяцев.

Далее были исследованы ароматические характеристики отдельных видов высушенного растительного сырья (табл. 14).

Таблица 14

**Ароматические характеристики отдельных видов высушенного растительного сырья**

Сырье	Органолептические показатели	
	вкус	запах
1	2	3
Аралия маньчжурская	Приятный	Ароматный
Володушка золотистая	Приятный	Ароматный
Душица обыкновенная	Горьковато-приятный, слегка вяжущий	Ароматный
Зверобой	Слегка горьковатый	Слабый, специфичный
Кипрей узколистный	Слегка горьковатый	Ароматный
Липа (цветы)	Сладковатый, слегка вяжущий	Ароматный
Лист смородины	Насыщенный	Слабый
Мята перечная	Приятный	Ароматный

1	2	3
Подорожник	Слегка горьковатый	Слабый, свойственный сырью
Родиола розовая (корень)	Приятный, вяжущий	Ароматный, свойственный сырью
Тысячелистник азиатский	Пряно-горьковатый	Специфический
Черёда трехраздельная	Терпкий, вяжущий	Специфический
Шлемник байкальский	Горьковато-вяжущий	Слабый
Элеутерококк колючий (корень)	Пряный, вяжущий	Тонкий ароматный
Сосна обыкновенная (хвоя)	Пряно-горьковатый	Специфический

Физиологическая ценность функциональных продуктов определяется комплексом биологически активных веществ. Физико-химические показатели высушенного сырья представлены в табл. 15.

Таблица 15

#### Физико-химических показатели высушенного ЛТС

Сырье	Массовая доля, мг/100 г	
	витамина С	полифенольных веществ
Аралия маньчжурская (корень)	150,1±0,4	2129,6±0,2
Володушка золотистая	139,5±0,5	1312,5±0,1
Душица обыкновенная	111,1±0,6	6013,7±0,9
Зверобой	117,6±0,4	460,8±0,5
Кипрей узколистный	128,9±0,7	261,4±0,2
Липа (цветы)	28,2±0,4	406,3±0,4
Лист смородины черной	141,5±0,6	1320,6±0,5
Мята перечная	26,4±0,1	1517,7±0,3
Подорожник	52,8±0,5	358,4±0,2
Родиола розовая (корень)	37,5±0,4	1676,3±0,8
Черёда трехраздельная	56,8±0,8	389,4±0,7
Шлемник байкальский	27,3±0,2	467,2±0,8
Элеутерококк колючий (корень)	18,6±0,9	1138,2±0,6
Сосна обыкновенная (хвоя)	37,2±0,1	594,8±0,1

Таким образом, представленные данные свидетельствуют, что выбранный процесс сушки является оптимальным и способствует сохранению биологически активных веществ в сырье. Проведенный сравнительный анализ показателей качества в процессе хранения позволил установить, что анализируемое сырье перспективно для создания продуктов с высокой пищевой ценностью: в нем остается достаточно большое количество полифенольных веществ и витамина С. В производстве функциональных продуктов растительное сырье может быть

использовано в виде экстрактов, соков, настоев, морсов и т.д. В результате экстрагирования биологические компоненты переходят в раствор и становятся более доступными и усвояемыми.

Один из важнейших факторов при выборе параметров и режимов получения растительного экстракта – максимальное сохранение активности БАВ [201].

Разработка технологии извлечения биологически активных веществ осуществляется на основе принципов, представленных на рис. 4.6.

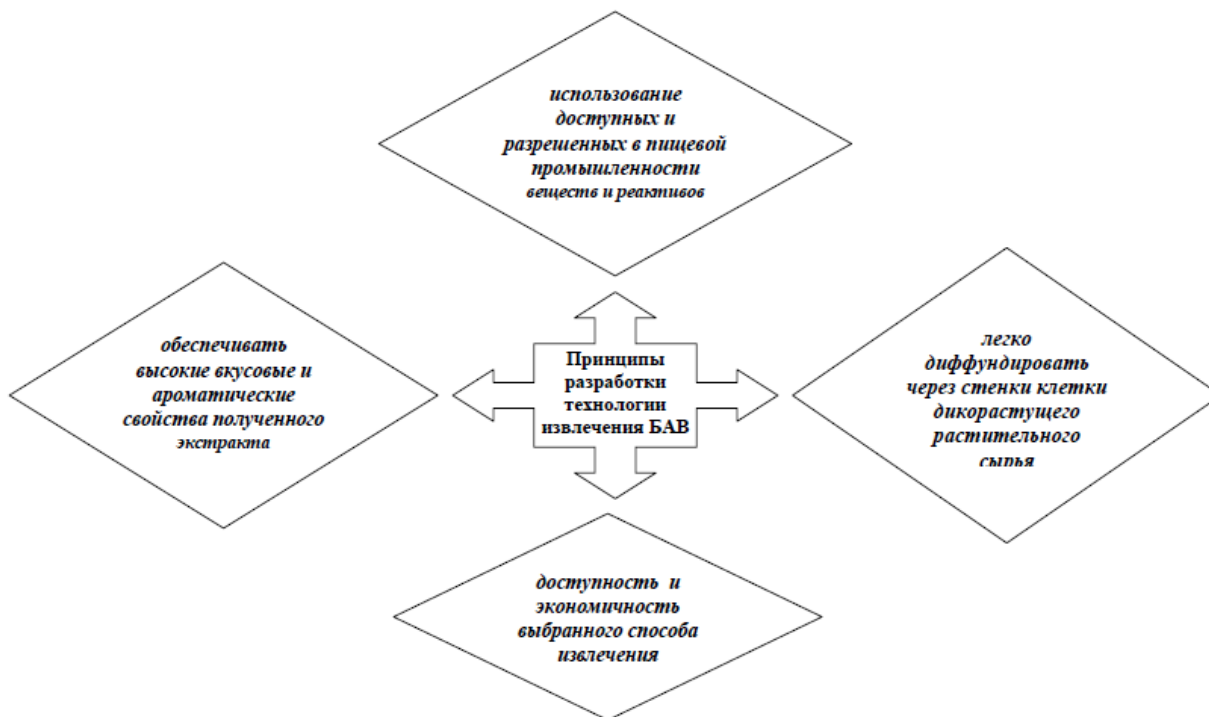


Рис. 4.6. Принципы разработки технологии извлечения БАВ.

Из высушенного дикорастущего растительного сырья БАВ извлекаются в основном экстракцией. Экстракция осуществляется водно-спиртовым раствором, водой, углекислотой, фреоном и рядом других экстрагентов. Для извлечения масел используются жирорастворяющие экстрагенты. Для получения пихтового масла и флоренты в качестве экстрагента используют острый пар. Однако в абсолютном большинстве случаев для извлечения БАВ из дикорастущего растительного сырья достаточным экстрагентом является вода.

Для экстрагирования сухих некоторых видов дикорастущего растительного сырья использовали метод диффузии с последующим концентрированием. Гранулометрический состав части видов измельченного растительного сырья представлен в табл. 16.

**Гранулометрический состав измельченных сухих видов  
растительного сырья**

Показатель сырья, %	Размер фракции, мм				
	3,0	2,0	1,0	0,5	< 0,5
Лимонник китайский	0,9	1,5	5,7	64,6	27,3
Актинидия коломикта	1,1	2,5	8,4	61,5	26,5
Элеутерококк колючий	1,2	1,8	5,9	63,9	27,2
Родиола розовая	1,3	2,1	7,8	62,1	26,7
Аралия маньчжурская	1,1	2,3	6,2	61,8	28,6
Подорожник	1,0	2,2	6,5	62,0	28,3
Брусника	0,9	1,9	6,1	59,6	31,5
Сосна обыкновенная	0,8	1,8	6,4	61,0	29,4

Данные табл. 16 свидетельствуют, что большинство гранул (61,5 – 64,6%) имеют размер 0,5 мм.

Известно, что основными факторами, существенно влияющими на процесс экстрагирования, являются продолжительность процесса и температура. Достоверно установлено, что при высоких температурах экстрагирования могут усиливаться процессы полимеризации фенольных соединений, приводящие к помутнению вытяжки, а также инактивироваться биологически активные вещества растительного сырья: процесс экстрагирования проводили при температуре с интервалом от 30 до 45°C.

В качестве растворителя использовали воду, поскольку полифенольные вещества, входящие в состав анализируемого сырья, являются водорастворимыми соединениями. Экстрагирование проводили в течение 45 часов при соотношении сырье: экстрагент 1:10, с периодическим перемешиванием смеси с интервалом в 30 мин.

Для определения оптимальных технологических параметров получения экстрактов из растительного сырья произвели корреляционно-регрессионный анализ.

В результате получены следующие уравнения регрессии:

для экстракта лимонника китайского

$$y = -1,64 + 0,01x_1 + 0,31x_2 - 0,0044x_2^2, r^2 = 0,78;$$

для экстракта актинидии коломикта

$$y = 22,87 + 0,0234x_1 - 1,168x_2 + 0,00167x_2^2, r^2 = 0,91;$$

для экстракта элеутерококка колючего

$$y = 3,1 + 0,0277x_1 + 0,0142x_2 - 0,005x_2^2, r^2 = 0,87;$$

для экстракта корней родиолы розовой

$$y = 18,81 + 0,02345x_1 - 0,888x_2 + 0,0127x_2^2, r^2 = 0,77;$$

для экстракта подорожника

$$y = 18,95 + 0,0223x_1 - 0,888x_2 - 0,00127x_2^2, r^2 = 0,92;$$

для экстракта брусники

$$y = 8,853 + 0,0172x_1 - 0,0256x_2 + 0,043x_2^2, r^2 = 0,94;$$

для экстракта сосны обыкновенной

$$y = 1,5448 + 0,2092x_1 + 0,3519x_2 + 0,026x_2^2, r^2 = 0,95.$$

Полученные результаты позволили определить оптимальные параметры экстрагирования: продолжительность – 40 часов, температура 40°C, гидромодуль 1:10. Экстракты, полученные при данных режимах экстрагирования, были проанализированы по основным физико-химическим показателям (табл. 17).

Таблица 17

**Физико-химические показатели и состав экстрактов  
некоторых видов анализируемого сырья**

Сырье	Массовая доля		
	растворимых сухих веществ, %	полифенольных веществ, мг/100 г	витамина С, мг/100 г
Корни элеутерококка	4,1±0,2	46,6±0,1	0,83±0,02
Корни родиолы розовой	4,2±0,2	70,4±0,2	1,68±0,03
Лимонник китайский	4,5±0,1	23,2±0,2	4,82±0,02
Актинидия коломикта	4,3±0,2	14,8±0,1	4,19±0,03
Корни аралии маньчжурской	4,0±0,2	104,1±0,2	6,34±0,02
Подорожник	4,1±0,2	16,1±0,1	2,31±0,01
Брусника	4,2±0,1	17,9±0,1	3,18±0,02
Сосна обыкновенная	4,0±0,1	36,7±0,2	2,27±0,01

Полученные данные позволяют утверждать, что выбранные параметры экстрагирования являются оптимальными, поскольку сохраняют максимальное количество биологически активных веществ (85-91%) по всем анализируемым показателям. Концентрирование полученных экстрактов проводили с помощью



ротаторно-распылительного аппарата до содержания массовой доли сухих веществ 55%, рабочем давлении в аппарате 4,9 кПа и температурой греющего агента (вода) 85-90°C.

Использование такого оборудования дает возможность проводить концентрирование в щадящих температурных режимах, благотворно влияющих на сохранность БАВ в дикорастущем сырье.

Полученные экстракты оценивали по органолептическим показателям после разбавления их водой. Вкусо-ароматические дескрипторы полученных экстрактов приведены на рис. 4.7-4.14.

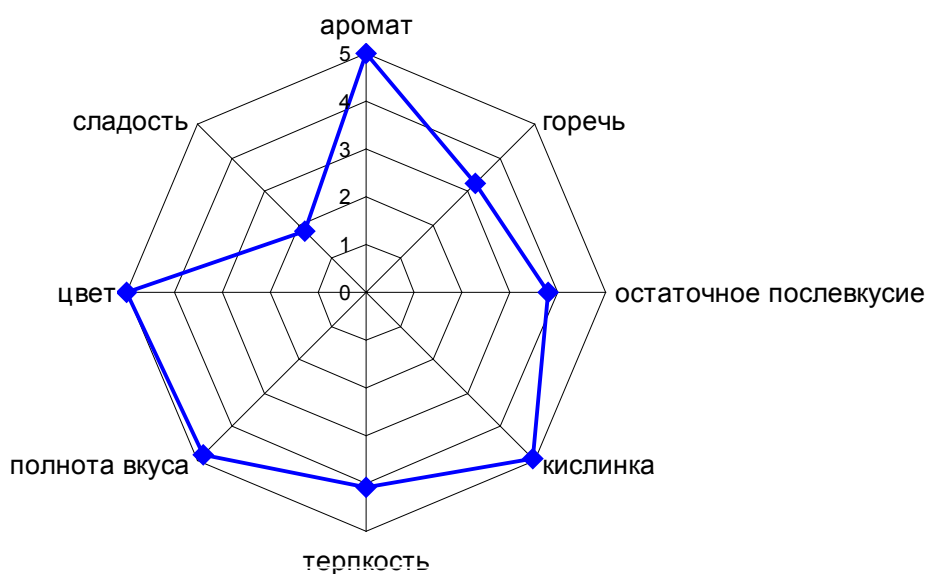


Рис. 4.7. Органолептический профиль экстракта из лимонника китайского.

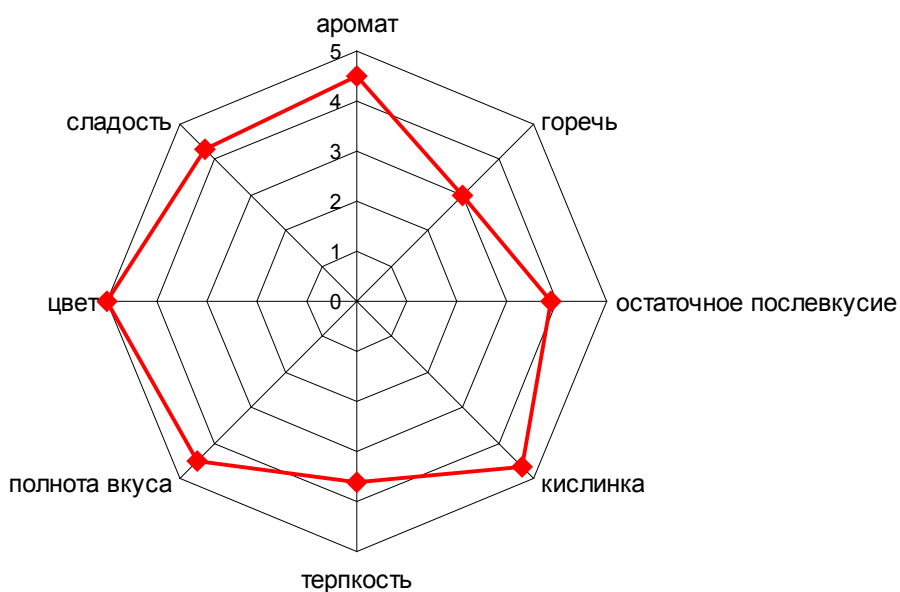


Рис. 4.8. Органолептический профиль экстракта из актинидии коломикты.

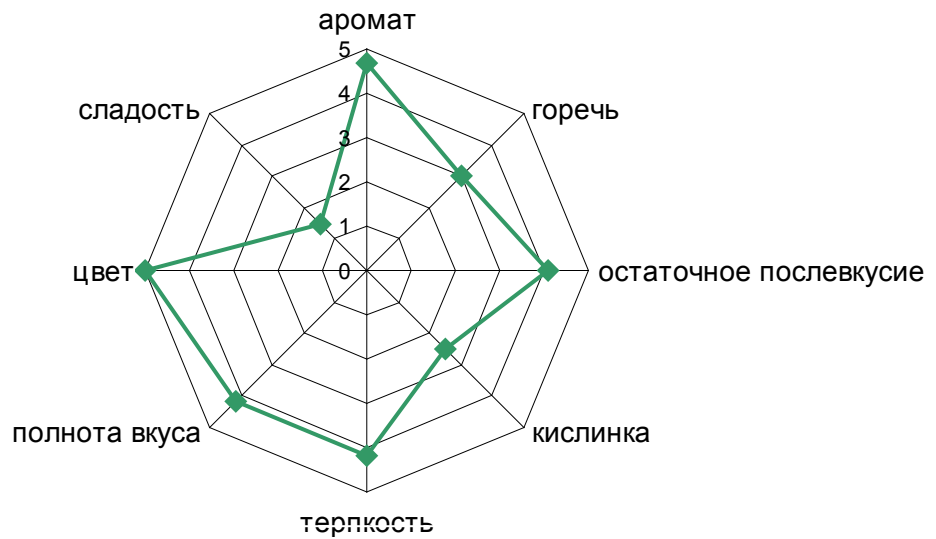


Рис. 4.9. Органолептический профиль экстракта из элеутерококка колючего.

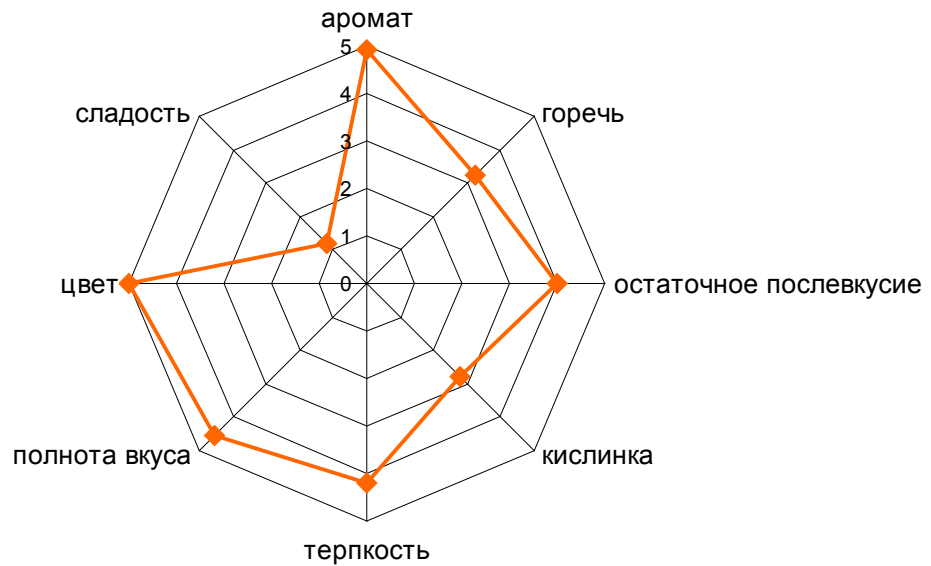


Рис. 4.10. Органолептический профиль экстракта из родиолы розовой.

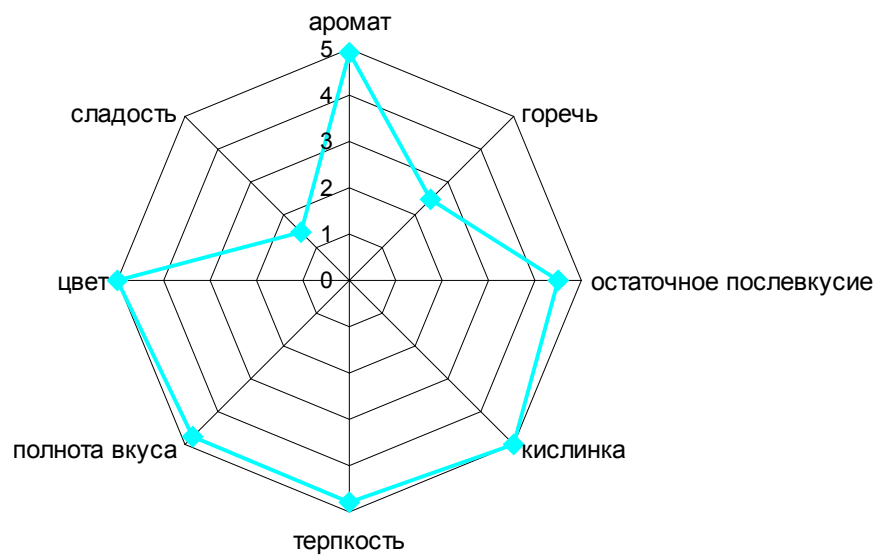


Рис. 4.11. Органолептический профиль экстракта из аралии маньчжурской.

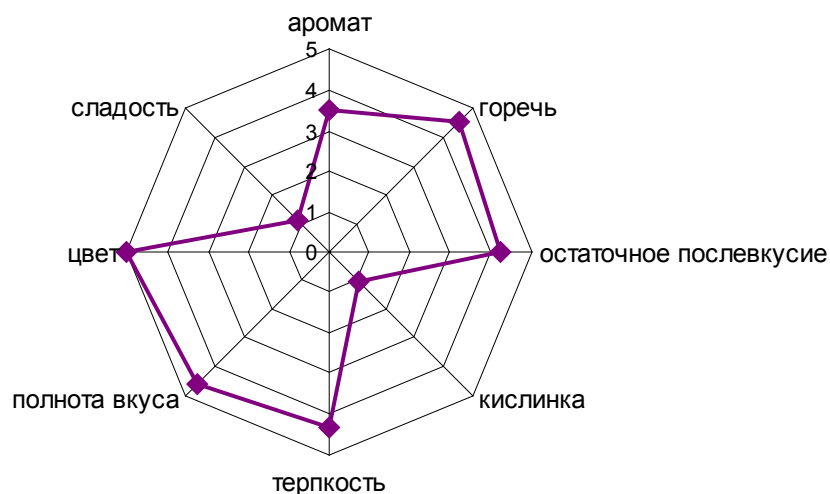


Рис. 4.12. Органолептический профиль экстракта из подорожника.

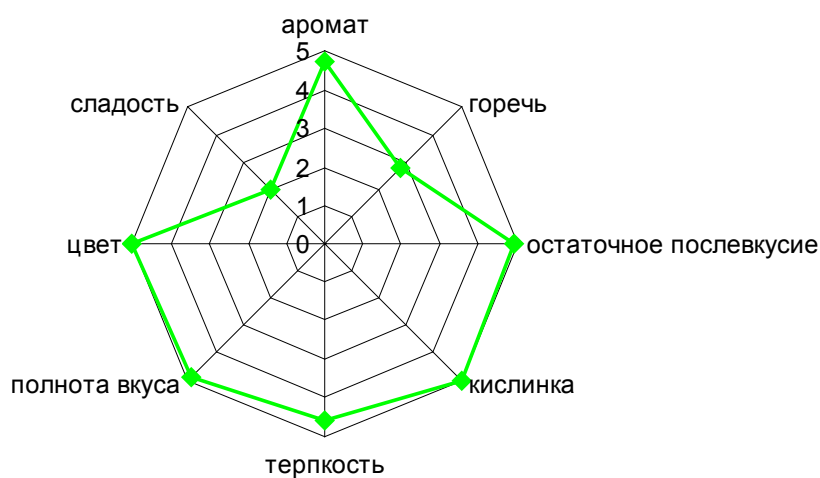


Рис. 4.13. Органолептический профиль экстракта из брусники.

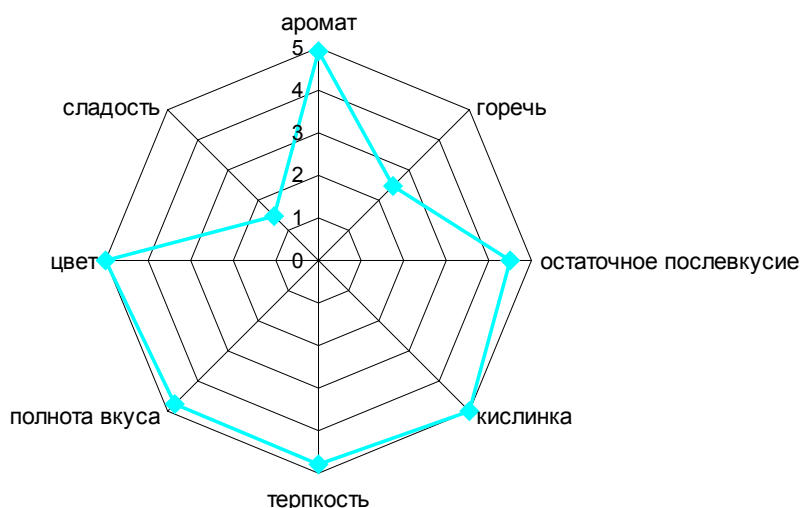


Рис. 4.14. Органолептический профиль экстракта из сосны обыкновенной.

Экстракты на основе аралии маньчжурской, лимонника китайского, родиолы розовой, элеутерококка колючего, сосны обыкновенной имели терпкий вкус, это объясняется переходом достаточно большого количества полифе-

нольных веществ из сырья. Жгучий вкус экстракта из лимонника китайского – результат повреждения семян при дроблении. Поскольку плоды лимонника китайского содержат достаточно большое количество кислот и мало сахаров, то полученный экстракт характеризуется достаточно кислым вкусом.

Экстракт на основе актинидии коломикта имеет более высокие органолептические показатели. У этого экстракта более сладкий вкус, что объясняется достаточно высоким содержанием сахаров в исходном сырье. В аромате присутствовали нотки крыжовника.

Экстракты из корней родиолы розовой и элеутерококка колючего характеризуются очень терпким вкусом, и достаточно выраженным ароматом.

Проанализирован химический состав полученных экстрактов по основным показателям (табл. 18).

Таблица 18

#### Химический состав полученных экстрактов

Экстракты	Показатели			
	массовая доля растворимых веществ, %	массовая доля полифенольных веществ, мг/дм <sup>3</sup>	массовая доля витамина С, мг/100 г	Плотность, г/см <sup>3</sup>
Лимонник китайский	55±1,0	422,2±0,1	57,84±0,02	1,2645
Актинидия коломикта	55±1,0	266,2±0,2	50,28±0,03	1,2571
Элеутерококк колючий (корни)	55±1,0	845,8±0,1	9,96±0,02	1,2569
Родиола розовая (корни)	55±1,0	1267,2±0,1	20,16±0,01	1,2572
Аралия маньчжурская (корни)	55±1,0	1875,8±0,2	75,95±0,01	1,2588
Подорожник	55±1,0	289,1±0,1	27,72±0,02	1,2579
Брусника	55±1,0	324,3±0,1	38,22±0,03	1,2652
Сосна обыкновенная (хвоя)	55±1,0	293,8±0,1	24,51±0,01	1,2599

Данные, представленные в табл. 18, свидетельствуют, что концентрирование водной вытяжки увеличивает содержание физиологически активных веществ в единице продукта.

Далее были проанализированы микробиологические показатели экстрактов в процессе хранения при комнатной температуре 18±3°C (табл. 19).

**Микробиологические показатели анализируемых экстрактов**

Срок хранения	Показатель			
	КМАФАнМ, КОЕ/ см <sup>3</sup> , не более	БГКП (коли-формы), не допускаются в массе продукта, г	E.coli, не допускаются в массе продукта, г	Плесени КОЕ/г, не более
<b>Лимонник китайский</b>				
В день выработки	0	Не обнаружены	Не обнаружены	0
Через 3 месяца	2			7
<b>Актинидия коломикта</b>				
В день выработки	0	Не обнаружены	Не обнаружены	0
Через 3 месяца	1			8
<b>Элеутерококк колючий (корни)</b>				
В день выработки	1	Не обнаружены	Не обнаружены	0
Через 3 месяца	2			9
<b>Родиола розовая (корни)</b>				
В день выработки	1	Не обнаружены	Не обнаружены	0
Через 3 месяца	2			9
Допустимые уровни по ТР ТС 021/2011	5·10 <sup>4</sup>	0,1	1,0	100
<b>Аралия маньчжурская (корни)</b>				
В день выработки	0	Не обнаружены	Не обнаружены	0
Через 3 месяца	1			6
<b>Подорожник</b>				
В день выработки	0	Не обнаружены	Не обнаружены	0
Через 3 месяца	1			7
<b>Брусника</b>				
В день выработки	0	Не обнаружены	Не обнаружены	0
Через 3 месяца	2			9
Допустимые уровни по ТР ТС 021/2011	5·10 <sup>4</sup>	0,1	1,0	100
<b>Сосна обыкновенная (хвоя)</b>				
В день выработки	0	Не обнаружены	Не обнаружены	0
Через 3 месяца	1			6

Полученные экстракты по микробиологическим показателям отвечали требованиям безопасности в соответствии с техническим регламентом Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», приложение 2 [202].

#### **4.4. Разработка ингредиентного состава и технологических параметров производства различных видов напитков**

В качестве основных принципов проектирования фитонапитков выбраны: фармакологическая сочетаемость фитоингредиентов и избирательность действия на организм человека;

количественное соотношение фитоингредиентов с учетом рекомендуемых норм содержания в фитонапитках БАВ, позволяющих использовать их как продукт профилактического и массового потребления с оптимальными сенсорными характеристиками, что может являться валидационными признаками напитков;

обеспечение технологичности и формирования качества в процессе производства фитонапитков при оптимальном сочетании их цены и качества.

##### ***4.4.1. Разработка ингредиентного состава и технологических параметров производства фиточая***

Для достижения поставленной в данном исследовании цели – практической реализации концепции фитопрофилактики – разработаны модельные образцы фиточая на основе растительных адаптогенов, предназначенные для систематического употребления различными группами населения. Данные напитки оказывают стресс-регулирующее действие, имеют дезинтоксикационные и иммунорегулирующие свойства, а также различные терапевтические эффекты направленного действия в зависимости от состава композиции.

Использование разнообразных биологических видов сырья для производства фиточая влияет на формирование требуемых вкусо-ароматических оттенков готовых напитков.

Для приближения вкуса и аромата готовых фитонапитков с адаптогенными свойствами к соответствующим качественным показателям исследовали возможности направленного формирования их органолептических характеристик путем использования различных видов сырья, которые отличаются широким терапевтическим индексом и большим комплексом фармакологически активных компонентов, обладающих широким спектром эффектов.

При выборе фитокомпонентов учитывали принципы частоты встречающихся сочетаний и пищевой комбинаторики а также данные анализа литературных источников.

В результате проведенного анализа были разработаны фитокомпозиции (фиточай), представленные в табл. 20.

Таблица 20

**Состав фитокомпозиции для производства фиточая**

№ фиточая	Название фиточая	Состав	Функциональное направление	Тип напитка согласно предложенной классификации
1	«Бодрость»	Корни аралии маньчжурской, плоды боярышника, плоды шиповника, череда трехраздельная, подорожник	Комплекс обладает тонизирующим, кардиотоническим действием, нормализует обмен веществ	Фитонапиток-корректор
2	«Тонизирующий»	Корни родиолы розовой, плоды боярышника, плоды рябины обыкновенной, мята перечная	Оказывает благотворное влияние на работу сердца, выражено общеукрепляющее действие	Фитонапиток-корректор
3	«Витаминный»	Плоды шиповника, плоды брусники, лист смородины	Ликвидирует витаминную недостаточность, благотворно влияет на обмен веществ	Фитонапиток-корректор
4	«Ароматный»	Корни родиолы розовой, плоды боярышника, плоды шиповника, зверобой	Обладает иммуностимулирующим действием, антиоксидантными свойствами	Фитонапиток-корректор
5	«Адаптогенный»	Корни родиолы розовой, аралии маньчжурской, плоды рябины, володушка золотистая	Обладает выраженным адаптогенным и иммуностимулирующим действием	Фитонапиток-адаптоген
6	«Здоровье»	Шлемник байкальский, мята перечная, кипрей узколистный, плоды шиповника	Повышает защитные силы организма и прибавляет силы при их упадке. Снижает артериальное давление, улучшается функциональное состояние сердечно-сосудистой и центральной нервной систем, а также улучшается общее состояние	Фитонапиток-корректор
7	«Сила трав»	Корни элеутерококка колючего, подорожник, шлемник байкальский, зверобой, цветы липы, душица обыкновенная	Обладает спазмолитическим, антибактериальным, противовоспалительным, протекторным действием	Фитонапиток-протектор

Фитокомпозиции готовили смешиванием сухих фитокомпонентов в различном количестве, завариванием навески в количестве 1:25 горячей воды с температурой 90-95°C, настаиванием в течение 5 мин.

Соотношение фитокомпонентов в готовых напитках определяли методом органолептического анализа по оптимальному сочетанию цвета и вкусоароматических характеристик.

Рецептурный состав фитокомпозиций представлен в табл. 21.

Таблица 21

### Рецептурный состав фитокомпозиций

Сырьевой компонент, %	Композиция						
	1	2	3	4	5	6	7
Рябина обыкновенная	-	30	-	-	40	-	-
Боярышник	25	30	-	20	-	-	-
Брусника	-	-	15	-	-	-	-
Шиповник	25	-	45	30	-	30	-
Аралия маньчжурская (корень)	30	-	-	-	15	-	-
Володушка золотистая	-	-	-	-	30	-	-
Душица обыкновенная	-	-	-	-	-	-	25
Зверобой	-	-	-	10	-	-	15
Кипрей узколистный	-	-	-	-	-	20	-
Липа (цветы)	-	-	-	-	-	-	15
Лист смородины черной	-	-	40	-	-	-	-
Мята перечная	-	10	-	-	-	20	-
Подорожник	10	-	-	-	-	-	25
Родиола розовая (корень)	-	30	-	40	15	-	-
Черёда трехраздельная	10	-	-	-	-	-	-
Шлемник байкальский	-	-	-	-	-	30	-
Элеутерококк колючий (корень)	-	-	-	-	-	-	20
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Разработанные фитокомпозиции являются пищевыми продуктами, реализуемыми через розничную торговую сеть, поэтому была проведена товароведческая экспертиза.

Сенсорный анализ – значимый способ оценки качества и идентификации, создающий потребительские предпочтения.

При определении сенсорных показателей разработанных фитокомпозиций их подвергали завариванию горячей водой в соотношении 1:25 с температурой 90-95°C, настаиванием в течение 5 минут. Все разработанные композиции были прозрачными, без осадка, с некоторым блеском и ароматом добавленных фитокомпонентов.



Дегустацию напитков проводили по 5-бальной шкале, оценивая аромат, вкусовые свойства, интенсивность и внешний вид настоя. Результаты дегустационной оценки представлены в табл. 22.

Таблица 22

**Дегустационная оценка фитокомпозиций**

Показатель качества	Дегустационная оценка, балл						
	1	2	3	4	5	6	7
Внешний вид	4,7±0,1	4,8±0,2	4,5±0,1	4,9±0,1	4,6±0,1	4,9±0,1	4,8±0,1
Аромат	4,8±0,2	4,9±0,1	4,7±0,2	4,8±0,1	4,7±0,1	4,6±0,1	4,9±0,1
Интенсивность настоя	4,7±0,2	4,9±0,1	4,9±0,1	4,3±0,1	4,9±0,2	4,7±0,1	4,6±0,1
Терпкость	4,2±0,1	4,5±0,1	4,3±0,1	4,1±0,2	4,0±0,1	4,3±0,2	4,5±0,2
Гармоничность настоя	4,9±0,1	4,8±0,2	4,9±0,1	4,7±0,1	4,6±0,2	4,7±0,1	4,8±0,1
Прозрачность	4,8±0,1	4,9±0,1	4,7±0,1	4,9±0,2	4,9±0,1	4,7±0,1	4,8±0,1

Физико-химические исследования включали определение основных показателей биологически активных веществ (табл. 23).

Таблица 23

**Физико-химические исследования разработанных фитокомпозиций**

Номер композиции	Показатели				
	Массовая доля водорастворимых экстрактивных веществ, %	Массовая доля влаги, %	Общее содержание золы, %	Массовая доля полифенольных веществ, мг/дм <sup>3</sup>	Массовая доля витамина С, мг/100 г
1	31,7±0,1	6,9±0,4	4,1±0,2	929,2±0,3	105,3±0,2
2	32,2±0,2	7,0±0,1	4,5±0,3	786,5±0,1	41,7±0,1
3	28,6±0,3	7,1±0,2	4,2±0,2	904,1±0,4	130,69±0,1
4	32,1±0,1	7,2±0,1	4,1±0,3	958,23±0,2	80,33±0,2
5	29,2±0,1	6,8±0,1	4,0±0,4	1076,35±0,1	84,66±0,3
6	31,3±0,3	7,0±0,4	4,3±0,2	1135,331±0,1	84,28±0,1
7	30,5±0,2	6,9±0,5	4,2±0,2	1950,72±0,3	66,54±0,2

Поскольку образец № 7 имеет в своем составе элеутерококк колючий, то в нем было определено содержание элеутерозидов. Установлено, что данный образец содержит 0,057 мг/100 г элеутерозидов, это соответствует рекомендуемым уровням потребления пищевых и биологически активных веществ, утвержденным 2 июля 2004 г., согласно которым адекватный уровень потребления элеутерозидов составляет 1 мг/сут и верхний допустимый уровень потребления – 3 мг/сут. Полученные результаты позволяют утверждать, что образцы фиточая,

разработанные по предложенной технологии, содержат большее количество биологически активных соединений.

Фиточаи упаковывали в потребительскую тару – бумажные пакеты и хранили при температуре  $18 \pm 2^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха не более 70%. Определялся срок годности для данных сухих фитокомпозиций. Микробиологические показатели оценивали согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (приложение 1, 2). Результаты микробиологической оценки представлены в табл. 24.

Таблица 24

**Микробиологические показатели образцов фиточая  
в процессе хранения**

Показатели	ДУ по ТР ТС 021	Продолжительность хранения, мес.			
		0	6	12	18
1	2	3	4	5	6
<b>Фиточай № 1</b>					
Плесени, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^3$	Не обнаружено			
КМАФА нМ, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^7$	$0,3 \cdot 10^3$	$0,9 \cdot 10^3$	$0,4 \cdot 10^5$	$0,7 \cdot 10^5$
Масса продукта (г), в которой не допускаются патогенные, в том числе сальмонеллы, г	25	Не обнаружено			
БГКП (колиформы) КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^3$	Не обнаружено			
<b>Фиточай № 2</b>					
Плесени, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^3$	Не обнаружено			
КМАФА нМ, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^7$	$0,3 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^3$	$0,3 \cdot 10^5$	$0,3 \cdot 10^5$
Масса продукта (г), в которой не допускаются патогенные, в том числе сальмонеллы, г	25	Не обнаружено			
БГКП (колиформы) КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^3$	Не обнаружено			
<b>Фиточай № 3</b>					
Плесени, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^3$	Не обнаружено			
КМАФА нМ, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^7$	$0,5 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$	$0,5 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^5$
Масса продукта (г), в которой не допускаются патогенные, в том числе сальмонеллы, г	25	Не обнаружено			
БГКП (колиформы) КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^3$	Не обнаружено			
<b>Фиточай № 4</b>					
Плесени, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^3$	Не обнаружено			
КМАФА нМ, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^7$	$0,4 \cdot 10^3$	$0,8 \cdot 10^3$	$0,2 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^5$
Масса продукта (г), в которой не допускаются патогенные, в том числе сальмонеллы, г	25	Не обнаружено			
БГКП (колиформы) КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^3$	Не обнаружено			

1	2	3	4	5	6
<b>Фиточай № 5</b>					
Плесени, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^3$	Не обнаружено			
КМАФА нМ, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^7$	$0,2 \cdot 10^3$	$0,8 \cdot 10^3$	$0,3 \cdot 10^5$	$0,6 \cdot 10^5$
Масса продукта (г), в которой не допускаются патогенные, в том числе сальмонеллы, г	25	Не обнаружено			
БГКП (колиформы) КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^3$	Не обнаружено			
<b>Фиточай № 6</b>					
Плесени, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^3$	Не обнаружено			
КМАФА нМ, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^7$	$0,4 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^3$	$0,2 \cdot 10^5$	$0,7 \cdot 10^5$
Масса продукта (г), в которой не допускаются патогенные, в том числе сальмонеллы, г	25	Не обнаружено			
БГКП (колиформы) КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^3$	Не обнаружено			
<b>Фиточай № 7</b>					
Плесени, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^3$	Не обнаружено			
КМАФА нМ, КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^7$	$0,3 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^3$	$0,5 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^5$
Масса продукта (г), в которой не допускаются патогенные, в том числе сальмонеллы, г	25	Не обнаружено			
БГКП (колиформы) КОЕ/г, не более	$1 \cdot 10^3$	Не обнаружено			

За весь анализируемый период хранения разработанных сухих фитоконпозиций (фиточая) во всех исследуемых образцах количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов не превысило допустимой нормы (КМАФАнМ, КОЕ/г – не более  $1 \cdot 10^4$ ).

Наряду с этим были проведены исследования по изменению физико-химических показателей качества фитоконпозиций в процессе хранения. Результаты исследований представлены в табл. 25.

Таблица 25

**Физико-химические исследования разработанных фитоконпозиций  
в процессе хранения**

Номер композиции	Показатели				
	Массовая доля водорастворимых экстрактивных веществ, %	Массовая доля влаги, %	Общее содержание золы, %	Массовая доля полифенольных веществ, мг/дм <sup>3</sup>	Массовая доля витамина С, мг/100 г
1	2	3	4	5	6
<b>0 месяцев</b>					
1	31,7±0,1	6,9±0,4	4,1±0,2	929,2±0,3	105,3±0,2
2	32,2±0,2	7,0±0,1	4,5±0,3	786,5±0,1	41,7±0,1
3	28,6±0,3	7,1±0,2	4,2±0,2	904,1±0,4	130,6±0,1

Продолжение табл. 25

1	2	3	4	5	6
4	32,1±0,1	7,2±0,1	4,1±0,3	958,2±0,2	80,3±0,2
5	29,2±0,1	6,8±0,1	4,0±0,4	1076,3±0,1	84,6±0,3
6	31,3±0,3	7,0±0,4	4,3±0,2	1135,3±0,1	84,2±0,1
7	30,5±0,2	6,9±0,5	4,2±0,2	1950,7±0,3	66,5±0,2
12 месяцев					
1	31,7±0,1	6,8±0,4	4,1±0,2	901,3±0,3	102,3±0,2
2	32,2±0,2	6,9±0,1	4,5±0,3	762,9±0,1	40,8±0,1
3	28,6±0,3	7,0±0,2	4,2±0,2	900,6±0,4	126,5±0,1
4	32,1±0,1	7,1±0,1	4,1±0,3	926,5±0,2	77,9±0,2
5	29,2±0,1	6,7±0,1	4,0±0,4	1041,8±0,1	82,0±0,3
6	31,3±0,3	6,9±0,4	4,3±0,2	1096,7±0,1	81,7±0,1
7	30,5±0,2	6,8±0,5	4,2±0,2	1880,5±0,3	64,3±0,2

Представленные результаты позволяют утверждать, что предложенный влажностно-температурный режим и вид упаковки для разработанных видов фиточая подобраны правильно: гарантированный срок хранения разработанных продуктов – 12 месяцев, при температуре  $18\pm 2^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха не выше 70%.

Результаты токсикологических исследований разработанных видов фитонапитков показали, что анализируемые образцы и на начальном этапе исследований, и истечении 18 месяцев имели практически одинаковые показатели. Это подтверждает стерильность сырья, технологии и упаковки. Показатели безопасности разработанных видов фиточая представлены в табл. 26.

Таблица 26

### Показатели безопасности в разработанных образцах фиточая

Показатели	Допустимые уровни, не более	Результаты исследований в образцах фиточая						
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Токсичные элементы								
Кадмий	1,0 мг/кг	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001
Мышьяк	1,0 мг/кг	0,0001	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001
Ртуть	0,1 мг/кг	Не обнаружено						
Свинец	10,0 мг/кг	0,04	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04
Микотоксины								
Афлатоксин В1	0,005 мг/кг	Не обнаружено						
Радионуклиды								
Цезий-137	400 Бк/кг	Не обнаружено						
Стронций-90	200 Бк/кг	Не обнаружено						

Проведенные исследования позволяют констатировать, что данные фитокomпозиции (фиточай) обладают адаптогенными свойствами и могут быть предложены в качестве продуктов массового спроса с целью повышения умственной и физической работоспособности, а также общего оздоровления и снижения стрессовой нагрузки для широких слоев населения.

#### ***4.4.2. Разработка ингредиентного состава и технологических параметров фитоквасов***

Одним из видов фитонапитков могут стать сброженные напитки, полученные в результате незаконченного спиртового и/или молочнокислого брожения концентрата квасного суслу или плодово-ягодного суслу [203].

Основываясь на данных, полученных при изучении потребительских предпочтений, установили, что рынок фитонапитков недостаточно развит. Среди основных видов напитков, которые пользуются популярностью, напитки брожения. Вследствие этого разработали фитоквас на основе экстрактов из растительных адаптогенов, позволяющий в минимальное время адаптироваться к неблагоприятным факторам окружающей среды и обладающий выраженным антистрессорным эффектом. Необходимость создания указанной группы продуктов продиктована особенностями региона [204, 205].

С целью определения состава растительной композиции готовили 16 образцов, в которых варьировали соотношение разработанных экстрактов. Выбор осуществляли путем органолептической оценки аромата. На основании поставленных всеми дегустаторами оценок рассчитали средние суммарные баллы по каждой композиции. В результате выявили образцы, получившие самый высокий балл по органолептическим показателям. Расход компонентов на 1000 дм<sup>3</sup> представлен в табл. 27.

Полученные напитки проанализированы по органолептическим и физико-химическим показателям. По внешнему виду это сброженные прозрачные напитки, насыщенные в процессе брожения диоксидом углерода; допускается незначительный осадок; цвет соответствующий сырью. Вкус – кисло-сладкий, соответствующий сырью. Аромат – соответствующий сырью, не допускаются подгорелые тона, запах плесени и другие посторонние запахи.

Расход компонентов на 1000 дм<sup>3</sup>

Сырье	Единицы измерения	Наименование кваса			
		«Сила природы» (фитонапиток-адаптоген)	«Живительная влага» (фитонапиток-корректор)	«Ароматный» (фитонапиток-корректор)	«Дар леса» (фитонапиток-адаптоген)
ККС	кг	20	20	20	20
Сахар	кг	75	75	75	75
Дрожжи	кг	0,15	0,15	0,15	0,15
Экстракт лимонника китайского	дм <sup>3</sup>	10,5	-	-	-
Экстракт элеутерококка колючего	дм <sup>3</sup>	-	15,0	-	3,0
Экстракт актинидии коломикта	дм <sup>3</sup>	-	15,0	15,2	-
Экстракт родиолы розовой	дм <sup>3</sup>	9,0	-	10,0	20,0

Органолептические профили разработанных видов кваса представлены на рис. 4.15 – 4.18.



Рис. 4.15. Органолептический профиль кваса «Сила природы».



Рис. 4.16. Органолептический профиль кваса «Живительная влага».



Рис. 4.17. Органолептический профиль кваса «Ароматный».



Рис. 4.18. Органолептический профиль кваса «Дар леса».

Физико-химические показатели качества полученных напитков приведены в табл. 28.

Как видно из табл. 28, разработанные фитоквасы могут служить хорошим источником поступления в организм полифенольных соединений и витамина С, что представляет ценность для потребителей. Такие соединения как лейкоантоцианы, рутин и ряд близких им соединений относятся к Р-активным и обладают биологически активным началом.

Полифенольные вещества, являясь естественными синергистами аскорбиновой кислоты, повышают прочность капилляров, уменьшают их проницаемость. Антоцианы способны предупреждать или уменьшать отрицательные последствия лучевых поражений.

**Физико-химические показатели качества напитков  
с адаптогенными свойствами**

Квас	Квас			
	«Сила природы»	«Живительная влага»	«Ароматный»	«Дар леса»
Массовая доля сухих веществ, %	6,6±0,2	7,1±0,2	6,6±0,2	6,2±0,2
Массовая доля спирта, %	1,2±0,2	1,2±0,2	1,2±0,2	1,1±0,2
Массовая доля титруемых кислот, см <sup>3</sup> р-ра NaOH концентрацией 1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup>	4,0±0,3	2,6±0,3	3,4±0,3	3,0±0,3
Содержание полифенольных соединений, мг/дм <sup>3</sup>	30,4±0,3	20,1±0,3	27,6±0,3	38,1±0,3
Массовая доля аскорбиновой кислоты, мг/дм <sup>3</sup>	11,7±1,0	9,1±1,0	10,6±1,0	8,6±1,0
Содержание схиандрина, мг	0,032	-	-	-
Содержание элеутерозидов, мг	-	0,0045	-	0,0011

Таким образом, регулярное снабжение организма человека достаточным количеством полифенольных веществ может стать одной из мер профилактики незаметных, но непрерывных радиационных воздействий.

Разработанные фитоквасы упаковывали в потребительскую тару – ПЭТ-бутылки и хранили при температуре 18±2°C и относительной влажности воздуха не более 75%; определяли срок годности.

Микробиологические показатели оценивали согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (приложение 1, 2). Результаты микробиологической оценки представлены в табл. 29.

Представленные результаты позволяют утверждать, что предложенный влажностно-температурный режим и вид упаковки для разработанных видов фитокваса подобраны правильно, а гарантированный срок хранения разработанных продуктов – 90 суток при температуре 0°C ÷ 18°C и относительной влажности воздуха не выше 75%.



Таблица 29

## Микробиологические показатели разработанных напитков брожения

Фитоквас	Количество мезофильных аэробных микроорганизмов, КОЕ/100 см <sup>3</sup> , не более	БГКП, не допускаются в массе продукта (г/см <sup>3</sup> )	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	Дрожжи и плесени (в сумме), КОЕ/10см <sup>3</sup> , не более
Норма	10,0	10,0	25,0	100,0
1 сутки				
«Сила природы»	1		Не обнаружено	
«Живительная влага»	2		Не обнаружено	
«Ароматный»	3		Не обнаружено	
«Дар леса»	2		Не обнаружено	
30 суток				
«Сила природы»	2		Не обнаружено	
«Живительная влага»	3		Не обнаружено	
«Ароматный»	4		Не обнаружено	
«Дар леса»	3		Не обнаружено	
60 суток				
«Сила природы»	4		Не обнаружено	
«Живительная влага»	5		Не обнаружено	
«Ароматный»	6		Не обнаружено	
«Дар леса»	5		Не обнаружено	
180 суток				
«Сила природы»	6		Не обнаружено	
«Живительная влага»	7		Не обнаружено	
«Ароматный»	8		Не обнаружено	
«Дар леса»	7		Не обнаружено	

Кроме того, были проведены исследования по изменению физико-химических показателей качества разработанных напитков в процессе хранения: относительной влажности воздуха 75% в течение 90 суток. В табл. 30 представлены результаты исследований физико-химических показателей.

Таблица 30

## Физико-химические показатели качества фитоквасов в процессе хранения

Массовая доля:	Хранение фитоквасов, сут.							
	«Сила природы»		«Живительная влага»		«Ароматный»		«Дар леса»	
	0	90	0	90	0	90	0	90
Сухих веществ, % ( $\pm 0,2$ )	6,6	6,6	7,1	7,1	6,6	6,6	6,2	
Титруемых кислот, см <sup>3</sup> р-ра NaOH концентрацией 1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> ( $\pm 0,3$ )	4,0	4,1	2,6	2,8	3,4	3,6	3,0	3,2
Объемная доля спирта, % ( $\pm 0,02$ )	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
Витамина С, мг/100г ( $\pm 1,0$ )	11,7	11,3	9,1	8,8	10,6	10,3	8,6	8,3
Полифенольных соединений, мг/100 см <sup>3</sup> ( $\pm 0,3$ )	30,4	29,4	20,1	19,3	27,6	26,7	38,1	36,7

В период хранения массовая доля сухих веществ, спирта и общая кислотность практически не изменяется и находится в пределах допустимого значения (табл. 30). Наблюдается некоторое снижение содержания витамина С и полифенольных соединений, однако его потери при хранении составили от 3,5 до 3,8%. Таким образом, срок годности для пастеризованных квасов можно установить 90 суток.

На основании проведенного исследования можно заключить, что фитоквасы по содержанию нормируемого нутриента – аскорбиновой кислоты и полифенолов могут быть классифицированы как функциональные.

На фитоквасы разработана и утверждена техническая документация и технологическая инструкция по его производству.

#### ***4.4.3. Разработка ингредиентного состава и технологических параметров тонизирующих фитонапитков***

Одним из основных свойств адаптогенов является регулирование влияния течения стрессорной реакции организма, т.е. оптимизация защиты организма от вредных воздействий, а также потенцирование приспособительных и восстановительных процессов. Применение адаптогенов в сочетании с повторными воздействиями любых факторов приводит к усилению синтеза белков и быстрому росту мощности синтеза ключевых ферментов отдельных метаболических циклов. Эти процессы составляют основу перехода от срочной к долговременной устойчивой адаптации, т.е. резистентности.

При длительном употреблении адаптогенов работоспособность повышается за счет экономизации расходов энергетических и пластических ресурсов организма. При этом увеличение работоспособности приводит к отрицательному последствию. Это принципиально отличает эффекты адаптогенов от действия других стимуляторов химической природы.

Основной задачей данного исследования стало получение комплексных напитков – в вариантах, обладающих свойствами поддерживать организм человека в разное время суток в состоянии биологического тонуса, улучшать качество здоровья.

Полученные в оптимальных условиях экстракты использовали для приготовления безалкогольных тонизирующих напитков.

Композиции напитков составляли путем изменения числа компонентов и доли каждого из них (табл. 31).

Таблица 31

**Рецептурный состав безалкогольных тонизирующих фитонапитков на 1000 дм<sup>3</sup>**

Сырье	Напитки			
	«Сила дракона»	«Лесовичок»	«Освежающий»	«Тонус Востока»
Сахар, кг	40,0	40,0	40,0	40,0
Экстракты, дм <sup>3</sup> :				
лимонника китайского	5,0	-	-	-
родиолы розовой	-	10,0	12,0	5,0
аралии маньчжурской	5,0	10,0	-	15,0
Подорожника	10,0	-	5,0	-
Брусники	10,0	22,0	-	-
Актинидии	-	-	18,0	20,0
Вода	До 1000	До 1000	До 1000	До 1000

Далее представлена органолептическая оценка разработанных напитков.

Органолептические профили напитков – на рис. 4.19-4.22.

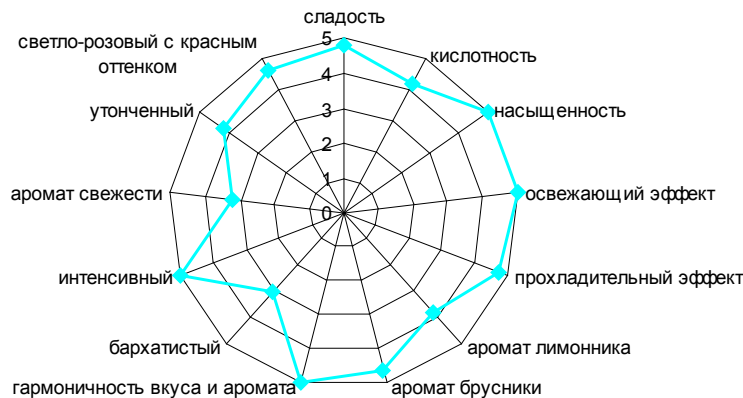


Рис. 4.19. Органолептический профиль напитка «Сила дракона».



Рис. 4.20. Органолептический профиль напитка «Лесовичок».



Рис. 4.21. Органолептический профиль напитка «Освежающий».

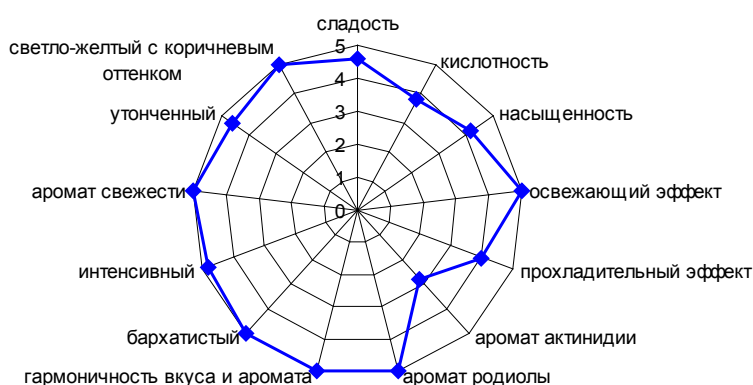


Рис. 4.22. Органолептический профиль напитка «Тонус Востока».

Для выбранных безалкогольных тонизирующих фитонапитков была проведена оценка физико-химических показателей. Результаты представлены в табл. 32.

Таблица 32

**Физико-химические показатели готовых напитков на основе исследуемых трав**

Показатели	Напитки			
	«Сила дракона»	«Лесовичок»	«Освежающий»	«Тонус Востока»
Массовая доля сухих веществ, %	5,5±0,2	3,70±0,1	5,51±0,1	4,23±0,2
Содержание витамина С, мг/100 г	6,54±0,02	7,12±0,01	10,50±0,03	8,09±0,01
Содержание полифенольных веществ, мг/дм <sup>3</sup>	316,5±0,1	330,2±0,3	460,2±0,2	400,7±0,3
Массовая доля титруемых кислот, см <sup>3</sup> р-ра NaOH концентрацией 1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup>	0,20±0,01	0,23±0,02	0,30±0,02	0,37±0,0
Содержание схизандрина, мг	0,015	-	-	-

Анализ результатов физико-химических показателей позволяет сделать вывод, что разработанные напитки могут служить источником полифенолов и витамина С.

Тонизирующие фитонапитки были проанализированы по показателям безопасности на соответствие требованиям технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и выявления гарантийных сроков годности.

Фитонапитки разливали в ПЭТ-бутылки, хранили при температуре  $18 \pm 2^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха не более 75%.

Результаты микробиологической оценки представлены в табл. 33.

Таблица 33

**Микробиологические показатели разработанных тонизирующих фитонапитков**

Фитонапиток	БГКП, не допускаются в массе продукта (г/см <sup>3</sup> )	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	Дрожжи и плесени (в сумме), КОЕ/10см <sup>3</sup> , не более
Норма	100,0	25,0	40,0
<b>1 сутки</b>			
«Сила дракона»		Не обнаружено	
«Лесовичок»		Не обнаружено	
«Освежающий»		Не обнаружено	
«Тонус Востока»		Не обнаружено	
<b>30 суток</b>			
«Сила дракона»		Не обнаружено	
«Лесовичок»		Не обнаружено	
«Освежающий»		Не обнаружено	
«Тонус Востока»		Не обнаружено	
<b>60 суток</b>			
«Сила дракона»		Не обнаружено	
«Лесовичок»		Не обнаружено	
«Освежающий»		Не обнаружено	
«Тонус Востока»		Не обнаружено	
<b>180 суток</b>			
«Сила дракона»		Не обнаружено	
«Лесовичок»		Не обнаружено	
«Освежающий»		Не обнаружено	
«Тонус Востока»		Не обнаружено	

Представленные результаты позволяют утверждать, что предложенный влажностно-температурный режим и вид упаковки для разработанных видов фитонапитков подобраны правильно, гарантированный срок хранения разработанных продуктов – 180 суток при температуре  $0^\circ\text{C} \div 18^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха не выше 75%.

#### **4.4.4. Разработка и изучение товароведных свойств напитка брожения на пивном и квасном сусле с добавлением хвойного экстракта**

Производство напитков, представляющих собой так называемые в Европе «бермиксы», или согласно принятой в России классификации, «пиво специальное» включает технологии пивоваренного производства и безалкогольных напитков. Производство такой продукции представляет ещё очень молодой сегмент рынка. Однако получаемые напитки пользуются все возрастающей популярностью, особенно у молодежи. Молодежь постепенно изменяет лицо рынка пива. Вместо традиционных пильзнеров, лагеров, элей ей хочется пива с «прикусом» инновации. В молодежной среде такие напитки считаются модными, престижными. Выпуская альтернативные солодовые напитки и пивные миксы, пивовары могут адекватно ответить на запросы этой группы потребителей. Оба сегмента представляются равно привлекательными для потребителей в возрасте от 18 до 34 лет. Такие напитки с удовольствием пьют и мужчины, и женщины. Как показывают маркетинговые исследования компании GfK, около 70% потребителей подобных напитков – это те, кто вообще не пьет пива. Следовательно, эти продукты помогают пивоварам привлечь столь необходимые им новые группы потребителей [206].

Одним из перспективных направлений обогащения напитков брожения является использование экстракта хвои сосны обыкновенной, содержащей большое количество биологически активных веществ [207].

Первым этапом в разработке технологии напитка брожения явилось исследование известных способов внесения растительных экстрактов, представленных на рис. 4.23.



*Рис. 4.23. Возможные способы приготовления напитка брожения на основе пивного сусла с добавлением хвойного экстракта.*

В ходе проведенных исследований установили, что неприемлем часто применяемый способ – введение хвойного экстракта в готовое пиво. Поскольку в напитке, полученном таким способом, наблюдались помутнение, опалесценция, изменение цвета, напиток имел выраженные вкусовые профили хвойного типа. При совместном дображивании пивного сусла с экстрактом также отмечалось снижение качества готового напитка: происходило преобладание хвойных тонов во вкусе и аромате напитка.

В результате был выбран способ приготовления напитка, предусматривающий совместное брожение свежеприготовленного хвойного экстракта с пивным суслом.

В процессе разработки рецептуры нового сорта напитка было исследовано пивное сусло с концентрацией сухих веществ 4, 6 и 8%, приготовленного из 100% светлого солода. При исследовании активности дрожжевых клеток установили, что главное брожение проходит в течение трех суток, затем напиток отправляли на дображивание в течение 7 суток. В течение трех суток исследовали физико-химические показатели напитка: содержание сахара, содержание спирта, кислотность, цветность. Результаты исследования приведены в табл. 34-36.

*Таблица 34*

**Физико-химические показатели качества пивного сусла  
с содержанием сухих веществ 4%**

Время, сут.	Показатели			
	содержание сахара, %	содержание спирта, % об.	кислотность, К.ед.	цветность, Ц.ед.
Первые	4,0	0	0,2	0,6
Вторые	2,8	0,6	0,7	0,5
Третьи	2,4	0,8	1,0	0,3

*Таблица 35*

**Физико-химические показатели качества пивного сусла  
с содержанием сухих веществ 6%**

Время, сут.	Показатели			
	содержание сахара, %	содержание спирта, % об.	кислотность, К.ед.	цветность, Ц.ед.
Первые	6,0	0	1,5	1,0
Вторые	4,0	1,0	1,7	0,7
Третьи	3,2	1,5	2,1	0,5

Таблица 36

**Физико-химические показатели качества пивного сусла  
с содержанием сухих веществ 8%**

Время, сут.	Показатели			
	содержание сахара, %	содержание спирта, % об.	кислотность, К.ед.	цветность, Ц.ед.
Первые	8,0	0	1,7	1,0
Вторые	6,0	1,0	1,8	0,9
Третьи	5,0	1,5	2,1	0,7

По результатам исследований установлено, что показатели напитков соответствуют требованиям ГОСТ 31711-2012. Однако проведенная органолептическая оценка показала, что в напитки с экстрактивностью сусла 4% и 6% обладают недостаточно выраженным пивным вкусом и ароматом. Таким образом, оптимальным является использование для производства напитков сусла с содержанием 8% сухих веществ.

На следующем этапе исследований определили количество вносимого хвойного экстракта. Для этого в опытные образцы напитка вносили 1, 2, 3, 4 и 5% экстракта. В готовых напитках определили показатели качества, приведенные в табл. 37 и 38.

Таблица 37

**Физико-химические показатели качества напитков на основе  
пивного сусла**

Показатели качества	Количество вносимого 60% хвойного экстракта				
	1%	2%	3%	4%	5%
Массовая доля сухих веществ, %	5,6	5,2	5,0	4,8	4,6
Содержание спирта, % об.	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7
Кислотность, К.ед.	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Цветность, Ц.ед.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблица 38

**Органолептические показатели качества функциональных напитков  
на основе пивного сусла**

Доза экстракта, %	Наименование показателя качества		
	Прозрачность и цвет	Вкус и аромат	Насыщенность диоксидом углерода
1	2	3	4
1	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Пустоватый вкус. Отсутствии хвойных тонов во вкусе и аромате напитка	Обильное выделение углекислоты, легкое покалывание на языке



1	2	3	4
2	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Чистый вкус. Слабо выраженный вкус и аромат хвойного экстракта	Обильное выделение углекислоты, легкое покалывание на языке
3	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Гармонично сочетающийся вкус и аромат пива с хвойными тонами	Обильное выделение углекислоты, сильное покалывание на языке
4	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений	Преобладание во вкусе и аромате хвойного экстракта над вкусом и ароматом пива	Обильное выделение углекислоты, ощущение сильного покалывания на языке
5	Прозрачная жидкость без осадка, наличие маслянистой пленки на поверхности	Наличие горечи во вкусе, не свойственной данному виду напитка	Очень быстрое выделение диоксида углерода, сильное покалывание на языке

С увеличением дозировки вносимой добавки происходит увеличение содержания этилового спирта и снижение сухих веществ, кислотность и цветность напитка не изменяются, что положительно сказывается на сохранности.

Во вкусе и аромате образцов № 1 и 2 практически не ощущается присутствие хвойных тонов. Тогда как в образцах № 4, 5 хвойные тона преобладают над пивными, а также проявляется горечь, не свойственная пиву.

Учитывая особые вкусовые и ароматические сочетания компонентов полученных напитков, предлагаем систему анализа, которая включает следующие показатели: для вкуса – пивной, хвойный, тонизирующий, гармоничный, солодовый, освежающий; для аромата – хлебный, хвойный, терпкий, гармоничный, солодовый. Профили вкуса и аромата оценивали по 10 баллам. При появлении посторонних оттенков вкуса и аромата, преобладании какого-либо из названных показателей баллы снижались пропорционально степени воздействия.

Изображения профилей вкуса и аромата представлены на рис. 4.24, где номер образца соответствует процентному количеству вносимого экстракта.

По результатам органолептических и физико-химических исследований установлено, что напиток с содержанием хвойного экстракта 3% обладает гармонично сочетающимся вкусом и ароматом солода и пива с хвойными тонами.

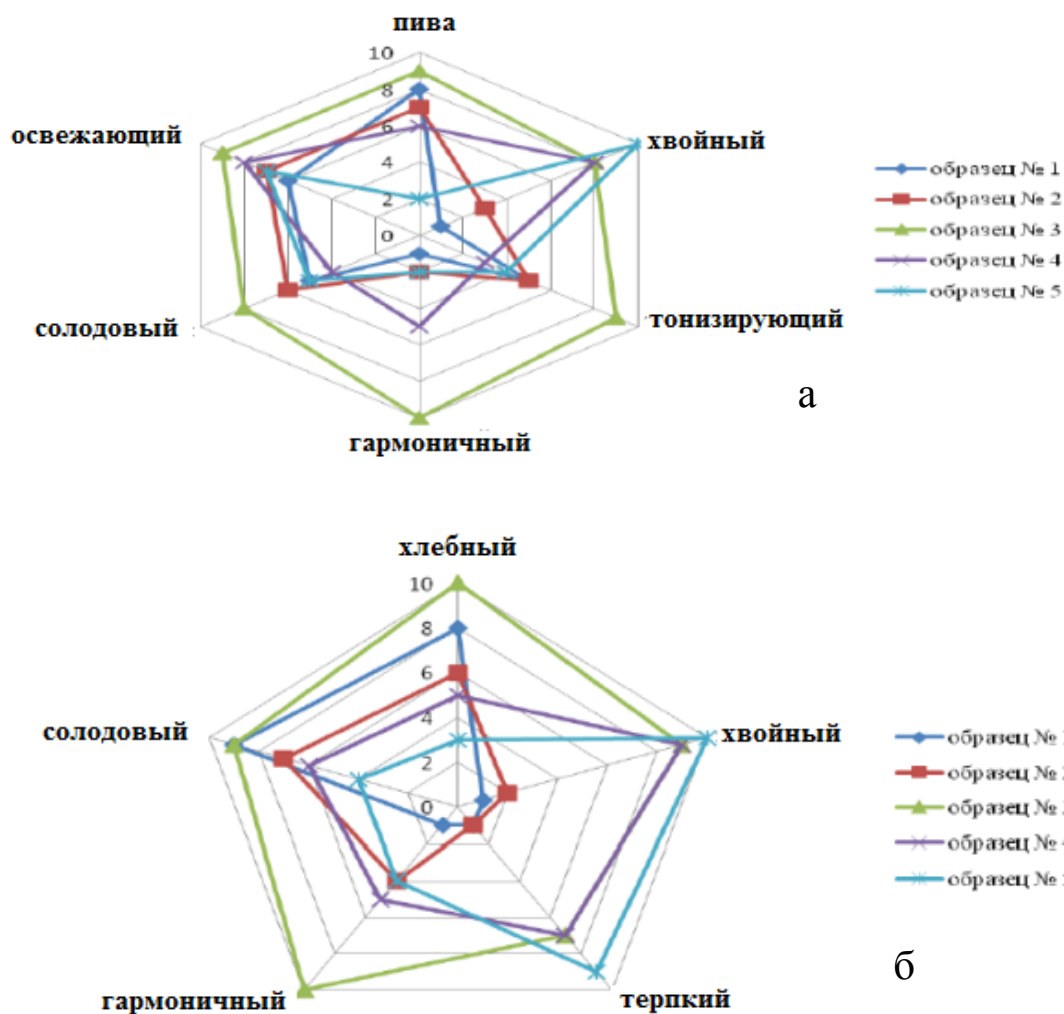


Рис. 4.24. Профилограммы: а) вкуса, б) аромата напитков, полученных путем внесения водно-спиртового хвойного экстракта.

Как показали результаты проведенной органолептической оценки, готовый напиток на основе пивного сусла имеет пустоватый вкус и аромат, недостаточно выраженный блеклый цвет. Во вкусе напитка прослеживается преобладание хвойных тонов, что делает его неконкурентоспособным и не привлекательным для потребителей.

В связи с этим имеется необходимость дополнительного обогащения напитка. Для этой цели целесообразно использовать квасное сусло. Поэтому на следующем этапе работы сбраживали пивное неохмеленное сусло с квасным суслом в различных соотношениях. Квасное сусло готовили по классической рецептуре из концентрата квасного сусла с добавлением сахара. Пивное сусло с экстрактивностью начального сусла 8% готовили из светлого солода. Состав напитка приведен в табл. 39.

## Состав напитков

Образец	Содержание пивного сусла, %	Содержание квасного сусла, %
1	70	30
2	60	40
3	50	50
4	40	60
5	30	70

Брожение протекало при температуре 20°C до содержания сухих веществ 5,5-5,8%. В процессе брожения через каждые три часа в образцах определяли массовую долю сухих веществ. Результаты исследований представлены на рис. 4.25.

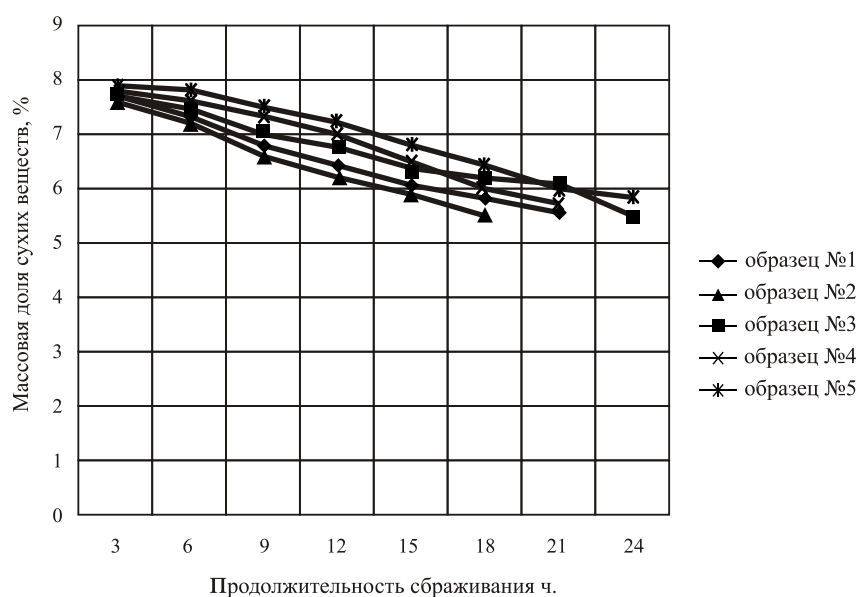


Рис. 4.25. Динамика брожения напитков на основе пивного и квасного сула в различных соотношениях.

Как видно из графиков, наибольшую скорость брожения имеет образец под номером 3, содержащий поровну пивного и квасного сула.

Проведенная органолептическая оценка показала, что данный напиток имеет гармонично сочетающийся вкус и аромат пива с квасным вкусом и ароматом. Цвет напитка от светло-коричневого до темно-коричневого.

Таким образом, учитывая органолептические показатели готовых образцов и скорость брожения сула, был приготовлен напиток, содержащий квасное суло (50% от общего объема сула), пивное неохмеленное суло (50% от общего объема сула) с экстрактивностью начального сула 8%, хвойный экстракт с содержанием этилового спирта 60% (3% от общего объема сула).

Сбраживание протекало до содержания сухих веществ 4%. По окончании брожения напитков охлаждали, снимали с дрожжевого осадка и проводили физико-химический анализ готовых напитков, результат которого представлен в табл. 40.

*Таблица 40*

**Физико-химические показатели готового напитка**

Показатели качества	Величина
Массовая доля сухих веществ,%	4,0
Содержание спирта,% об.	1,5
Кислотность, К.ед.	2,1

По органолептической оценке готовый напиток обладал гармоничным кисло-сладким освежающим вкусом с солодовыми, хлебными и хвойными тонами.

Аромат напитка был приятный хвойно-хлебный. Напиток прозрачный, коричневого цвета.

Органолептические показатели слабоалкогольного напитка определяли качественно, т.е. на соответствие их требованиям нормативной документации. Полученные данные приведены в табл. 41.

*Таблица 41*

**Органолептические показатели качества напитка на пивном и квасном сусле с добавлением экстракта**

Показатели	Характеристика
Внешний вид	Прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений
Вкус	Гармонично сочетающийся освежающий вкус пива с тоном хвои
Аромат	Гармоничный с хвойными тонами
Насыщенность диоксидом углерода	Обильное выделение углекислоты, ощущение сильного покалывания на языке

Проведенная органолептическая оценка показывает, что опытный напиток имеет слаженный, гармоничный вкус и аромат, а также привлекательный внешний вид.

Согласно ТР ТС 021/2011, напитки подлежат обязательному контролю по микробиологическим показателям качества (табл. 42) и содержанию токсичных элементов (табл. 43).

По результатам табл.42 следует, что микробиологические показатели безопасности, в том числе и патогенные, соответствуют требованиям Технического регламента.

**Микробиологические показатели качества слабоалкогольного напитка**

	Характеристика показателя			
	КМАФАнМ	БГКП (коли-формы)	Патогенные, в т.ч. сальмонелла	Плесени и дрожжи
Норма	Не более 10 КОЕ/100 см <sup>3</sup>	Не допускается в 3 г/см <sup>3</sup>	Не допускается в 25 г	Не более 40 КОЕ/г
Содержание	4	Не обнар.	Не обнар.	2

**Содержание токсичных элементов в напитке с добавлением хвойного экстракта**

Элементы, мг/кг	Значение	
	Допустимый уровень	Опытный напиток
Свинец	0,3	Отсутствует
Мышьяк	0,2	Отсутствует
Кадмий	0,03	Отсутствует
Ртуть	0,005	Отсутствует

По результатам проведенных исследований микробиологических и гигиенических показателей качества напитка брожения на пивном и квасном сусле с добавлением хвойного экстракта можно говорить о довольно высокой степени безопасности нового сорта напитка.

В достаточно большом количестве напиток содержит полифенольные соединения (277,7 мг/100см<sup>3</sup>), обладающие антиоксидантными свойствами. Они способны эффективно бороться со свободными радикалами, вызывающими многочисленные заболевания и приводящими к преждевременному старению. Полифенолы жизненно необходимы при повышенной физической и психической нагрузке, при стрессах, при неблагоприятной экологии, при сниженном иммунитете, в пожилом возрасте или, наоборот, в растущем организме и т.д. Особенно они показаны при лечении анемий, хронических бронхитов, дисбактериозов кишечника, снижении работоспособности, повышенной утомляемости, авитаминозе.

На основании экспериментальных исследований разработана рецептура (табл. 44), определены оптимальные технологические параметры производства напитка «Таежный» на основе пивного и квасного сусле с добавлением хвойного экстракта, разработана техническая документация (ТУ 91 84-006-94739059-2013.

Таблица 44

**Рецептура слабоалкогольного напитка «Гажный»,  
рассчитанная на 100 дал**

Сырье	Ед. измерения	Норма расхода
Солод ячменный светлый	кг	101,3
Концентрат квасного сусла	кг	10,9
Сахар-песок	кг	40,0
Дрожжи	дм <sup>3</sup>	5,0
Хвойный экстракт	л	30,0

Изучение химического состава напитка брожения на пивном и квасном сусле с добавлением хвойного экстракта позволило установить регламентируемые показатели пищевой и энергетической ценности, представленные в табл. 45.

Таблица 45

**Пищевая ценность напитка брожения на пивном и квасном сусле  
с добавлением хвойного экстракта**

Состав	Значение
Углеводы, г/100г	4,0
Витамин С, мг/100см <sup>3</sup>	3,8
Полифенолы, мг/100см <sup>3</sup>	277,7
Энергетическая ценность, ккал/100г	16,0

По органолептическим показателям напиток с добавлением хвойного экстракта должен соответствовать требованиям, указанным в табл. 46.

Таблица 46

**Органолептические показатели качества слабоалкогольного напитка**

Показатели	Характеристика
Внешний вид	Прозрачная жидкость без посторонних включений. Допускается легкая опалесценция
Вкус	Гармонично сочетающийся освежающий вкус, свойственный сырю
Аромат	Ароматный, гармоничный, свойственный сырю
Насыщенность диоксидом углерода	Обильное выделение углекислоты, ощущение сильного покалывания на языке

Содержание токсичных элементов и пестицидов в напитке не должно превышать допустимые уровни, установленные гигиеническими требованиями безопасности к пищевым продуктам Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

## *ЗАКЛЮЧЕНИЕ*

Несмотря на интенсивность развития в последние годы, наука о функциональном питании все еще находится на начальной стадии. Дальнейшее ее развитие включает открытие новых фитонутриентов и их действия, а также технологические усовершенствования с целью их эффективного внедрения. Оптимальность будет основной проблемой питания в XXI в., и функциональные продукты должны сыграть здесь свою роль. Эти пищевые смеси или продукты питания с улучшающими здоровье свойствами дают огромные коммерческие возможности пищевой промышленности, которой потрачены миллионы евро на поставку на рынок новых продуктов питания, требующихся для здоровья. Фактически рынок функциональных продуктов питания и нутрицевтиков в Европейском союзе вырос примерно с 1,8 млрд. долларов из 5,7 млрд. на мировом рынке в 1999 г. до прогнозируемых 195 млрд. в 2024 г.

В связи с экономической важностью этой области (текущий мировой оборот оценивается в 200 млрд. долларов США) и потенциалом экспоненциального увеличения рынков как промышленность, так и правительства многих стран проявляют большой интерес к использованию этих возможностей.

Таким образом, улучшение и развитие геномики, протеомики и метаболомики будут играть решающую роль в этой области, что позволит правильнее разработать концепцию персонализированного питания и приблизиться к ней в пищевой промышленности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rosegrant, M.W., Tokgoz, S., Bhandary, P., & Msangi, S. Looking ahead: Scenarios for the future of food. International Food Policy Research Institute. <http://www.ifpri.org/publication/2012-global-food-policy-report?print>
2. Goodman, M., & Sage, C. (2013) Food transgressions: Ethics, governance and geographies. Environment, Politics and Development Working Paper Series Department of Geography // King's College, London No 52. <http://www.kcl.ac.uk/sspp/departments/geography/research/epd/GoodmanSageWP52.pdf>
3. Le Billon, P., Sommerville, M., & Essex J. (2014a). Introduction: Global food crisis // Geopolitics. – 19(2), 235–238
4. Weis, T. (2009). Fossil energy and biophysical roots of the food crisis. In J. Clapp & M.J. Cohen (eds). (p. 145-160).
5. Angus, I. (2008). 'Food crisis: The greatest demonstration of the historical failure of the capitalist model' global research. <http://www.socialistvoice.ca/?p=274>.
6. Scrinis, Gyorgy. 2008. "On the Ideology of Nutritionism." *Gastronomica* 8, no. 1: 39–48.
7. Pollan, Michael. 2008. *In Defense of Food*. New York: Penguin.
8. Aya Hirata Kimura. Gender and the Politics of Smarter Foods. – 2013. – 241 p.
9. Darnton-Hill, Ian, Jose O. Mora, Herbert Weinstein, Steven Wilbur, and P. R. Nalubola. 1999. "Iron and Folate Fortification in the Americas to Prevent and Control Micronutrient Malnutrition: An Analysis." *Nutrition Reviews* 57, no. 1: 25–31.
10. Thorbecke, Erik, and Theodore van der Pluijm. 1993. *Rural Indonesia: Socio-Economic Development in a Changing Environment*. New York: NYU Press for the International Fund for Agricultural Development.
11. Alston, J. M., S. Dehmer, and P. G. Pardey. 2006. "International Initiatives in Agricultural R & D: The Changing Fortunes of the CGIAR." In *Agricultural R & D in the Developing World: Too Little, Too Late?*, ed. Philip G. Pardey, Julian M. Alston, and Roley R. Piggott, 313–60. Washington, DC: IFPRI.
12. Aya Hirata Kimura. Gender and the Politics of Smarter Foods. – 2013. – 241 p.
13. Jones P.J. and Jew S. 2007. Functional food development: concept to reality. *Trends Food Sci. Tech.* 18:387.
14. Доронин, А.Ф., Шендеров, Б.А. Функциональное питание – М.: ГРАНТЬ, 2002. – 296 с.
15. Poulsen, J. 1999. Danish consumers' attitudes towards functional foods. MAPP working paper, 62. Aarhus School of Business. [www.mapp.asb.dk/wppdf/wp62.pdf](http://www.mapp.asb.dk/wppdf/wp62.pdf)
16. Данные официального сайта <http://www.nutritionnorthcanada.gc.ca/eng/1383681317978/1383681469736>.
17. Von Alvensleben, R. Beliefs associated with food production. In *Food, people, and society - a European perspective of consumer's food choices*, ed. L. Frewer, E. Risvik, and H. Schifferstein, 381-400. – Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag.
18. ADA Reports Position of the American Dietetic Association: Functional foods. *Journal of the American Dietetic Association*. – 2004. – 104, 814.826
19. ILSI Europe (2002) Concepts of functional foods. ILSI Europe Concise Monograph Series. – Belgium.
20. Распоряжение Правительства РФ № 1873-р от 25 октября 2010 г. «Об основах государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на пе-



риод до 2020 г.». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902242308> (дата обращения 17.04.2020)

21. Siro, I., E.K. apolna 'B.K' apolna, and Lugasi, A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance // *Appetite*. – 2008. – Vol. 51, № 3. – P. 456-467.

22. Kozup, J.C., Creyer, E.H. and Burton, S. Making healthful food choices: the influence of health claims and nutrition information on consumers' evaluations of packaged food products and restaurant menu items // *Journal of Marketing*. – 2003. – Vol. 67, № 2. – P. 19-34.

23. Van Kleef, E., Van Trijp, H.C.M and Luning, P. Functional foods: health claim-food product compatibility and the impact of health claim framing on consumer evaluation // *Appetite*. – 2005. – Vol. 44, № 3. – P. 299-308.

24. Arvanitoyannis, I.S. and Van Houwelingen-Koukiliaroglou, M. Functional Foods: A Survey of Health Claims, Pros and Cons, and Current Legislation // *Crit. Rev. Food Sci.* – 2005. – 45:385.

25. Day, L., Seymour, R.B., Pitts, K.F., Konczak, I. and Lundin, L. Incorporation of functional ingredients into foods // *Trends Food Sci. Tech.* – 2009. – 20:388.

26. Katan, M.B. and De Roos, N.M. Promises and problems of functional foods // *Crit. Rev. Food Sci.* – 2004. – 44:369.

27. Slemp, G.R., Vella-Brodrick, D.A. Optimising employee mental health: The relationship between intrinsic need satisfaction, job crafting, and employee well-being // *Journal of Happiness Studies*. – 2014. – Т. 15, №. 4. – С. 957-977.

28. Keservani, R.K., Kesharwani, R.K., Vyas, N., Jain, S., Raghuvanshi, R., Sharma, A.K. Nutraceutical and functional food as future food // *A review. Der Pharmacia Lettre*. – 2010. – 2:106.

29. Рогов, И.А., Алексахина, В.А., Нефедова, Н.В. Биологически активные вещества и их использование в производстве диетических продуктов питания // *Обзорная информация*. – М.: Агро-НИИТЭИмясомолпром, 1994. – 48 с.

30. Valsta, L.M., Tapanainen, H., Sundvall, J., Laatikainen, T., Mannisto, S., Pietinen, P., et al. Explaining the 25-year decline of serum cholesterol by dietary changes and use of lipid-lowering medication in Finland // *Public Health Nutr.* – 2010. – 13(6A). – 932-8.

31. Hartiala, O., Magnussen, C.G., Kajander, S., Knuuti, J., Ukkonen, H., Saraste, A., et al. Adolescence risk factors are predictive of coronary artery calcification at middle age: the cardiovascular risk in young Finns study // *J Am Coll Cardiol*. – 2012. – 9;60(15). – 1364-70.

32. Juonala, M., Viikari, J.S., Raitakari, O.T. Main findings from the prospective Cardiovascular Risk in Young Finns Study // *Curr Opin Lipidol*. – 2013. – 24(1). – 57-64.

33. Schwab, U., Lauritzen, L., Tholstrup, T., Haldorsson, T., Riserus, U., Uusitupa, M., et al. Effect of the amount and type of dietary fat on cardiometabolic risk factors and risk of cardiovascular diseases, type 2 diabetes and cancer: a systematic review // *Food & Nutrition Research*. In press.

34. Teslovich, T.M., Musunuru, K., Smith, A.V., Edmondson, A.C., Stylianou, I.M., Koseki, M., et al. Biological, clinical and population relevance of 95 loci for blood lipids // *Nature*. – 2010. – 5. – 707-13.

35. Waterworth, D.M., Ricketts, S.L., Song, K., Chen, L., Zhao, J.H., Ripatti, S., et al. Genetic variants influencing circulating lipid levels and risk of coronary artery disease // *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. – 2010. – 30. – 2264-76.

36. Deloukas, P., Kanoni, S., Willenborg, C., Farrall, M., Assimes, T.L., Thompson, J.R., et al. Large-scale association analysis identifies new risk loci for coronary artery disease // *Nat Genet*. – 2013 – 45(1). – 25-33.

37. Strom, M., Halldorsson, T.I., Mortensen, E.L., Torp-Pedersen, C., Olsen, S.F. Fish, n-3 fatty acids, and cardiovascular diseases in women of reproductive age: a prospective study in a large national cohort // *Hypertension*. – 2012. – 59(1). – 36-43.

38. Ramel, A., Martinez, J.A., Kiely, M., Bandarra, N.M., Thorsdottir, I. Moderate consumption of fatty fish reduces diastolic blood pressure in overweight and obese European young adults during energy restriction // *Nutrition*. – 2010. – 26(2). – 168-74.
39. Damsgaard, C.T., Schack-Nielsen, L., Michaelsen, K.F., Fruekilde, M.B., Hels, O., Lauritzen, L. Fish oil affects blood pressure and the plasma lipid profile in healthy Danish infants // *The Journal of nutrition*. – 2006. – 136(1). – 94-9.
40. Pedersen, M.H., Molgaard, C., Hellgren, L.I., Lauritzen, L. Effects of fish oil supplementation on markers of the metabolic syndrome // *The Journal of pediatrics*. – 2010. – 157(3). – 395-400, e1.
41. Arnarson, A., Geirsdottir, O.G., Ramel, A., Jonsson, P.V., Steingrimsdottir, L., Thorsdottir, I. [Dietary habits and their association with blood pressure among elderly Icelandic people] // *Laeknabladid*. – 2012. – 98(10). – 515-20.
42. Olafsdottir, A.S., Skuladottir, G.V., Thorsdottir, I., Hauksson, A., Thorgeirsdottir, H., Steingrimsdottir, L. Relationship between high consumption of marine fatty acids in early pregnancy and hypertensive disorders in pregnancy // *BJOG*. – 2006. – 113(3). – 301-9.
43. Thorsdottir, I., Birgisdottir, B.E., Halldorsdottir, S., Geirsson, R.T. Association of fish and fish liver oil intake in pregnancy with infant size at birth among women of normal weight before pregnancy in a fishing community // *Am J Epidemiol*. – 2004. – 160(5). – 460-5.
44. Van Dam, R.M., Willett, W.C., Rimm, E.B., Stampfer, M.J., Hu, F.B. Dietary fat and meat intake in relation to risk of type 2 diabetes in men // *Diabetes Care*. – 2002. – 25(3). – 417-24.
45. Salmeron, J., Hu, F.B., Manson, J.E., Stampfer, M.J., Colditz, G.A., Rimm, E.B., et al. Dietary fat intake and risk of type 2 diabetes in women // *The American journal of clinical nutrition*. – 2001. – 73(6). – 1019-26.
46. Meyer, K.A., Kushi, L.H., Jacobs, D.R., Jr., Folsom, A.R. Dietary fat and incidence of type 2 diabetes in older Iowa women // *Diabetes Care*. – 2001. – 24(9). – 1528-35.
47. Tuomilehto, J., Lindstrom, J., Eriksson, J.G., Valle, T.T., Hamalainen, H., Ilanne-Parikka, P., et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance // *The New England journal of medicine*. – 2001. – 3; 344(18). – 1343-50.
48. Lindstrom, J., Peltonen, M., Eriksson, J.G., Ilanne-Parikka, P., Aunola, S., Keinanen-Kiukkaanniemi, S., et al. Improved lifestyle and decreased diabetes risk over 13 years: long-term follow-up of the randomised Finnish Diabetes Prevention Study (DPS) // *Diabetologia*. – 2013. – 56(2). – 284-93.
49. Knowler, W.C., Barrett-Connor, E., Fowler, S.E., Hamman, R.F., Lachin, J.M., Walker, E.A., et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin // *The New England journal of medicine*. – 2002. – 7; 346(6). – 393-403.
50. Roumen, C., Corpeleijn, E., Feskens, E.J., Mensink, M., Saris, W.H., Blaak, E.E. Impact of 3-year lifestyle intervention on postprandial glucose metabolism: the SLIM study // *Diabetic medicine: a journal of the British Diabetic Association*. – 2008. – 25(5). – 597-605.
51. Penn, L., White, M., Oldroyd, J., Walker, M., Alberti, K.G., Mathers, J.C. Prevention of type 2 diabetes in adults with impaired glucose tolerance: the European Diabetes Prevention RCT in Newcastle upon Tyne, UK // *BMC Public Health*. – 2009. – 9. – 342.
52. Гафурова, Э.Ф., Киреева, Э.Э. Роль липидов при онкологических заболеваниях // *Материалы XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум»*. – Режим доступа: <http://scienceforum.ru/2019/article/2018016663></a>>[http:// scienceforum.ru/2019/article/2018016663](http://scienceforum.ru/2019/article/2018016663)</a> (дата обращения: 19.07.2020 ).

53. World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. Washington DC, 2007.
54. Vanden Heuvel, J.P. Nutrigenomics and nutrigenetics of omega3 polyunsaturated fatty acids // *Prog Mol Biol Transl Sci.* – 2012; 108:75-112.
55. Schwab, U., Lauritzen, L., Tholstrup, T., Haldorsson, T., Riserus, U., Uusitupa, M., et al. Effect of the amount and type of dietary fat on cardiometabolic risk factors and risk of cardiovascular diseases, type 2 diabetes and cancer: a systematic review // *Food & Nutrition Research.* In press.
56. World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. – Washington DC, 2007.
57. World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research. Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. – Washington DC, 2007.
58. Brennan, S.F., Cantwell, M.M., Cardwell, C.R., Velentzis, L.S., Woodside, J.V. Dietary patterns and breast cancer risk: a systematic review and meta-analysis // *Am J Clin Nutr.* – 2010. – 1(5): 1294-302.
59. Hooper, L., Abdelhamid, A., Bunn, D., Brown, T., Summerbell, C.D., Skeaff, C.M. Effects of total fat intake on body weight. // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2015. – (8): CD011834.
60. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation // *WHO Technical Report Series.* – 2003. – No. 916. – Geneva: World Health Organization.
61. Fats and fatty acids in human nutrition: report of an expert consultation. FAO Food and Nutrition Paper 91. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2010.
62. Nishida, C., Uauy, R. WHO scientific update on health consequences of trans fatty acids: introduction // *Eur J Clin Nutr.* – 2009. – 63 Suppl 2:S1-4.
63. Guidelines: Saturated fatty acid and trans-fatty acid intake for adults and children. Geneva: World Health Organization; 2018 (Draft issued for public consultation in May 2018).
64. REPLACE: An action package to eliminate industrially-produced trans-fatty acids. WHO/NMH/NHD/18.4. Geneva: World Health Organization; 2018.
65. МР 2.3.1.2432-08 от 18.12.2008 г. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/2168105/> (дата обращения 17.04.2020).
66. Joint FAO/WHO Expert Consultation. Carbohydrates in human nutrition. Rome: Food and Agriculture Organization. World Health Organization 1998 Report No.: 66.
67. Mann J, Cummings JH, Englyst HN, Key T, Liu S, Riccardi G, et al. FAO/WHO scientific update on carbohydrates in human nutrition: conclusions // *Eur J Clin Nutr.* – 2007. – 61 Suppl 1:S132-7.
68. МР 2.3.1.2432-08 от 18.12.2008 г. «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». – Режим доступа: <https://base.garant.ru/2168105/> (дата обращения 17.04.2020).
69. Asp N-G. Dietary carbohydrates: classification by chemistry and physiology // *Food Chemistry.* – 1996. – 57(1): 9-14.
70. Englyst, K.N., Englyst, H.N. Carbohydrate bioavailability // *Br J Nutr.* – 2005. – 94(1):1-11.
71. Joint FAO/WHO Expert Consultation. Carbohydrates in human nutrition. Rome: Food and Agriculture Organization. World Health Organization 1998 Report No.: 66.
72. Mann, J., Cummings, J.H., Englyst, H.N., Key, T., Liu, S., Riccardi, G., et al. FAO/WHO scientific update on carbohydrates in human nutrition: conclusions // *Eur J Clin Nutr.* – 2007. – 61 Suppl 1:S132-7.

73. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. – Washington DC: IoM (Institute of Medicine), 2005.
74. Dietary reference values for food energy and nutrients for the United Kingdom. – London: HMSO, 1991.
75. Nordic nutrition recommendations 2012: integrating nutrition and physical activity. – Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 2014.
76. Joint FAO/WHO Expert Consultation. Carbohydrates in human nutrition. Rome: Food and Agriculture Organization. World Health Organization 1998 Report No.: 66.
77. Mann, J, Cummings, J.H., Englyst, H.N., Key, T., Liu, S., Riccardi, G., et al. FAO/WHO scientific update on carbohydrates in human nutrition: conclusions // *Eur J Clin Nutr.* – 2007. – 61 Suppl 1:S132-7.
78. EC. Commission directive, 2008/100/EC L 285/9 (2008).
79. Кругляк, Л.Г. Лечебное питание при раке: Существует ли альтернативная «фраковая» диета? – СПб.: Крылов, 2008. – 67 с.
80. Trowell, H. Ischemic heart disease and dietary fiber // *Am J Clin Nutr.* – 1972. – 25(9): 926-32.
81. Trowell, H., Southgate, D.A., Wolever, T.M., Leeds, A.R., Gassull, M.A., Jenkins, D.J. Letter: Dietary fibre redefined // *Lancet.* – 1976 May. – 1(7966):967.
82. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre // *EFSA Journal.* – 2010. – 8(3):77.
83. Rumessen, J.J., Gudmand-Hoyer, E. Fructans of chicory: intestinal transport and fermentation of different chain lengths and relation to fructose and sorbitol malabsorption // *Am J Clin Nutr.* – 1998. – 68(2):357-64.
84. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre // *EFSA Journal.* – 2010. – 8(3):77.
85. Sonestedt, E., Overby, N.C., Laaksonen, D.E., Birgisdottir, B.E. Does high sugar consumption exacerbate cardiometabolic risk factors and increase the risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease? // *Food Nutr Res.* – 2012. – 56.
86. Tuomilehto, J., Lindstrom, J., Eriksson, J.G., Valle, T.T., Hamalainen, H., Ilanne-Parikka, P., et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance // *N Engl J. Med.* – 2001. – 3; 344(18):1343-50.
87. Knowler, W.C., Barrett-Connor, E., Fowler, S.E., Hamman, R.F., Lachin, J.M., Walker, E.A., et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin // *N Engl J Med.* – 2002. – 7; 346(6):393-403.
88. Roumen, C., Corpeleijn, E., Feskens, E.J., Mensink, M., Saris, W.H., Blaak, E.E. Impact of 3-year lifestyle intervention on postprandial glucose metabolism: the SLIM study // *Diabet Med.* – 2008. – 25(5): 597-605.
89. Мустафина, С.В., Кунцевич, А.К., Напряшуккина, В.И., Рымар, О.Д. Риски метаболического синдрома и нарушений углеводного обмена при употреблении сладких газированных безалкогольных напитков // Сахарный диабет – пандемия XXI: сборник тезисов VIII (XXV) Всероссийского диabetолог. конгресса с международным участием. – ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России; ОО «Российская ассоциация эндокринологов» (Москва, 28-03 февраля 2018 г.) – М.: УП-Принт, 2018 – С. 354-355.
90. Despres, J.P., Van Gaal, L.F. Sugar-sweetened beverages: A missing piece of the obesity puzzle? *CMReJ*, 2009, Oct.; 2(2): P. 1–19 file:///C:/Users/User/Desktop/sladkie-napitki-nedostayushee-zveno-v-golovolomke-ojireniya.pdf

91. Hooper, L., Abdelhamid, A., Moore, H.J., Douthwaite, W., Skeaff, C.M., Summerbell, C.D. Effect of reducing total fat intake on body weight: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials and cohort studies // *BMJ*. – 2012. – 345:e7666.
92. Fogelholm, M., Anderssen, S., Gunnarsdottir, I., Lahti-Koski, M. Dietary macronutrients and food consumption as determinants of long-term weight change in adult populations: a systematic literature review // *Food & Nutrition Research*. – 2012. – Vol 56 incl Supplements.
93. Cummings, J.H. The effect of dietary fiber on faecal weight and composition // Spiller GA, editor. *CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition*. 2 ed: Broca Raton, FL: CRC Press. – 1993. – P. 263-349.
94. Cummings, J.H., Bingham, S.A., Heaton, K.W., Eastwood, M.A. Fecal weight, colon cancer risk, and dietary intake of nonstarch polysaccharides (dietary fiber) // *Gastroenterology*. – 1992. – 103(6):1783-9.
95. Wirfält, E., Drake, Ю., Wallström, P. What do review papers conclude about food and dietary patterns? // *Food and Nutrition Research*. – 2013.
96. Nordic nutrition recommendations 2012: integrating nutrition and physical activity. – Copenhagen: Nordic Council of Ministers; 2014.
97. МР 2.3.1.2432-08 от 18.12.2008 г. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/2168105/> (дата обращения 17.04.2020).
98. Hambraeus, L., Lönnerdal, B. Nutritional aspects of milk proteins // Fox PF, McSweeney PLH, editors. *Advanced dairy chemistry – 1 Proteins*. 3 ed. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers. – 2003. – P. 605-45.
99. Kriengsinyos, W., Rafii, M., Wykes, L.J., Ball, R.O., Pencharz, P.B. Long-term effects of histidine depletion on whole-body protein metabolism in healthy adults // *J Nutr*. – 2002. – 132(11): 3340-8.
100. Laidlaw, S.A., Kopple, J.D. Newer concepts of the indispensable amino acids // *Am J Clin Nutr*. – 1987. – 46(4): 593-605.
101. Crim, M.C., Munro, H.N. Proteins and amino acids // Shils ME, Olson JA, editors. *Modern nutrition in health and disease*. 8 ed. – Malvern, USA: Lea & Febiger, 1994.
102. Reeds, P.J. Dispensable and indispensable amino acids for humans // *J Nutr*. – 2000. – 130(7):1835S-40S.
103. Uauy, R., Greene, H.L., Heird, W.C. Conditionally essential nutrients: cysteine, taurine, tyrosine, arginine, glutamine, choline, inositol and nucleotides. In: Tsang R.C., Lucas A., Uauy, R., Zlotkin, S., editors. *Nutritional needs of the preterm infant*. – Pawling, NY: Caduceus Medical Publishers Inc, 1993. – P. 267-80.
104. Williams, J.Z., Abumrad, N., Barbul, A. Effect of a specialized amino acid mixture on human collagen deposition // *Ann Surg*. – 2002. – 236(3):369-74; discussion 74-5.
105. Protein quality evaluation in human diets. Rome Italy: FAO/WHO 1991 Report No.: 51.
106. WHO. Protein and amino acids requirements in human nutrition: Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation.: World Health Organization 2007 Report No.: 935.
107. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. Auckland, New Zealand: FAO 2013 Report No.: 92.
108. Waterlow, J.C. The requirements of adult man for indispensable amino acids. *Eur J Clin Nutr*. 1996 Feb;50 Suppl 1:S151-76; discussion S76-9.
109. WHO. Protein and amino acids requirements in human nutrition: Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation.: World Health Organization 2007 Report No.: 935.

110. Доценко В. А. Болезни избыточного и недостаточного питания. Учебное пособие. – СПб.: Фолиант, 2004. – С. 21-35.
111. Руководство по диетологии / под ред. А. Ю. Барановского. – СПб.: Питер, 2001. – С. 117-144.
112. Кострова, Г.Н. Методы оценки потребления белка у детей. Обзор литературы / Г.Н. Кострова, В.И. Макарова // Экология человека. – 2005. – № 3.– С. 26-29.
113. Вельтищев, Ю.А. Обмен веществ у детей /Ю.А. Вельтищев, М.В. Ермолаев, А.А. Ананенко, Ю.А. Князев. – М., 1983. – 463 с.
114. Мартинчик, А.Н. Питание человека (основы нутрициологии) / А.Н. Мартинчик, И.В. Маев, А.Б. Петухов; под ред. проф. А.Н. Мартинчика. – М.: ГОУ ВУНМЦМЗ РФ, 2002. – С. 234-287.
115. Sigulem, D.M. Diagnosis of child and adolescent nutritional status / D.M. Sigulem, M.U. Devincenzi, A.C. Lessa // Journal of Pediatrics (Rio J). – 2000. – Vol. 76, Suppl. 3. – P. 275-284.
116. Strauss, B.J. Nutrition diagnoses // Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition. –2004. – Vol. 13, Suppl. 11.
117. Кострова, Г.Н. Методы оценки потребления белка у детей...
118. Кострова, Г.Н. Методы оценки потребления белка у детей...
119. Ладодо, К.С. Основы рационального питания детей / К.С. Ладодо, В.Д. Отт, Е.М. Фатеева. – Киев: Здоровье, 1987. – С. 26-31.
120. Кострова, Г.Н. Методы оценки потребления белка у детей...
121. Шилина, Н.М. Современные подходы к оценке обеспеченности детей пищевыми веществами // Вопросы детской диетологии. – 2003. – Т. 1, № 1. – С. 83-85.
122. Boisseau, N. Protein intake and nitrogen balance in male nonHactive adolescents and soccer players / N. Boisseau et al. // European Journal of Applied Physiology. – 2002. – Vol. 88, № 3. – P. 288-293.
123. Pediatric Nutrition Practice. In: B. Koletzko (ed.). Karger. – Bazel, 2008. – 319 p.
124. Koletzko, B., von Kries, R., Monasterolo, R.C., Subias, J.E., Scaglioni, S., Giovannini, M., Beyer, J., Demmelmair, H., Anton, D., Gruszfeld, A., Dobrzanska, A., Sengier, J.-P., Langhendries, J.P., Rolland-Cachera, M.F., Grote, V. Can infant feeding choices modulate later obesity risk? // Am. J. Clin. Nutr. – 2009. – (Suppl.): 15029-15089.
125. Koletzko, B., von Kries, R., Monasterolo, R.C., Closa, R., Escribano, J., Scaglioni, S., Giovannini, M., Beyer, J., Demmelmair H., Gruszfeld D., Dobrzanska A., Sengier A., Langhendries, J.P., Rolland-Cachera M. F., Grote, V. Lower protein in infant formule is associated with lower weight up to age 2 year: a randomized clinical trial. // Am. Clin. Nutr. – 2009/ – 89: 1-10.
126. Лукушкина, Е.Ф., Нетребенко, О.К., Баскакова, Е.Ю., Гуренко, С.П. Роль оптимизации потребления белка в укреплении здоровья детей // ВСП. 2013. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-optimizatsii-potrebleniya-belka-v-ukreplenii-zdorovya-detey> (дата обращения: 26.07.2020).
127. Rolland-Cachera, M.F., Deheeger, M., Akrouit, M., Bellisle, F. Influence of macronutrients on adiposity development: a follow-up study of nutrition and growth from 10 months to 8 years // Int J. Obes Relat. Metabol. Disord. – 1995. – 19: 573-578.
128. Scaglioni, S., Agostoni, C., De Notaris, R., Radaelli, G., Radice, N., Valenti, M., Giovannini, M., Riva, E. Early macronutrient intake and overweight at five years of age // Int. J. Obes. – 1995; – 19: 573–578.

129. Лукушкина Е.Ф., Нетребенко О.К., Баскакова, Е.Ю., Гуренко, С.П. Роль оптимизации потребления белка в укреплении здоровья детей // ВСП. – 2013. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-optimizatsii-potrebleniya-belka-v-ukreplenii-zdorovya-detej> (дата обращения: 26.07.2020)
130. Naghshi, Sina, Sadeghi, Omid, Willett, Walter C., Esmailzadeh, Ahmad. Dietary intake of total, animal, and plant proteins and risk of all cause, cardiovascular, and cancer mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies // *BMJ*. – 2020. – 370 :m2412.
131. Марасанов, С.Б. Первичная профилактика рака: увеличить потребление белка? / С.Б. Марасанов, Л.А. Аврасина, П.В. Гусев, А.С. Ковтунова, С.А. Максименко // *Вопросы онкологии*. – 2018. – Т. 64, № 2. – С. 272-274.
132. Moradi, S, Anjom-Shoae, J, et al. Soy, Soy Isoflavones, and Protein Intake in Relation to Mortality from All Causes, Cancers, and Cardiovascular Diseases: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies // *J Acad Nutr Diet*. – 2019. – 119(9):1483-1500.e17.
133. Nowson, C., O'Connell, S. Protein Requirements and Recommendations for Older People // *A Review. Nutrients*. – 2015. – 7(8):6874-6899. Published 2015 Aug 14. doi:10.3390/nu7085311.
134. Kong, F., Geng, E., Ning, J., et al. The association between dietary protein intake and esophageal cancer risk: a meta-analysis // *Biosci Rep*. – 2020. – 40(1):BSR20193692.
135. Pedersen, A.N., Kondrup, J., Borsheim, E. Health effects of protein intake in healthy adults: a systematic literature review // *Food Nutr Res*. – 2013. – 57.
136. Food, Nutrition, Physical Activity and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. – Washington, DC: World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research, 2007.
137. Lagiou, P., Sandin, S., Lof, M., Trichopoulos, D., Adami, H.O., Weiderpass, E. Low carbohydrate-high protein diet and incidence of cardiovascular diseases in Swedish women: prospective cohort study // *BMJ*. – 2012. – 344:e4026.
138. Bernstein, A.M., Sun, Q., Hu, F.B., Stampfer, M.J., Manson, J.E., Willett, W.C. Major dietary protein sources and risk of coronary heart disease in women // *Circulation*. – 2010. – 122(9):876-883.
139. Alexander, D.D., Miller, P.E., Vargas, A.J., Weed, D.L., Cohen, S.S. Meta-analysis of Egg Consumption and Risk of Coronary Heart Disease and Stroke // *J Am Coll Nutr*. – 2016. – 35(8): 704-716.
140. Pedersen, A.N., Kondrup, J., Borsheim, E. Health effects of protein intake in healthy adults: a systematic literature review // *Food Nutr Res*. – 2013. – 57.
141. WHO. Protein and amino acids requirements in human nutrition: Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation.: World Health Organization 2007 Report No.: 935.
142. Appel, L.J., Sacks, F.M., Carey, V.J., Obarzanek, E., Swain, J.F., Miller, E.R., III, et al. Effects of protein, monounsaturated fat, and carbohydrate intake on blood pressure and serum lipids: results of the OmniHeart randomized trial // *JAMA*. – 2005. – 294(19):2455-64.
143. Pedersen, A.N., Cederholm, T. Health effects of protein intake in healthy elderly populations: a systematic review // *Food & Nutrition Research*. In press.
144. Altorf-van der Kuil, W., Engberink, M.F., Brink, E.J., van Baak, M.A., Bakker, S.J., Navis, G, et al. Dietary protein and blood pressure: a systematic review // *PLoS One*. – 2010. – 5(8):e12102.
145. Harland, J.I., Haffner, T.A. Systematic review, meta-analysis and regression of randomised controlled trials reporting an association between an intake of circa 25 g soya protein per day and blood cholesterol // *Atherosclerosis*. – 2008. – 200(1):13-27.

146. Anderson, J.W., Bush, H.M. Soy protein effects on serum lipoproteins: a quality assessment and meta-analysis of randomized, controlled studies // *Journal of the American College of Nutrition*. – 2011. – 30(2):79-91.
147. Pedersen, A.N., Kondrup, J., Borsheim, E. Health effects of protein intake in healthy adults: a systematic literature review // *Food Nutr Res*. – 2013. – 57.
148. Bendtsen, L.Q., Lorenzen, J.K., Larsen, T.M., et al. Associations between dairy protein intake and body weight and risk markers of diabetes and CVD during weight maintenance // *Br. J. Nutr*. – 2014. – 111(5):944-953.
149. Larsen, T.M., Dalskov, S.M., van Baak, M., et al. Diets with high or low protein content and glycemic index for weight-loss maintenance // *N Engl J Med*. – 2010. – 363(22):2102-2113.
150. Gilbert, J.A., Bendtsen, N.T., Tremblay, A., Astrup, A. Effect of proteins from different sources on body composition // *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. – 2011. – 21 Suppl 2:B16-B31.
151. Chen, M., Pan, A., Malik, V.S., Hu, F.B. Effects of dairy intake on body weight and fat: a meta-analysis of randomized controlled trials // *Am J Clin Nutr*. – 2012. – 96(4):735-747.
152. Abargouei, A.S. et al. Effect of dairy consumption on weight and body composition in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials // *International journal of obesity*. – 2012. – T. 36, № 12. – C. 1485-1493.
153. Wennersberg, M.H. et al. Dairy products and metabolic effects in overweight men and women: results from a 6-mo intervention study // *The American journal of clinical nutrition*. – 2009. – T. 90, № 4. – C. 960-968.
154. Barr, S.I. et al. Effects of increased consumption of fluid milk on energy and nutrient intake, body weight, and cardiovascular risk factors in healthy older adults // *Journal of the American Dietetic Association*. – 2000. – T. 100, № 7. – C. 810-817.
155. Crichton, G.E. et al. Dairy consumption and cardiometabolic health: outcomes of a 12-month crossover trial // *Nutrition & metabolism*. – 2012. – T. 9, № 1. – C. 19.
156. Zemel, M.B. et al. Effects of dairy intake on weight maintenance // *Nutrition & Metabolism*. – 2008. – T. 5, № 1. – C. 1-13.
157. Zemel, M.B. et al. Effects of calcium and dairy on body composition and weight loss in African-American adults // *Obesity research*. – 2005. – T. 13, № 7. – C. 1218-1225.
158. Zemel, M.B. et al. Dairy-rich diets augment fat loss on an energy-restricted diet: a multi-center trial // *Nutrients*. – 2009. – T. 1, № 1. – C. 83-100.
159. Weigle, D.S. et al. A high-protein diet induces sustained reductions in appetite, ad libitum caloric intake, and body weight despite compensatory changes in diurnal plasma leptin and ghrelin concentrations // *The American journal of clinical nutrition*. – 2005. – T. 82, № 1. – C. 41-48.
160. Mikkelsen, P.B., Toubro, S., Astrup, A. Effect of fat-reduced diets on 24-h energy expenditure: comparisons between animal protein, vegetable protein, and carbohydrate // *The American journal of clinical nutrition*. – 2000. – T. 72, № 5. – C. 1135-1141.
161. Astrup, A. The satiating power of protein—a key to obesity prevention? // *American Journal of Clinical Nutrition*. – 2005. – 1938-3207.
162. Gilbert, J.A. et al. Effect of proteins from different sources on body composition // *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. – 2011. – T. 21. – C. B16-B31.
163. Fouillet, H. et al. Absorption kinetics are a key factor regulating postprandial protein metabolism in response to qualitative and quantitative variations in protein intake // *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. – 2009. – T. 297, № 6. – C. R1691-R1705.



164. Rideout, T.C. et al. Consumption of low-fat dairy foods for 6 months improves insulin resistance without adversely affecting lipids or bodyweight in healthy adults: a randomized free-living cross-over study // *Nutrition journal*. – 2013. – T. 12, № 1. – C. 56.
165. Mittendorfer, B., Klein, S., Fontana, L. A word of caution against excessive protein intake // *Nature Reviews Endocrinology*. – 2019. – C. 1-8.
166. Mittendorfer, B., Klein, S., Fontana, L. A word of caution against excessive protein intake // *Nature Reviews Endocrinology*. – 2019. – C. 1-8.
167. Paddon-Jones, D., Short, K.R., Campbell, W.W., Volpi, E., Wolfe, R.R. Role of dietary protein in the sarcopenia of aging // *American Journal of Clinical Nutrition*. – 2008. – 87(5): 1562S-6S.
168. Pedersen, A.N., Kondrup, J., Borsheim, E. Health effects of protein intake in healthy adults: a systematic literature review // *Food Nutr Res*. – 2013. – 57.
169. Pedersen, A.N., Cederholm, T. Health effects of protein intake in healthy elderly populations: a systematic literature review // *Food & nutrition research*. – 2014. – T. 58, № 1. – C. 23364.
170. Houston, D.K. et al. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study // *The American journal of clinical nutrition*. – 2008. – T. 87, № 1. – C. 150-155.
171. Campbell, W.W. et al. The recommended dietary allowance for protein may not be adequate for older people to maintain skeletal muscle // *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. – 2001. – T. 56, № 6. – C. M373-M380.
172. Campbell, W.W. et al. Dietary protein adequacy and lower body versus whole body resistive training in older humans // *The Journal of physiology*. – 2002. – T. 542, № 2. – C. 631-642.
173. Rand, W.M., Pellett, P.L., Young, V.R. Meta-analysis of nitrogen balance studies for estimating protein requirements in healthy adults // *The American journal of clinical nutrition*. – 2003. – T. 77, № 1. – C. 109-127.
174. World Health Organization, United Nations University. Protein and amino acid requirements in human nutrition // *World Health Organization*. – 2007. – T. 935.
175. Fomon, S.J. Nutrition of normal infants. – St Louis: Mosby Year Book, 1993.
176. World Health Organization, United Nations University. Protein and amino acid requirements in human nutrition // *World Health Organization*. – 2007. – T. 935.
177. Joint, F.A.O. et al. Energy and protein requirements: report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation // *Technical Report Series (WHO)*. World Health Organization. – 1985. – № 724.
178. Bender, D.A. Nutritional biochemistry of the vitamins. – Cambridge: University press, 2003.
179. Farnworth, E.R. et al. The Future for Fermented Foods // *Handbook of fermented functional foods*. – 2003. – C. 361-378.
180. Padh, H. Vitamin C: newer insights into its biochemical functions // *Nutrition Reviews*. – 1991. – T. 49, № 3. – C. 65-70.
181. Vandamme, E.J., Revuelta, J.L. Vitamins, biopigments, antioxidants and related compounds: a historical, physiological and (bio) technological perspective // *Industrial biotechnology of vitamins, biopigments, and antioxidants*. – 2016.
182. Vandamme, E.J. Natural Colors ... ну конечно // *SIM-News*. – 2011. – T. 61, № 5. – C. 121-128.
183. Patakova, P. Monascus secondary metabolites: production and biological activity // *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. – 2013. – T. 40, № 2. – C. 169-181.

184. МР 2.3.1.2432-08 от 18.12.2008 г. «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/2168105/> (дата обращения 17.04.2020).
185. Bissé, E. et al. Reference values for serum silicon in adults // *Analytical biochemistry*. – 2005. – Т. 337, № 1. – С. 130-135.
186. Wintergerst, E.S., Maggini, S., Hornig, D.H. Contribution of selected vitamins and trace elements to immune function // *Annals of Nutrition and Metabolism*. – 2007. – Т. 51, № 4. – С. 301-323.
187. МР 2.3.1.2432-08 от 18.12.2008 г. «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». – Режим доступа: <https://base.garant.ru/2168105/> (дата обращения 17.04.2020).
188. Renwick, A.G. Toxicology of micronutrients: adverse effects and uncertainty // *The Journal of nutrition*. – 2006. – Т. 136, № 2. – С. 493S-501S.
189. Гаврилова, А.Ф. Разработка и товароведная оценка соевых напитков общего и функционального назначения: Дис. ...канд. техн. наук. – Кемерово, 2004. – 143 с.
190. Носаль, М.А. Лекарственные растения и способы их применения в народе / М.А. Носаль, И.М. Носаль. – Киев: Государственное медицинское издательство УССР, 1960. – 300 с.
191. Бабий, Н.В. Научное обоснование и разработка технологии фитонапитков для населения Дальневосточного региона на основе природных адаптогенов: Дис. ...д-ра техн. наук. – Кемерово, 2016. – 345 с.
192. Дудкин, М.С. Комплексное использование растительного сырья в пищевой промышленности // *Пищевая технология*. – 1980. – № 6. – С. 7-14.
193. Ивченко, С.И. Лесные плодовые растения / С.И. Ивченко, В.Ф. Руденко. – М.: Лесная пром., 1976. – 192 с.
194. Лесной комплекс Дальнего Востока России: аналитический обзор / под ред. А.С. Шейнгауза. – Владивосток; Хабаровск: ДВО РАН, 2005. – 160 с.
195. Нечаев, А.А. Дикорастущие смородины российского Дальнего Востока: видовое разнообразие, ресурсы, освоение // *Плодоводство и ягодоводство России*. – 2013. – Т. 37. – Ч. 2. – С. 183-190.
196. Помозова, В.А. Технология слабоалкогольных напитков: теоретические и практические аспекты. – Кемерово, 2002. – 152 с.
197. Сергеев, В.Н. Биологически активное растительное сырье в пищевой промышленности / В.Н. Сергеев, Ю.И. Кокаев // *Пищевая промышленность*. – 2001. – № 6. – С. 28-30.
198. Никиточкина, Т.Д. Лекарственные растения. – М.: Изобраз. искусство, 1991. – 32 с.
199. Тутельян, В.А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека / В.А. Тутельян, В.Б. Спиричев, Б.П. Суханов. – М.: Колос, 2002. – 424 с.
200. Канавин, В.П. Фитотерапия как способ действия на гомеостатические свойства организма / В.П. Канавин, В.Ф. Портнягин, С.М. Борисенко // *Лекарственные растения в традиционной и народной медицине. Тез. докл. на науч. конф.* – Улан-Удэ, 1987. – С. 78-79.
201. Бабий, Н.В. Разработка и оценка потребительских свойств фитонапитков на основе природных адаптогенов: Дис. ...канд. техн. наук. – Кемерово, 2009. – 148 с.
202. Технический регламент Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». – URL: <http://fsa.gov.ru/> (дата обращения 01.02.2021).
203. Помозова, В.А. Технология слабоалкогольных напитков: теоретические и практические аспекты. – Кемерово, 2002. – 152 с.

204. Онищенко, Г.Г. Основы оценки риска для здоровья населения воздействия химических веществ, загрязняющих окружающую среду / под ред. Ю.А. Рахманина. – М., 2002. – С. 35-39.

205. Пригорнев, В.Б. Здоровоохранение Дальнего Востока на рубеже веков: проблемы и перспективы / В.Б. Пригорнев, В.О. Щепин, В.Г. Дьяченко и др. – Хабаровск: Изд-во ДВГМУ, 2003. – 368 с.

206. Жидков, В.Е. Тонизирующие напитки из сыворотки / В.Е. Жидков, А.В. Жидков, С.Г. Жилин // Молочная промышленность. – 2006. – № 6. – С. 85-86.

207. Георгиевский, В. П. Биологически активные вещества лекарственных растений / В.П. Георгиевский, Н.Ф. Комиссаренко, С.Е. Дмитрук. – Новосибирск: Академия, 1990. – 332 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>ВВЕДЕНИЕ</i> .....	3
Глава 1. Голод, бедность и здоровье.....	6
Глава 2. Функциональные продукты: грань между едой и лекарством .....	14
Глава 3. Микро- и макронутриенты: незаменимые компоненты питания .....	24
3.1. Макронутриенты .....	25
3.2. Микронутриенты.....	54
Глава 4. разработка продуктов функционального питания .....	63
4.1. Растительное сырье как источник биологически активных веществ при производстве функциональных продуктов .....	63
4.2. Исследование химического состава, БАВ, показателей безопасности используемого сырья для производства функциональных продуктов.....	64
4.3. Обоснование способов переработки дикорастущего сырья для производства функциональных продуктов .....	70
4.4. Разработка ингредиентного состава и технологических параметров производства различных видов напитков.....	85
4.4.1. Разработка ингредиентного состава и технологических параметров производства фиточая.....	85
4.4.2. Разработка ингредиентного состава и технологических параметров фитоквасов .....	92
4.4.3. Разработка ингредиентного состава и технологических параметров тонизирующих фитонапитков .....	97
4.4.4. Разработка и изучение товароведных свойств напитка брожения на пивном и квасном сусле с добавлением хвойного экстракта .....	101
<i>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</i> .....	110
<i>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</i> .....	111

***Адрес учредителя:***

ФБГОУ ВО «Амурский государственный университет»  
675027, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 21.

***Адрес редакции и издателя:***

675027, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 21.

***Адрес типографии:***

675000, г. Благовещенск, ул. Мухина, 150а

**Нина Анатольевна Фролова,**

*доцент кафедры БЖД АмГУ, канд. техн. наук;*

**Наталья Викторовна Шкрабтак,**

*профессор кафедры ЭТ и ГУ АмГУ, д-р техн. наук;*

**Юлия Александровна Гужель,**

*зав. кафедрой ХиХТ, канд. техн. наук;*

**Юлия Александровна Праскова,**

*ст. преподаватель кафедры ЭТ и ГУ АмГУ*

**Функциональные продукты питания. Монография.**

---

Изд-во АмГУ. Подписано к печати 30.09.2021. Дата выхода в свет 28.10.2021.  
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 7,21. Тираж 500. Заказ 193. Бесплатно.  
Отпечатано в типографии АмГУ.