И.В. Бобренева

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ

Учебное пособие

Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию в области технологии сырья и продуктов животного происхождения в качестве учебного пособия при подготовке бакалавров и магистров по направлению 260200 «Продукты питания животного происхождения» (профиль «Технология мяса и мясных продуктов»).

ИЦ "Интермедия"

Санкт-Петербург
2012

ББК 51.230
УДК 613.292
Б72

И.В. Бобренева

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ

Учебное пособие

Рецензенты

Н.А. Тихомирова — доктор технических наук, профессор МГУПБ;
О.Н. Красуля — доктор технических наук, профессор МГУТУ.

Б72 **Бобренева И.В.**
Подходы к созданию функциональных продуктов питания: Монография. — СПб.: ИЦ Интермедия, 2012. — 180 с.: ил.

ISBN 978-5-4383-0013-7

Данное учебное пособие подготавливает к решению профессиональных задач в области технологии функциональных продуктов питания. В первой части книги дается представление об основных характеристиках и составляющих функциональных продуктов питания. Во второй части работы описаны подходы, используемые при их создании. В последней, заключительной части, обосновывается использование того или иного сырья, пищевых добавок и методов обработки при создании функциональных продуктов питания.

ISBN 978-5-4383-0013-7

© ООО «Издательский центр “Интермедия”», 2012
© Бобренева, И.В., 2012

Оглавление

Введение 5
Глава 1. Основные характеристики и составляющие функциональных продуктов питания.....8
1.1. Функциональные продукты и их роль в питании человека.....8
1.2. Использование биологически активных добавок в лечебно-профилактических продуктах питания.....26
1.2.1. Использование соевых белков.....36
1.2.2. Использование пищевых волокон.....45
1.2.3. Использование белков микробного происхождения на основе дрожжей.....76
1.2.4. Функциональные продукты питания, применяемые при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, нарушении липидного обмена, заболеваниях нервной системы и для поддержания иммунитета.....82
1.2.5. Использование термопластической экструзии при создании функциональных продуктов питания.....93
1.2.6. Использование поверхностных слоев в продуктах питания.....102
1.2.7. Моделирование и прогнозирование рецептур и технологий при разработке продуктов питания.....108
Глава 2. Разработка научных подходов к созданию функциональных продуктов питания 117
2.1. Подходы к созданию функциональных продуктов питания 117

2.2. Основные аспекты создания
лечебно-профилактических
продуктов питания.....120
2.3. Способы введения функциональных добавок
в лечебно-профилактические продукты питания.....128
2.4. Разработка подходов к созданию
рецептур пищевых продуктов с учетом
взаимодействия компонентов.....135
Глава 3.Обоснование использования сырья,
пищевых добавок и методов обработки при создании
функциональных продуктов питания.....157
3.1. Применение гуммиарабика
в пищевых продуктах питания.....157
3.2. Использование гуммиарабика
в функциональных продуктах питания
на мясной основе.....159
3.3. Использование дрожжевого экстракта
в функциональных продуктах питания 161
3.4. Использование мясного сырья
при разработке экструзионных функциональных
продуктов питания.....162
Заключение.....166
Список литературы.....168

Введение

Питание населения является важнейшей социальной проблемой. Изменение образа и снижение уровня жизни, связанное с меньшими потребностями в энергозатратах и пищи,недостаточным поступлением в организм человека витаминов и минеральных веществ и наряду с этим раздельное употребление пищи и биологически активных веществ, повлекло за собой создание функциональных продуктов питания. В России появление ФПП на рынке значительно опережает знание о них и у медицинской общественности, и у технологов разрабатывающих и выпускающих эти продукты, и тем более у населения. Поэтому возникает необходимость разработки научных подходов, рекомендаций, классификации этого вида продуктов, с учетом требований предъявляемых к ним и имеющемуся опыту по их созданию.

Лечебно-профилактическое питание является одним из направлений функционального питания. Диетическая терапия обязательно согласуется с общим планом лечения, а диетическое и лечебно-профилактическое питание является или основным, или только обязательным лечебным фоном и играет важную роль в профилактике и лечении заболеваний наряду с традиционным медикоментозным лечением. При создании ФПП важная роль отводится таким вопросам, как медико-биологические требования к сырью и продуктам, основе и составным компонентам продукта, БАД, придающим им направленность, процентному содержанию этих добавок, сочетаемости компонентов, условиям приема продуктов и т.д.

Таким образом, разработка методологических подходов и рекомендаций позволит научно обоснованным путем подойти к решению проблемы по созданию ФПП, увеличению их ассортимента и широкому применению их в повседневной практике питания.

Большой теоретический и практический вклад в развитие технологии ФПП сделан отечественными и зарубежными учеными, работающими по направлениям прикладной биотехнологии, биохимии и нутрицевтики: В.Г. Высоцким, М.Н. Волгаревым В.И.Ганиной,А.Ф. Дорониным, Н.К. Журавской, Н.Н., Ю.А. Ивашкиным, А.А. Кочетковой,Кудряшовым Л.С., Н.Н. Липатовым (ст.), Н.Н. Липатовым (мл.),К.С. Ладодо М.А. Манвеловой, Мглинец А.И., Л.Ф. Митасевой, В.М. Позняковским, В.И. Покровским, И.А. Радаевой, И.А. Роговым, Е.И. Титовым, Э.С. Токаевым, В.Б. Толстогузовым, В.А. Тутельяном, Н.А. Тихомировой,В.Д Харитоновым, А.А. Шишкиной, Б.А. Шендеровым, А.М. Уголевым, А.В. Устиновой,Л. Данс, Шронеман Верена, Israel Coldberg, H. Bushkkiel, H.I. Fetter, L.W. Hand и др.

Учитывая возрастающее количество заболеваний, стрессовых факторов, стихийных бедствийодной из наиболее важных проблем является расширение ассортимента и обеспечение населения высококачественными ФПП. В соответствии с рекомендациями диетологов разработка новых продуктов должна быть направлена на снижение калорийности пищи, снижение содержания в продуктах сахара, соли, ХС, обогащения продуктов животными и растительными белками, витаминами, ПВ, микро- и макроэлементами и т.д.

Наряду с обогащением продуктов белками, витаминами, дрожжевыми экстрактами, одним из направлений является обогащение ФПП растворимыми ПВ. Устойчивый недостаток ПВ в суточном рационе современного человека способствовал увеличению заболеваний сахарным диабетом, атеросклерозом, ишемической болезнью сердца, заболеваниями ЖКТ, а также различными злокачественными образованиями. Анализ научных публикаций о роли рПВ в лечении и профилактике гиперлипидемии, нормализации деятельности ЖКТ, позволяет говорить о том, что вопросы клинического обоснования применения гуммиарабикав составе рационов питания больных изучены недостаточно. Отсутствуют данные о разработке ФПП

содержащих ГА, исследования, выявляющие наиболее эффективные дозы ГА в рационах и продуктах ФПП на различных основах, сведения о влиянии ГА в составе рациона питания больных с гиперлипедимией, на показатели липидного обмена и соматический статус больных.

Поэтому создание,на базе разработанной методологии, рецептур и технологий ФПП на различных основах (мясной, растительной) и взаимодополняемых продуктов питания с направленностью на снижение стресса, увеличение пищевой ценности, нормализацию липидного обмена и деятельности ЖКТ, путем обогащения их состава дрожжевым экстрактом, гуммиарабиком, молочнокислыми бактериями, шротом зародышей пшеницы, представляется современным и актуальным.

Глава 1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СОСТАВЛЯЮЩИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

1.1. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ И ИХ РОЛЬ В ПИТАНИИ ЧЕЛОВЕКА

Анализ состояния здоровья населения, проводимый в последние несколько десятилетий ведущими специалистами в области здравоохранения, убедительно свидетельствует о неуклонном росте числа лиц, страдающих или склонных к различным заболеваниям, и, прежде всего к таким, которые получили название «болезни цивилизации». К таким заболеваниям можно отнести:болезни сердечно-сосудистой системы, рак,болезни, связанные с нарушением липидного обмена (повышение холестерина и сахара в крови, увеличение веса); деятельностью желудочно-кишечного тракта, аллергические заболевания,различные заболевания нервной системы и др. По данным экспертов Всемирной организации здравоохранения многие из этих болезней, ведущие к смерти, временной потере трудоспособности или инвалидности,в самом работоспособном возрасте, имеют неуклонную тенденцию к росту. Сердечно-сосудистыми заболеваниями в настоящее время страдают до 40% населения, более 80% имеют функциональные расстройства, ведущие к ним. Злокачественные новообразования, и предраковые состояния отмечаются у 30% взрослого населения, болезни желудочно-кишечного тракта обнаруживаются у более 40% взрослых и детей и т.д.

Не вызывает сомнения тот факт, что питание является одним из важнейших факторов, предопределяющих трофический гомеостаз организма как здорового, так и больного человека. Хорошо известно, что между состоянием питания человека, здоровьем и болезнью существует тесная взаимосвязь. Многочисленными исследованиями установлено, что нарушения питания могут приводить

к различным структурно-функциональным изменениям в организме и, как следствие этого, к нарушению метаболизма, гомеостаза и его адаптационных резервов.

Проблемам функционального питания посвящен целый ряд исследований.

За последние годы, в связи с неблагоприятными воздействиями окружающей среды, возрастающим количеством заболеваний, учащающимся стрессовым состоянием людей, возникает все большая необходимость в создании и применении ФПП.

Исследования и наблюдения убедительно показали, что продукты питания обладают не только питательной ценностью, но и регулируют функции и биохимические реакции организма.

Производство продуктов ФП является актуальной задачей для современной пищевой промышленности. В мировом масштабе идет постоянная работа по созданию новых продуктов ФП, обладающих как широким спектром применения, так и точечной направленностью на конкретный орган, биотип, систему, заболевание. Создание и внедрение в производство ФП — является одним из направлений гуманистической программы питания человека, провозглашенной ООН.

Варьируя основами продуктов в процессе их производства, обогащая их БАД, можно добиться определенной направленности защитных комплексов.

В развитых странах мира таких, как Японии, Англии, США, Германии, Франции и др. реализуются целевые национальные программы по оздоровлению населения путем разработки и организации производства пищевых компонентов, корректирующих биохимический состав продуктов питания массового потребления. Например, в Японии производство функционального питания приобрело стратегическую направленность.

Зарубежный рынок ФПП ежегодно увеличивается, в среднем, на 15–29%. По прогнозам ведущих специалистов мира, в области

питания и медицины, в ближайшие 15–20 лет, доля этих продуктов достигнет более 30% всего продовольственного рынка, вытеснив при этом на 35–50% из сферы реализации многие традиционные лекарственные препараты. В настоящее время 40–60% североамериканцев и японцев, а также около 32% жителей Западной Европы вместо традиционных лекарственных препаратов для укрепления и восстановления здоровья используют биологически активные добавки к пище и функциональные пищевые продукты.

Все продукты питания можно разделить на две большие группы. К первой группе относятся продукты питания общего назначения, ко второй группе — продукты питания функционального назначения.

Термин функциональное питание в научной литературе появился в Японии в 1989 году. В это время получило официальное признание новое научно-прикладное направление, возникшее на стыке медицинской и пищевой биотехнологии. В 1991 году в Японии разработана концепция «пищевые продукты, специально используемые для поддержания здоровья (Food for specified health use- FOSHU — продукты, содержащие бифидобактерии, олигосахариды, пищевые волокна). В 1993 году в США из состава пищевых продуктов была выделена специальная группа пищевых субстанций, употребление которых снижает риск возникновения определенных заболеваний. В 1998 году была установлена связь между 11–ю пищевыми субстанциями и определенными заболеваниями (кальций и остеопороз, насыщенные жирные кислоты, холестерин, жир, пищевые волокна и сердечно-сосудистые заболевания, сахар, алкоголи и другие углеводы и кариес зубов и т.д.

В Швеции в 1985 году разработана концепция о взаимосвязи микрофлоры пищеварительного тракта с различными функциями макроорганизмов (МАС–микроорганизм — ассоциированные характеристики и GAC – характеристики, не связанные с микроорганизмами). Также в Швеции в 1990–1996 годах установлена взаимо-

связь 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 железодефеицитной анемией.

В СССР в 1972 году разработан препарат на основе живых бифидобактерий и установлена его эффективность для профилактики и лечения острых кишечных инфекций. В 1970–1990 годах предложены биопрепараты на основе представителей нормальной кишечной микрофлоры для профилактики и лечения острых и хронических кишечных инфекций, запоров, аллергии, нейродермитов, внутрибольничных инфекций, дисбактериозов различного происхожденитя. В 1989 году в СССР издан приказ Министерства здравоохранения России о производстве кисломолочного бифидумбактерина на всех молочных кухнях России для профилактики инфекционных заболеваний у детей раннего возраста. В настоящее время, в России, разработка ФПП осуществляется в русле концепции государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации.

В Брюсселе, в марте 1999 года, 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.).

Шендеровым Б.А. и Манвеловой М.А (научно-инновационный центр ОАО «Русский йогурт») функциональное питание рассматривается с микробиологической точки зрения. По утверждению авторов пробиотики и ФП, с микробиологической точки зрения, во

многом схожи. Функциональное питание рассматривается как своеобразная форма пробиотиков. Основные группы, по мнению авторов, которые сегодня рассматриваются за рубежом и в нашей стране как категория функционального питания, в принципе входят как в состав пробиотиков, так и в состав продуктов ФП.

Л. Данс (генеральный директор LS Europe) предлагает рассматривать функциональное питание в русле современных аспектов. Нормальная микрофлора выполняет множество функций, ее рас сматривают как экстракарпоральный орган. В связи с этим, в нашем организме существует относительное постоянство видового и количественного состава микрофлоры. Положительными функциями являются пищеварительная, обменная, генетическая. Нормальная микрофлора участвует в формировании нашей резистенции. Природно сложившийся баланс между микробами и макроорганизмами удерживает равновесие иммунной системой. Любое изменение в этом взаимодействии ведет к нарушению баланса сил и сдвигу либо в пользу микробов, либо в пользу макроорганизма, но в любом случае нарушается эобиоз, что ведет к дисбиотическому состоянию организма. Система «микроб–макроорганизм» существует в совершенно определенном пространственно-временном соотношении. На эту систему постоянно воздействуют самые разнообразные факторы эндогенной и экзогенной природы. Эти факторы могут происходить как со стороны микробов, так и макроорганизмов, и могут быть со стороны среды обитания. Со стороны микроорганизма воздействуют: устойчивость к агрессивной среде природных биотопов, способность к микробной инвазии, скорость размножения микробов, микробный антогонизм, массивность и периодичность поступления микробов в наш организм. Со стороны макроорганизма действует следующая группа факторов:

– особенности течения биохимических процессов;

– биологические особенности эпителия и кожных покровов т.е.

естественных механических барьеров, которые стоят на пути микробов;

– особенности иммунореактивности и нейрогуморальной регуляции;

– особенности питания и компонентный состав водно-пищевого рациона.

Со стороны среды обитания характерны такие факторы, как: физические, химические, биологические, социальные. Выделяются прямые и косвенные эффекты действия механизма факторов. К прямому механизму факторов относится:

1. Непосредственное прямое антимикробное действие, токсическое действие на микробы;

2. Изменение характера питания, водного рациона и микроэлементного состава пищи;

3. Прием лекарственных препаратов с выраженным, и может быть не явным, но все-таки антимикробным действием.

К косвенному механизму факторов относится:

1. Изменение метаболических процессов в микроорганизме;

2. Изменение тканевой кинетики;

3. Модификация иммунореактивности макроорганизма самыми разнообразными формами, начиная от пищевых добавок и кончая лекарственными препаратами, изменение микробного микроокружения, потому что от этого будет зависеть и микробный антагонизм.

Согласно определению Шюнеман Верена из научного журнала «Немецкая молочная промышленность» под функциональным питанием следует понимать пищу, которая целенаправленно отвечает питательно- изиологическим требованиям специфических групп населения (например, дети, взрослые, пожилые люди, этнические группы, у которых наблюдается неусвояемость пищи, вызванная недостатком ферментов), таким образом, под функциональным пи-

танием предполагается подразумевать следующие продукты питания:

– продукты питания с дополнительными функциями;

– продукты питания с полезными питательно-физиологическими характеристиками.

Наиболее часто употребляется следующая направленность ФП:

– укрепление здоровья;

– способствуют перевариванию;

– высокое содержание балластных веществ;

– оздоровление кишечной микрофлоры;

– поддержание естественного равновесия в организме;

– активизируют аутогенные силы сопротивления организма и положительно влияют на хорошее самочувствие. (поддержание здоровья осуществляется с помощью пре-, при- или синбиотических добавок).

Основные подходы к определению функционального питания отвечают трем признакам:

1. Составлять часть каждодневного рациона;

2. Компоненты должны быть натуральными (природного происхождения);

3. Наряду с пищевой полноценностью должны способствовать регулированию какой-либо функции организма.

Israel Coldberg предложил функциональность продуктов определять 12 классами компонентов, к которым относятся: пищевые волокна; олигосахариды; полиненасыщенные жирные кислоты; аминокислоты, пептиды, протеиды, белковые гидролизаты; гликозиды; алкалоиды; изопрены, витамины; холины; молочнокислые бактерии; минеральные вещества; антиоксиданты; нутрицевтики.

Министерство здравоохранения Японии расширило перечень продуктов, относящихся к категории функционального питания и определило перечень функциональных ингредиентов, входящих в ФПП 14 основными категориями: пищевые волокна; олигосахари-

ды; сахороспирты; аминокислоты, пептиды, протеины; гликозиды; спирты; органические кислоты; изопрены, витамины; холины; бифидобактерии и другие молочнокислые бактерии; минералы; полиненасыщенные жирные кислоты и другие антиоксиданты; цитамины; фитопрепараты, растительные инзимы и др.

Концепция ФП в Европе начала развиваться лишь с середины 90–х годов. В 1995–1998 годах был разработан итоговый документ, получивший название «Научная концепция функциональных продуктов питания в Европе» (Scientific Concepts of Functions Food in Europe). В этом документе представлено обобщенное мнение европейских специалистов по проблеме функционального питания, включая терминологические, технологические аспекты, перспективы развития этой области пищевой индустрии и т.д.

Существует несколько определений понятия функционального питания. Это определение:

– в законе ЕС о пищевых продуктах;

– данное Israel Coldberg, (1994),

– принятое на научной конференции «Функциональные продукты методологические, технологические и трофологические аспекты производства», Москва, 2001 г., ВНИИ мясной промышленности им. В.М. Горбатова;

– определение, предложенное, «согласно мнению большинства зарубежных и отечественных исследователей», группой авторского коллектива во главе с профессором Тужилкиным В.И. (МГУПП) и др.

В законе ЕС о пищевых продуктах дано следующее определение функциональному питанию: «Функциональные пищевые продукты любой модифицированный пищевой продукт или пищевой ингредиент, который может оказывать благотворное влияние на здоровье человека помимо влияния традиционных питательных веществ, которые он содержит».

Определение, данное Israel Coldberg и принятое на научной конференции «Функциональные продукты методологические, тех-

нологические и трофологические аспекты производства» (Москва, 2001 г.) схожи между собой и определяют функциональный продукт «как продукт, представляющий собой продукт (а не капсулы, таблетки или порошки), полученный из природных ингредиентов. Может и должен входить в каждодневный рацион питания человека. При употреблении регулирует определенные процессы в организме, например, стимулирует активность иммунных реакций, предотвращает развитие определенных заболеваний, контролирует физические процессы в организме и т.п.».

Ученые, занимающиеся проблемами функционального питания в Московском государственном университете пищевых производств (Доронин А.Ф., Кочеткова А.А., Шендеров Б.А., Нечаев А.П. и др.) во главе с проф. Тужилкиным В.И. под термином функциональное питание предлагают понимать «такие пищевые продукты, которые предназначены для систематического (регулярного) употребления в составе обычных пищевых рационов всеми группами здорового населения, полезные для здоровья, т.е. сохраняющие и улучшающие его состояние, снижающие риск развития связанных с питанием (алиментарных) заболеваний, за счет наличия в их составе пищевых функциональных ингредиентов, обладающих способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, метаболических и \или поведенческих реакций организма человека.

С учетом этого определения авторы предлагают выделить три основные категории пищевых продуктов, состав и свойства которых «позволяют позиционировать их как функциональные»:

1. Традиционные продукты, содержащие в нативном виде значительные количества физиологически активных макро- и микронутриентов;

2. Традиционные продукты, в которых технологически понижено содержание вредных для здоровья компонентов;

3. Традиционные продукты, дополнительно обогащенные функциональными ингредиентами путем введения в продукт препаратов БАД.

В 2005 году опубликован национальный стандарт РФ. В ГОСТ Р 52349–2005 Продукты пищевые «Продукты пищевые функциональные» Термины и определения. В ГОСТе даны определения функциональному пищевому продукту, пробиотическому пищевому продукту, пробиотику, пребиотику и симбиотику. Согласно вышеупомянутому ГОСТу функциональный пищевой продукт это пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых 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.

В настоящее время при разработке ФПП в основном, используется обогащения продуктов питания БАД. Принято, что пищевой продукт может быть отнесен к разряду функциональных, если содержание в нем функционального ингредиента составляет 10–50% (в среднем 30%) от суточной потребности.

Исходя из определения, к ФП питания относятся продукты с заданными свойствами. Эти свойства или направленность задается в зависимости от цели их применения. К ФП питания могут относится диетические, лечебно-профилактические, геродиетические продукты питания, продукты питания для детей спортсменов, космонавтов, людей работающих в экстремальных условиях и т.д.

К диетическому, профилактическому питанию или диетотерапии относятся продукты питания, применяемые при различных заболеваниях, которые в комплексе с лечебными мероприятиями способствуют восстановлению жизненных функций организма больного. Продукты, входящие в диеты, составляют суточный пищевой рацион с конкретным лечебным назначением. Каждая диета

(или разработанный продукт) имеет свою калорийность, химический состав, (т.е., определенное количество и соотношение белков, жиров, углеводов, воды и т.д.) с соответствующей температурой пищи, распорядком питания (режимом), набором разрешенных продуктов.

Диетотерапия как метод лечения имеет свои задачи, к которым относятся:

1. Повышение эффективности лечебных мероприятий;

2. Устранение или ослабление побочных действий медикаментозных средств;

3. Облегчение и разгрузка функции поврежденных органов и систем.

4. Восстановление и улучшение всех видов обмена веществ (белкового, жирового, углеводного, минерального);

5.Нормализация функций сердечно-сосудистой и центральной нервной системы, желудочно-кишечного тракта, печени, поджелудочной железы, почек, органов дыхания.

В терапевтической и хирургической практике применяются оральные, энтеральные и парентеральные (внутривенные) продукты питания.

Болезни, травмы и хирургические вмешательства без соответствующей алиментарной коррекции, как правило, приводят к ухудшению пищевого статуса организма человека, степень выраженности которого зависит от тяжести патологии и длительности ее течения. Нарушения в организме появляются в виде белковой, энергетической и витаминной недостаточности или их комбинаций. Эти обстоятельства предопределили необходимость разработки специализированных продуктов питания.

Выбор подходящей системы питания (энтеральное, парентеральное) зависит от симптомов болезни, а также физических, экономических и других условий. В большинстве случаев отдается предпочтение энтеральному питанию. Это объясняется тем, что при

различных заболеваниях и стрессовых состояниях, функция желудочно-кишечного тракта сохраняется полностью или частично. Попадание нутриентов через систему воротной вены в печень более физиологично поддерживает синтез белка и регуляцию обмена веществ в висцеральных органах, и особенно в печени: биохимические процессы, например, трансаминирование, протекают только в кишечнике, что исключается при парентеральном питании. Парентеральный путь алиментации приводит к повышению объема циркулирующей крови, и соответственно, к увеличению нагрузки на сердце, что сопровождается расходом энергии.

Энтеральный способ питания не всегда требует хирургического вмешательства, отличается простотой и доступен не только в условиях медицинских учреждений, но и в домашних и полевых. В нашей стране и за рубежом разработан и выпускается достаточно широкий ассортимент продуктов энтерального питания и пищевых модулей с различным химическим составом и подбором компонентов, энергетической, пищевой и биологической ценностью, направленной специализацией и т.д., которые обеспечивают поддержание и реабилитацию пищевого статуса больных.

Разработанные требования к энтеральному и парэнтеральному питанию включают следующие положения:

– Сбалансированный полноценный состав и относительно легкая переваримость и всасываемость в условиях нередко нарушенного пищеварения;

– Оптимальное соотношение калорийности питательной смеси и содержащегося в ней азота (на 1 г азата–120–180 небелковых ккал);

– Достаточная энергетическая плотность питательной смеси, эквивалентная 1 ккал \ мл;

– Наличие в питательной смеси всех необходимых для жизнеобеспечения нутриентов, позволяющих использовать ее как кратковременно, так и длительно;

– Содержание минимума лактозы и органиченного количества жира (для начальных этапов энтерального питания);

– Наличие низкой осмотичности питательной смеси (280-340 мосмоль\кг) и достаточно низкой вязкости;

– Относительно слабый запах и бактериальная безопасность;

– Низкая коммерческая стоимость.

Производство специализированных лечебных продуктов для орального и зондового питания за рубежом приобрело широкие масштабы. Ведущими фирмами в этой области являются Ross Laboratories, Meat Johnson, Sandos Nutrition, (США) Pfrimmer und Co, B. Braun,(ФРГ) Morisita Pharmacentical Co (Япония) и др., которые в промышленных масштабах производят как жидкие стерилизованные, так и сухие продукты и модули. Продукты отличаются друг от друга главным образом, источниками, типами и формами белков, жиров и углеводов, входящих в их состав. Препараты употребляют в качестве основного питания и добавок.

Различаются препараты по следующим направлениям:

1. Нарушение функций ЖКТ;

2. Лактозная недостаточность;

3. Заболевание сахарным диабетом;

4. Для удовлетворения потребности больных в белке и других пищевых веществах, при обычных уровнях энергетической потребности в пределах 2000–3000 ккал в день.

Смеси употребляют при параличе, онкологических заболеваниях, анорексии у пожилых людей, воспалениях кишечника, белковой недостаточности, хирургических вмешательствах в челюстно-лицевой, черепной и шейной областях, а также до и после операций.

В нашей стране на базе МГУПБ созданы сбалансированные продукты питания «Оволакт» и «Композит» широко применявшиеся в диетах больниц и госпиталях. Для больных с обширными операциями, ожогами, травмами разработаны продукты «ЭнергопласТ-ЭН», «Гепэнцефамин» (для больных с циррозом печени). Для боль-

ных с почечной недостаточностью продукт «НефросТЭН» и диабетические продукты и ряд других продуктов.

К детским продуктам питания относятся продукты питания для грудных детей, детей дошкольного возраста и детей школьного возраста. Разработаны адаптированные продукты для детей раннего возраста, для вскармливания недоношенных детей, продукты для прикорма. Продукты для прикорма созданы в соответствии с потребностями организма в различных ингредиентах питания, рассчитаны на оптимальное их усвоение, адекватное взаимодействие между составными частями пищи и их наибольшую метаболическую эффективность.

Одной из важных проблем детского питания является разработка жидких и сухих диетических продуктов для детей с заболеваниями органов пищеварения, наследственными нарушениями обмена веществ, страдающих пищевой аллергией. Создан ряд специальных диетических молочных продуктов: ацидофильная смесь «Малютка», «Бифидолакт», «Бифилин»,и др. содержащие бифидобактерии, безлактозные и низколактозные смеси, приближенные по составу к женскому или коровьему молоку, но не содержащие лактозы.

Ассортимент молочных продуктов детского и диетического питания для здоровых и больных детей строго определен (сухие, жидкие продукты, пастообразные продукты, каши молочные, творог, кефир и т.д.) При искусственном и смешанном вскармливании в нашей стране используются адаптированные кисломолочные продукты.

Особое место среди продуктов для детского питания занимают продукты, изготовленные на мясной основе. Основным сырьем при производстве мясных продуктов для детей являются говядина высшего и первого сортов, свинина и субпродукты (говяжья печень). Технология производства консервов для детского питания базируется на щадящих методах обработки. Ассортимент продуктов для детского питания разнообразен, значительную долю в нем занима-

ют консервы. Выпускаемые консервы могут непосредственно употребляться в пищу или же использоваться в качестве полуфабрикатов для приготовления диетических блюд. Преимущества их, по сравнению с питательными смесями, в сохранении относительно нативного состояния основных компонентов, меньшей степени денатурации пищевых веществ и часто в более высоких вкусовых качествах.

Вырабатываются быстрозамороженные и готовые к употреблению блюда, полуфабрикаты, отличающиеся повышенной пищевой ценностью для питания школьников.

Большое место занимают продукты питания на зерномолочной основе, мучные кондитерские изделия. Разработаны рационы школьного питания с использованием 1500 наименований продуктов, в основном адаптированных к потребностям детского организма. Широко практикуется использование фруктовых и злаковых культур в рецептурах мясных рубленых полуфабрикатов, введение в продукты белковых, витаминных и минеральных компонентов.

К геродиетическим продуктам питания относятся продукты для пожилых, престарелых и долгожителей.

Питание для этой группы людей должно быть направлено, в первую очередь, на снижение калорийности пищи за счет уменьшения ее жирности, уровня холестерина, сахара, соли, обогащения продуктов питания животными белками, витаминами, микроэлементами, пищевыми волокнами. Непременным условием долголетия, сохранения здоровья, трудоспособности бодрости является правильное питание. В пожилом и старческом возрасте оно должно соответствовать потребностям организма в основных пищевых веществах и энергии, предупреждать развитие преждевременного старения. Для решения ряда вышеизложенных задач была создана долгосрочная Всесоюзная программа «Продление жизни, разработанная научно-исследовательскими учреждениями страны при координирующем руководстве Института геронтологии РАМН.

К числу основных принципов геродиетики, проф. Покровский А. А. относит энергетическую сбалансированность питания с физическими энергозатратами, антиатеросклеротическую направленность пищевого рациона, максимальное разнообразие питания и его сбалансированность по основным незаменимым факторам: обеспечение питания веществами, стимулирующими активность ферментных систем, использование пищевых продуктов и блюд, обладающих достаточно легкой ферментной атакуемостью (63, 65,191, 467).

В питании пожилых людей белки должны быть представлены в достаточном количестве, но несколько меньшем, чем для лиц молодого и среднего возраста (57). Важное значение придается жирам. Специалисты института геронтологии АМН России считают, что оптимальная норма жиров в суточном пищевом рационе должна составлять около 1 г на 1 кг массы тела, а энергетическая ценность жира не должна превышать 25% общей суточной калорийности. В России суточная потребность в жирах для пожилых и старых людей установлена от 76 до 85 г.

В последние годы в геродиетике все больше внимания уделяется жирнокислотному составу пищевых жиров. По физиологическим нормам сбалансированного питания соотношение НЖК: МНЖК: ПНЖК для взрослого человека составляет 0,3: 0,6: 0,1. Учитывая то, что потребность в жирах у пожилых и престарелых имеет специфические особенности, необходимо, в частности, увеличить количество растительного жира по сравнению с животным, чтобы достичь определенного соотношения жирных кислот.(64, 131).

Большое место в пище человека занимают углеводы. Для снижения уровня углеводов в питании пожилых людей необходимо, чтобы в организме они были преимущественно источником энергии для мышечной работы. Избыток легко усвояемых углеводов, особенно сахарозы, неблагоприятно сказывается также на состоянии и функциях полезной кишечной микрофлоры. В пожилом воз-

расте в общем ограничении углеводов особенного ограничения требуют легкоусвояемые углеводы — сахар и сладкие продукты. Основная потребность в углеводах в пожилом возрасте должна удовлетворяться за счет крахмала. Сбалансированность минеральных веществ в питании лиц пожилого возраста и старых необходима не в меньшей степени, чем в зрелом и среднем возрасте.

Особое внимание уделяется вопросу о витаминной обеспеченности стареющего организма. Лицам пожилого возраста следует избегать потребления трудноперевариимых животных жиров, особенно бараньего. Мясо следует использовать только нежирных сортов. Рекомендуется ограничивать и количество сливочного масла.

В России созданы такие геродиетические продукты как «Геролакт», «Космол», молочные напитки с повышенным содержанием солей кальция и специальной закваски, безалкогольный напиток «Родничок» и «Белин» и др. Разработаны низкокалорийные мясные продукты с высокой биологической ценностью. В эти продукты вводятся белковые компоненты животного (мясо, субпродукты, кровь, белки крови, молоко и молочные продукты) и растительного (соевые белки и др.), происхождения. Используется при разработке продуктов также введение овощей (морковь, тыква, капуста, кабачки и др.), фруктов (яблоки, и др.), являющихся источниками витаминов, минеральных солей и содержащие вещества, способствующие пищеварению (целлюлоза, метилцеллюлоза, лигнин, пектин), органические кислоты.

В соответствии с рекомендациями диетологов, при разработке новых видов лечебно-профилактических продуктов, в первую очередь, они должны быть направлены на снижение калорийности, а также холестерина, сахара, соли, обогащения белками, витаминами, микро-, макроэлементами, пищевыми волокнами, молочнокислыми бактериями.

Мясная, молочная, пищеконцентратная промышленности имеют большие возможности для увеличения объемов производства

продуктов функционального питания: профилактического, диетического, лечебного питания, для освоения производства лечебно-профилактического питания, предназначенных для больных людей и людей, придерживающихся диеты и т.д.

Во многом это связано с наличием в этих отраслях больших резервов белкового сырья : крови, плазмы и сыворотки крови, казеинатов, копреципитатов, белков молочной сыворотки, яичных белков, шротов зародышей злаков и других видов сырья, обладающего высокой биологической ценностью, позволяющей сбалансировать амино- и жирнокислотный состав и регулировать энергетическую ценность, а также учитывать специфику метаболизма макропитательных веществ.

При разработке ФПП, важно соблюдать энергетическую сбалансированность питания с фактическими энергозатратами; антиатеросклеротическую направленность пищевого рациона; максимальное разнообразие питания и сбалансированность его по основным незаменимым факторам; оптимальное обеспечение питания веществами, стимулирующими активность ферментных систем; использование пищевых продуктов и блюд, обладающих достаточно легкой ферментной атакуемостью.

В последнее время в питании широко используются рафинированные продукты, очищенные от природных биологически активных веществ, однако отмечено, что замена сложных природных комплексов чистыми углеводами или жирами, лишенными пищевых волокон и биологически активных соединений, оказывает неблагоприятное влияние на организм.

По утверждению ученых, пищевой рацион человека должен содержать более шестисот 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.

1.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК В ЛЕЧЕБНО–ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

В состав полноценного рациона питания человека должны входить питательные вещества пяти классов, и нормальная жизнедеятельность человека зависит от процентного соотношения белков, жиров и углеводов, а также микрокомпонентов пищи – витаминов и минеральных веществ. Оптимальным в рационе питания практически здорового человека является соотношение белков, жиров и углеводов близкое к 1: 1,2: 4, что наиболее благоприятно для максимального удовлетворения как пластических, так и энергетических потребностей организма. Белки в большинстве случаев должны составлять 12–14%, жиры – 30–35% общей калорийности.

Поступающие с пищей белки выполняют три основные функции. Во-первых, они служат источником незаменимых и заменимых аминокислот, которые используются в качестве строительных блоков в ходе биосинтеза белка, обеспечивая постоянное возобновление и круговорот белков. Во-вторых, аминокислоты белков служат предшественниками гормонов, порфиринов и многих других биомолекул. И в третьих, окисление углеводного скелета аминокислот вносит хотя и небольшой, но важный вклад в ежедневный суммарный расход энергии. Углеводы являются наиболее распространенными питательными веществами, в результате их окисления в организме человека образуется основная часть энергии, кроме того, они являются предшественниками в биосинтезе многих компонентов клеток. Углеводная часть рациона человека состоит преимущественно из крахмала, но включает также целлюлозу, гемицеллюлозу, пектин, ди- и моносахариды. Рекомендуемое содержание ди- и моносахаридов должно составлять не более 50– 100 г в сутки.

Жиры животного и растительного происхождения играют роль одного из основных источников энергии, так как служат источником углестероидов. Особо важное значение имеют растительные жиры, так как они содержат в большом количестве полиненасыщенные жирные кислоты, а также фосфолипиды, необходимые для обновления клеток и внутриклеточных структур. Растительные жиры должны составлять в рационе не менее 30% от общего поступления жиров. Как свидетельствует мировая статистика, доля жиров в питании населения высокоразвитых стран постоянно увеличивается. Это объясняется их высокой энергетической ценностью и вкусовыми качествами. Однако повышенное содержание жиров, особенно насыщенных животного происхождения, способствует развитию таких заболеваний, как атеросклероз и ишемическая болезнь сердца. Оптимальным считается суточное поступление жирных кислот в следующем соотношении: насыщенных – 30% , мононенасыщенных – 60% , полиненасыщенных – 10% . Углеводы, жиры, белки являются основными или макропитательными веществами, их ежедневное потребление зависит от веса, возраста и пола человека и измеряется в граммах.

Витамины являются органическими микропитательными веществав том числе к инфекциям, воздействию малых доз химических веществ, ионизирующей радиации, полю ультравысоких частот.

Биологическая роль минеральных веществ в организме человека многообразна и определяется в основном их участием в пластических процессах и построении тканей организма, особенно костной ткани, где фосфор и кальций являются основными структурными компонентами, в поддержании кислотно-щелочного равновесия и нормального солевого состава крови, в нормализации водно-солевого обмена. Человек должен получать с пищей более 40 различных незаменимых веществ: 10 аминокислот, 13 витаминов, 20 или более неорганических элементов, обычно в виде растворимых солей, и

одну или несколько полиненасыщенных жирных кислот. К этим веществам следует также отнести и клетчатку, состоящую в основном, из целлюлозы и других неперевариваемых полимеров клеточных стенок растений. Клетчатка, хотя и не переваривается и, следовательно, не участвует в метаболизме, необходима для правильной перистальтики кишечника. Пищевые волокна, не расщепляясь под действием ферментов желудочно-кишечного тракта до мономеров и не участвуя в обмене веществ, выполняют в процессах пищеварения важные физиологические функции. Такая особенность человеческого организма предопределена его многовековым эволюционным ходом развития. Отсутствие рафинированной пищи на ранних этапах жизни человека приспособило его пищеварительную систему к потреблению балластных веществ, органически включив их в общую структуру процессов ассимиляции пищевых компонентов. Наличие пищевых волокон в рационе питания позволяет поддерживать в «рабочем» состоянии ферментную, бактериальную, иммунную и многие жизненно важные системы организма, а отсутствие их с течением времени приводит к появлению ряда патологий.

Многочисленные исследования убедительно доказывают главенствующую роль питания в профилактике ряда заболеваний и поддержании жизнеспособности и здоровья населения. Сложные методы физиологических исследований подтвердили роль микроэлементов в субмолекулярных процессах, обуславливающих правильное течение реакции окисления в ядре клеток млекопитающих. Открыты также явления, объясняющие несомненную связь между бесконтрольным буйным раковым развитием клеточной плазмы и правильно функционирующими процессами окисления, которые и зависят от присутствия определенных микроэлементов, витаминов и других биологически активных соединений в ежедневной диете.

Витамины в организме не синтезируются, поэтому должны поступать с пищей в качестве ее необходимого компонента. Отсутствие или недостаток в организме витаминов вызывает гиповита-

минозы и авитаминозы. Дефицит витаминов в пище приводит к нарушению метаболизма белков, углеводов, жиров, ферментообразования. Вопрос о витаминной обеспеченности занимает особое место в диетологии. Потребность человека в витаминах зависит от его возраста, состояния здоровья, условий жизни, характера деятельности, времени года, содержания основных компонентов питания.

В условиях действия экстремальных факторов (повышенные физические нагрузки, нервно-эмоциональные напряжения, изменение экологических параметров) усиливается катаболизм витаминов в организме и повышается потребность в них человека. Резко возрастает потребность в витаминах при повышенных и пониженных температурах окружающей среды, воздействии токсичных веществ и радиации (Еремов В.В., 1969, 1981; Спиричев В.Б. и др., 1987; Воробьева Н.М. и др., 1981).

Витамины, занимая ключевые позиции в клеточном и тканевом метаболизме, оказывают существенное влияние на функциональное состояние многих физиологических систем, на реактивность организма, его защитные механизмы (Петровский К.С., 1975).

Основная роль в снабжении организма человека витаминами принадлежит продуктам питания, а профилактика обеспеченности витаминами традиционно сводится к обогащению рациона свежими овощами и фруктами. Однако они являются лишь источниками аскорбиновой и фолиевой кислот, каротиноидов; мясные и молочные продукты — источниками витаминов групп: А, В и Е. В последние годы большое внимание уделяется вопросам ревитаминизации, обогащению пищевых продуктов витаминами, предотвращению их окисления в пищевой промышленности. Витаминизация продуктов, в том числе и мясных, обуславливает не только повышение их витаминной ценности, но и улучшает качественные показатели готовой продукции.

Отмечается особая роль витамина А и его предшественников (каратиноидов) в организме в профилактике онкологических заболеваний.

Нашло в практике широкое применение обогащение продуктов минеральными веществами. Минеральные вещества не обладают энергетической ценностью, как белки, жиры и углеводы, однако без них жизнь человека невозможна. Необходимые для нормального питания неорганические вещества можно разделить на две группы: макроэлементы (Ca, P, Mg, Na, K, Cl, S), содержащиеся в пище в относительно больших количествах, и микроэлементы (Fe, Zn, Cu, I, F), концентрации которых невелики. Неорганические вещества выполняют различные функции: они используются как структурные компоненты костей и зубов, как электролиты при поддержании водно-солевого баланса крови и тканей, а также как простетические группы ферментов.

Петрушевский В.В. , Казаков А.Л. , Бануюкова В.А. и др. установили, что характер питания может в определенной степени влиять на сдвиги кислотно-щелочного равновесия. Высокое содержание в продуктах кальция, натрия и лития определяют их щелочную ориентацию (бобовые, овощи, фрукты, ягоды, молоко и молочные продукты). Источником кислых компонентов являются мясные и рыбные продукты, яйца, хлеб, крупы, мука, брусника, содержащие в значительных количествах серу, фтор, хлор. Общее содержание минеральных веществ составляет 3– 5% массы тела. Содержание их в продуктах невелико и составляет 0,03–1,9%.

Наряду с витаминами и минеральными веществами в рацион питания обязательно должны входить пищевые волокна, прежде всего растительные, такие как пектин и клетчатка. Растительные волокна улучшают моторную функцию желудочно-кишечного тракта, способствуют ликвидации застойных явлений в кишечнике (123).

К биологически активным веществам, входящим в состав пищевых продуктов, относят также нуклеиновые кислоты и пурины, флавоноиды, органические кислоты, ферменты.

В ведущих странах мира большое внимание уделяют расширению ассортимента и производству продуктов питания, обогащенных белками, минеральными веществами, витаминами и пищевыми волокнами. Это низкокалорийные продукты с пониженным содержанием насыщенных жирных кислот, холестерина, хлористого натрия, с увеличенным количеством диетической клетчатки. Эти продукты удовлетворяют требованиям рационального питания, его лечебно-профилактической направленности. Диетические и лечебно-профилактические продукты предназначены выполнять определенную роль в аспекте физиологии питания, увеличивая поступление определенных питательных компонентов и биологически активных веществ.

Среди диетических и лечебно-профилактических продуктов особое место отводится мясным и молочным продуктам, а также хлебобулочным и пищеконцентратам. При разработке мясных диетических и лечебно-профилактических продуктов используются такие компоненты как овощные наполнители (овощная мезга, овощные добавки, смесь сырых овощей — морковь, картофель, свекла, капуста), сырые рис и пшено, сыры различных сортов и сочетаний, молотое семя укропа, соевый белок, гранулированный соевый изолят, пшеничная клейковина и отруби, модифицированные зерновые наполнители, сухая кровь, фрукты, перец, кабачки, баклажаны, заменитель поваренной соли (реди-соль). При этом разработаны продукты такие как: мясные рубленые изделия, колбасы «Здоровье», паштет «Харьковский», голубцы-полуфабрикаты, полуфабрикаты (мозги со свеклой, морковью, капустой, смесью овощей), котлеты мясорастительные, замороженные мясо-картофельные пельмени, национальная болгарская колбаса «Наденица», рулет из мяса гусят, консервы, колбасы с добавлением пшеничных отрубей, колбасные изделия с пони-

женным содержанием жира, диетические продукты из мяса птицы, обогащенные белком, низкожирные мясные продукты и колбасные изделия, продукты с пониженным содержанием соли и т.д.

Существует ряд заболеваний: болезни почек, печени, диабет, повышенная аллергенность организма, ожирение и ряд других, которые требуют разработки специальных продуктов питания. Это диетические молочные продукты для детей, страдающих аллергией, хлебные изделия — безклейковинный хлеб для больных целиакией, консервы для детского и диетического питания, диетический желейный кондитерский продукт с повышенным содержанием белка, напитки, обогащенные железом, диетический заменитель соли, обогащенный калием, применяемый при гипертонии, состав для увеличения содержания железа в пищевых продуктах, диетический продукт с пониженным содержанием фенилаланина для страдающих фенилкетонурией, диетические питательные смеси для больных с почечной недостаточностью, пищевой продукт предотвращающий ожирение, оральные питательные и диетические препараты, продукты, подавляющие чувство голода и многие другие продукты питания.

За последние годы разработан ряд лечебных продуктов для лечения остеопороза, нарушения обмена веществ, продуктов обладающих противогрибковым и антибактериальным воздействием, для легочных больных, для снятия стресса, хронической почечной недостаточности, продукты для лечения и профилактики диареи, фенилкетонурии.

В настоящее время ряд отечественных научно-исследовательских организаций занимается вопросами создания научно обоснованных рецептур и технологий производства функциональных продуктов питания.

Анализ путей развития профилактического и лечебного питания позволяет увидеть, насколько за последнее время возросло ко-

личество разработок продуктов, направленных на профилактику и лечение различных заболеваний.

Решение задач по разработке продуктов в этом направлении во многом зависит от изыскания новых нетрадиционных видов сырья, более полного использования с/х продукции и производственных отходов.

Для организации лечебно-профилактического питания применяется различный ассортимент продуктов (от напитков до мясных консервов).

Современные представления о лечебном и профилактическом питании при различных заболеваниях и нарушениях расширились новыми понятиями и представлениями о продуктах и пищевых добавках, обладающих направленными, стимулирующими, радиопротекторными, антиоксидантными и общеукрепляющими свойствами. Известно, что при разработке продуктов лечебно-профилактического питания используются добавки растительного и животного происхождения, плодово-ягодные, овощные, микроэлементы, витамины, белки, пищевые волокна, дрожжи.

В соответствии с рекомендациями Института питания РАМН и ВИЛАР имеется перечень лекарственных растений, рекомендованных для профилактики и лечения различных заболеваний детей: сердечно-сосудистой системы, крови, органов дыхания, центральной и периферической нервной системы, желудочно-кишечного тракта, нарушений обмена веществ и др.

За рубежом в качестве лечебно-профилактического средства, а также в качестве активных компонентов препаратов, нормализирующих функции печени, желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой и иммунной систем, процессов памяти и восприятия, широко используются фосфолипиды сои.

Так, для профилактики гастрита с нормальной секрецией в состав лечебных добавок входят отвары (в определенной пропорции) из почек березы, соцветия бессмертника песчаного, календулы ле-

карственной, семян льна посевного, листьев мать и мачехи, корней оконника лекарственного, подорожника большого, шишек хмеля обыкновенного, листьев эвкалипта.

Профилактической направленностью обладают продукты, содержащие в своем составе:

1. плодово-ягодные и овощные добавки — выжимки сортов винограда (радиопротекторное действие), красная рябина (обогащение каротином и витамином С, морковь (радиозащитные свойства), яблочный порошок, пектин, простые эфиры целлюлозы, сорта оранжевых томатов и мускатной тыквы (радиопротекторное действие).

2. Добавки в виде микроэлементов, витаминов и антиоксидантов (повышение адаптации и резистентности организма к стрессам, гипоксии, гипероксии и т.д.).

3.Белковые добавки растительного и животного происхождения (коррекция метаболических нарушений, снижение интоксикации, профилактика анемии).

4. Добавки с содержанием микрофлоры и дрожжей — настойка чайного гриба, дрожжевые экстракты пекарских дрожжей, молочные закваски и т.д. (антибактериальная активность — особое значение для людей, страдающих желудочно-кишечными заболеваниями; профилактика онкологических заболеваний, антистрессорное действие, повышение активности иммунной системы).

5.Пищевые волокна — пшеничные отруби, концентраты пищевых волокон, метилцеллюлоза, пектин (стимуляция деятельности кишечника, вывод из организма солей тяжелых металлов, профилактическое питание для людей, проживающих в зонах повышенной радиации).

Для организации лечебно-профилактического питания для детей и взрослых применяется различный ассортимент продуктов. К нему относятся драже, мармеладные изделия, консервы (овощные и мясные), макаронные изделия, кексы, изделия из бисквитно-

го теста, пюре, овощные, напитки, хлеба и многие другие продукты.

Намечена тенденция замены дорогостоящего и труднодоступного сырья, расширения ассортимента продуктов энтерального питания, создания функциональных продуктов со специфическим питательным и физиологическим воздействием для использования, как в терапевтической, так и в хирургической практике. Большое внимание привлекают разработки продуктов, содержащих в своем составе микроэлементы, белки, витамины, микрофлору, дрожжи и, в особенности, пищевые волокна. Для введения в организм пищевых волокон предлагаются пищевые составы и добавки, а также разработан широкий ассортимент продуктов с содержанием пищевых волокон: крупяные изделия, напитки и пищевые продукты, закусочные палочки, хлеб, диетические пасты, продукты из зерна. Разработаны продукты, изготовляемые экструзионным способом, с применением пищевых волокон.

В основном, отмечается использование пищевых волокон растительного происхождения (зерновых). Возрастающий интерес отмечен к использованию таких пищевых волокон, как каррагинаны и гуммиарабики. Применение пищевых волокон направлено на снижение уровня холестерина в крови, профилактику и лечение диабета, а также нарушений функций желудочно-кишечного тракта.

Наряду с этим, учитывая инновационную политику в реализации технологий функциональных продуктов питания, ставятся задачи по разработке продуктов, оказывающих позитивное воздействие на метаболизм различных субстратов (сохранение энергетического баланса, поддержание массы тела, уровня глюкозы, инсулина и триацилглицеринов в крови и др.), а именно:

– защиту против соединений, обладающих оксидантной активностью;

– позитивное воздействие на сердечно-сосудистую систему;

– позитивное воздействие на физиологию желудочно-кишечного тракта;

– позитивное воздействие на состояние кишечной микрофлоры;

– физиологическое воздействие на состояние иммунной системы.

1.2.1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЕВЫХ БЕЛКОВ

Использование соевых белков нашло широкое применение за рубежом и в нашей стране, их свойства и направленность хорошо изучены. Соевые белковые продукты завоевывают признание как полезные и рентабельные ингредиенты в производстве традиционных продуктов питания, а также в создании новых видов пищи. Они разработаны для повышения питательной ценности продуктов и могут быть использованы как частичный или полный заменитель традиционных мясных, молочных и яичных белков. Благодаря своим функциональным свойствам они могут дополнять или улучшать питательные и органолептические качества готовой продукции, а также снижать стоимость ее производства.

Белки сои принадлежат к так называемым полноценным белкам, самым ценным среди белков растительного происхождения. По отношению к белкам мяса они содержат несколько меньше тиоаминокислот (метионина и цистина), их биологическая ценность составляет 68–70, у белка мяса — 80–83, а в яйце — 100. Углеводы (содержащиеся в мясе в следах) некоторых соевых продуктов, например, соевой муки, текстуратов, концентратов в общем состоят из сложных сахаров (полисахаридов и одигосахаридов около 85%, дисахаридов до 14%) имеют низкий глюкемический индекс, т.е. образуют гораздо меньше гликогена в крови, чем углеводы пшеницы (в 2 раза), углеводы сахарозы (в 3 раза) и углеводы картофеля (в 4 раза). Соевые углеводы относятся к «замедленным» источникам энергии, которые преимущественно наполняют мышечные запасы гликогена, что

имеет значение в диетах для диабетиков, в питании для спортсменов и т.д.

Соя принадлежит к семейству бобовых. Эти растения могут утилизировать азот из окружающей среды с помощью бактерий, находящихся на их корнях. В семенах сои содержится до 40% белка. Методом экстракции или термокоагуляции из соевого шрота выделяют белок, который очищают от примесей и концентрируют. В зависимости от степени очистки и концентрации белка конечные продукты подразделяют на муку (50% белка), концентраты (70% белка), изоляты (90% белка). Благодаря высокому содержанию белка (от 50–90%) и жира менее 1% соевые белки зарекомендовали себя как высокопитательные пищевые продукты.

Функциональность белковых продуктов из сои связывают с количеством и качеством белков. Для того чтобы определить соевые продукты с более высоким содержанием белка (соевые концентраты и изоляты), необходима дополнительная технологическая переработка. Соевые продукты с более низкой степенью переработки (соевая мука) имеют меньшее количество белков, и более высокую питательную ценность, так как они удерживают другие важные ингредиенты, которые делают соевые белки ценным питательным продуктом.

Использование соевых продуктов, (обезжиренной соевой муки, изолятов, концентратов, текстуратов) при выработке различных мясных изделий основано на их функционально-технологических свойствах к связыванию воды и жира, эмульсификации, текстуризации и др. Помимо этого белки сои обладают питательными и диетическими свойствами.

Каждый тип соевого белка имеет свои особенности и качественные характеристики, от которых зависит их применение при производстве пищевых продуктов.

Соевая мука, является самой простой формой соевого белка, содержащей приблизительно 50% белка, углеводов — 38, жиров —

1, пищевой клетчатки — 35, золы — 5%, изготовляется способом простого помола и просеивания обезжиренных хлопьев. Она богата олигосахаридами — растворимыми углеводами, придающими муке бобовый привкус, который некоторые люди считают неприятным. Соевая мука и крупа производятся в широких масштабах и используются чаще всего в хлебобулочных изделиях, в закусочных пищевых продуктах и в кормах для домашних животных, т.е. там, где высокая вкусовая характеристика не является проблемой. (71, 324).

Изоляты производятся способом традиционного химического выделения, при котором белок извлекается из хлопьев путем растворения и отделения с последующим изоэлектроосаждением. В результате изоляты содержат 90% белка, 2,5 углеводов, 0,5 жира, 0,5 пищевой клетчатки, 4,5% золы, имеют очень низкую влажность. Изготавливаются с высоким процентным содержанием растворимого белка и с нейтральным вкусом. Они практически не содержат пищевых волокон и иногда имеют высокое содержание натрия – свойства, которые могут ограничить их применения. Технология получения изолятов довольно сложная, в процессе центрофугирования происходит большая потеря соевого белка, что означает высокую стоимость изолятов (71, 324).

Изоляты обладают самыми высокими гидратирующими, эмульгирующими и связующими свойствами, хорошо удерживают жир, значительно улучшают структуру колбасных изделий, обогащают продукты ценными белками. Особенно эффективно их использовать при переработке низкосортного мяса, мяса длительного хранения, жирной говядины и свинины, мяса птицы после механической обвалки, мяса с большим содержанием соединительной ткани. Однако необходимо иметь ввиду, что эмульсии с изолятом нестабильны при вторичной термической обработке или при цикле «замораживание/размораживание», а также в процессе хранения из-за высокой ионной чувствительности при соприкосновении с со-

лью. Эту особенность необходимо учитывать при производстве рубленых полуфабрикатов, начинки для пельменей, пирожков и т.д.

В 60–х годах были разработаны стандартные концентраты, которые решали проблемы, связанные с соевой мукой, и были дешевле, чем изоляты. Это третье поколение продуктов содержит примерно 70% белка, 25 углеводов, 1 жиров, 3,5–5,5 пищевой клетчатки и 0,5% золы, регенерируя почти весь белок, имеющийся в соевых бобах, и сохраняя, к тому же, большую часть их пищевых волокон. Их получают из очищенных от оболочки обезжиренных соевых семян путем удаления большей части водорастворимых небелковых веществ.

Концентраты, по сравнению с изолятами, имеют более низкую пищевую ценность. По своим качественным показателям концентраты подразделяются на две группы. К первой относятся концентраты, выпускаемые по традиционной технологии («Аркон–Ф», «Данпро Н»). Они имеют невысокую гидратацию (1:3), слабые эмульгирующие и жироудерживающие свойства, и в основном используются как заменители мяса и для уплотнения структуры колбасных изделий. К другой группе относятся функциональные концентраты. Они представляют собой новое поколение соевых белков, разработанных фирмой «Central Soya» в 80–х годах, которые характеризуются четырьмя основными свойствами: хорошим эмульгированием, высокой степенью гидратации (1:6–1:4) , хорошей адсорбцией жира, структурообразующими свойствами. К этой группе относят следующие белки: «Аркон–С», «Данпро HVX» , «Данпро S–760» , «Данпро HV». Образуемые ими эмульсии остаются стойкими при высоких температурах и многократной тепловой обработке и не чувствительны к соли. Концентраты легко поглощают жир и удерживают его при повторной тепловой обработке, при этом они поддерживают или улучшают структурную целостность пищевых продуктов.

Соевый белок в любой из трех форм (мука, концентрат, изолят) может быть текстурирован. Текстурированный соевый белок – это продукт глубокой переработки сои методом экструзии. Он не содержит холестерина, в нем всего 1% жира, низкое содержание влаги и высокое клетчатки. При этом суть процесса сводится к тому, чтобы получить продукт, который после гидратации по своей структуре и внешнему виду напоминал говядину, свинину, птицу или морепродукты. Обработка белков методом экструзии делает молекулы белка « текучими» и сопрягает их таким образом, что в результате получаются ярко выраженные волоконца. Питательная ценность и химическая структура белков не меняется, изменяется лишь физическая форма.

К текстурированным белкам относятся: концентраты: Аркон–Т, Данпротекс В–50 и текстурированные продукты из соевой муки: TVP 165–114, TVP 165–118, SHG–200, SHG–400, PDI 200/70, PDI 200/80.

Текстурированные соевые продукты (TVP 165–114, TVP 165–118, SHG–200, SHG–400, PDI 200/70, PDI 200/80) из обезжиренной соевой муки обладают способностью упрочнять структуру мясных изделий, но они могут быстро терять свойства «набухаемости» и разжевываемости. Эти продукты обладают низкой способностью адсорбции жира, невысокими гидратирующими свойствами. Такие белки в основном используются при производстве варено-копченых, полукапченых колбас, котлет, пельменей и другой продукции (47, 76, 104, 157, 406).

Текстурированные соевые концентраты (Аркон–Т, Данпротекс В–50, Данпротекс Н–40) обеспечивают плотную, волокнистую консистенцию, совместимую с мясом. Текстурированные концентраты остаются функционально стабильными даже при многочисленных тепловых обработках. Они могут использоваться для улучшения структуры колбас, снижения содержания жира в мясных продуктах

или обеспечения необходимой текстуры и структуры в вегетарианских блюдах.

Как правило, применение соевых белков при производстве мясной продукции не требует сложных дополнительных процессов и не приводит к изменению традиционных технологических схем производства. Оценку качества белков проводят по следующим показателям:

– степени гидратации — способности белков поглощать и удерживать воду;

– степени эмульгирования — способности белков образовывать и поддерживать стабильную водо–жировую эмульсию;

– поглощение жира — способности белков впитывать в себя и удерживать жир;

– стабильности и стойкости — способности белков улучшать или удерживать структурную целостность продукта (324, 406).

По функциональным свойствам соевые продукты подразделяют на:

– высокофункциональные, дисперсные, хорошо эмульгирующие порошковые соевые белки с высокой степенью гидратации, используемые при производстве вареных колбасных изделий, ветчин, паштетов и т.п. К ним относятся: изоляты: Профам 977, Профам 974, Сапросоя 90MP; концен-траты: Аркон-С, Данпро HVX, Данпро K, Данпро –S-760, Данпро HV и др.;

– белки, выпускаемые по стандартным технологиям, имеющие невысокую степень гидратации и эмульгирования, такие, как Аркон-Ф, Данпро H;

– белки с низкой вязкостью, диспергируемые в воде и в основном используемые в составе рассолов при производстве копченостей и деликатесной продукции. К ним относятся: Профарм 646, Данпро DS, Сапросоя 90 HI, Сапросоя 90 PI;

Степень гидратации соевых белков различна, изолятов составляет 1:5; 1:6

(одна часть белка к 5 или 6 частям воды); концентратов от 1:5 до 1:3; текстурированной муки 1:2,5; 1:3. (406).

Существует несколько способов введения белков в состав фарша:

– в сухом виде — соевые белки (кроме текстурированных) добавляют в куттер на нежирное сырье с добавлением необходимого количества воды для гидратации;

– в виде геля — гель готовят в мешалке с последующей обработкой его в машине тонкого измельчения;

– в виде суспензии — ее готовят в куттере или куттуре-мешалке перед составлением фарша;

–- в виде белково-жировой эмульсии — ее готовят в соотношении: часть белка +вода на гидратацию белка плюс такое же количество жира;

– в виде эмульсии из свиной шкурки — ее готовят в куттере в соотношении шкурки, соевого белка и воды — 48:2:50 или для вареной шкурки 45:5:50;

– в гидратированном виде — сухие белки замачивают в холодной воде в соотношении 1:3 или 1:4 в зависимости от их влагопоглащаемости и выдерживают в течение 20-30 минут;

– в составе рассолов.

В составе рассолов, при шприцевании цельномышечных кусков мяса, могут использоваться соевые белки с низкой вязкостью (изолят- Профам 646, Сапросоя 90 HI, Сапросоя 90 PI и концентрат - Данпро DS). Эти белки представляют собой растворимые белки, основной их особенностью является способность достигать синергетической реакции с мышечными белками мяса. В этом случае белок становится неотъемлемой частью мясного продукта, так как обладает гелеобразующими свойствами и связывает воду и мясной сок лучше, чем мясной белок.

В настоящее время на российском рынке представлен широкий ассортимент соевых белковых продуктов различных фирм-произво-

дителей: «АДМ»(США), «Централ Соя» (Дания), «Иранпротеин», Севал» (Бразилия), «КАРГИЛЛ» (Голландия) и др.

Среди всевозрастающей конкуренции каждая фирма-производитель соевого белка стремится выпустить на рынок продукт, удовлетворяющий требованиям заказчиков — это и улучшенный вкус, и удобство применения и более высокая пищевая ценность.

В ассортимент поставляемых соевых белков входят следующие марки белков:

– Фирма «АДМ» поставляет изоляты Профам 977, Профам 974, Профам 646; концентраты Аркон-С, Аркон-Т, Аркон-Ф, текстурированную соевую муку TVP 165-114, TVP 165-118;

– Фирма «Централ Соя» поставляет концентраты Данпро HVX, Данпро K, Данпро–S–760, Данпро HV, Данпро DS, Данпро H, Данпротекс B–50, Данпротекс H-40.

– Фирма «Иранпротеин» поставляет текстурированную соевую муку SHG–200, SHG–400;

– Фирма «Севал» поставляет изоляты Сапросоя 90 MP, Сапросоя 90 HI, Сапро–90 PI.; текстураты Макстен, Алипро;

– Фирма «КАРГИЛЛ» текстураты Текстратеин, Текстратеин M040,

Текстратеин F030, Текстратеин C222, Текстратеин S410, S441, S470; соевую муку PDI 200/70, PDI 200/80 и др.

По данным отечественных и зарубежных источников, соевой белок обладает лечебным эффектом: 80% жирных кислот сои являются ненасыщенными, жизненно важными. Наиболее ценные из них — линолевая (профилактика респираторных заболеваний и дерматитов) и линоленовая (снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний) кислоты.

Известно, что соевые продукты обладают противораковым эффектом, который обусловлен присутствием изофлавонов, олигосахаридов. Они проявляют также антихолестеринемический эффект, благодаря присутствию аминокислот глицына и аргинина, а также

лецитина и сапонина. Проявляются противодиабетические, антиостепорозные, гипоаллергенные свойства.

Обезжиренные соевые продукты, используемые в мясопереработке, содержат 1–2% соевого масла. Соевые продукты не содержат холестерин, а только небольшое количество лецитина (фосфолипидов). Соевый лицитин используется из-за хорошего эмульгирующего эффекта самостоятельно в пастообразной, гранулированной, порошкообразной форме в производстве мясных продуктов. Минеральные вещества и витамины в белковых соевых продуктах находятся в больших количествах, чем в мясе. Это витамины группы В-В1, В2, В6, В12, витамин Е и провитамин А. Среди макроэлементов значительное количество занимает калий, фосфор, кальций, магний, железо, а также некоторые микроэлемены — цинк, селен, и др. Калий занимает, в совокупности с химическим составом, в соевых продуктах до 2%. Он балансирует К — индекс в пользу калия(оптимальное соотношение в рационе К : Na =1:2). С пищевой точки зрения это имеет огромное значение из-за известного вредного влияния ионов натрия на сердечно-сосудистую систему человека (192, 378).

В соевых белковых продуктах также содержатся диетические волокна, количество которых составляет 3–4%, но в отдельных продуктах достигает 70% (состав: не целлюлозных плисахаридов примерно 85%, целлюлозы — 15%). Остальные микроэлементы соевых продуктов, включая изофлавины, сапонины, фитаты, фитостиролы, также играют важную роль в питании и здоровье человека в профилактике таких заболеваний, как сердечно-сосудистые, остеопороз, функции простаты, защитные функции организма и др.

Соевые продукты могут быть использованы в различных диетах и при диетотерапии разных заболеваний, также их высокое пищевое качество должно быть использовано в производстве широкого ассортимента существующих и новых мясных изделий высокого качества.

Побочным продуктом соевого производства является лецитин. Он применяется в качестве эмульгатора в мясной промышленности, наряду с этим играет большую роль в метаболических процессах в организме человека и поэтому используется в диетотерапии.

В настоящее время намечается тенденция внесения гидроколлоидов в соевую муку, содержащую лецитин (белковые продукты SOHROMIX 1 и 50 PROMIX–2). Эти новые продукты по своим свойствам могут полностью заменить соевые концентраты и изоляты.

1.2.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН

В последнее десятилетие особенно остро встает проблема восполнения недостатка грубой растительной пищи в рационе питания человека. Теория адекватного питания научно обосновала жизненно важную роль балластных веществ или пищевых волокон (ПВ) в метаболических процессах. Питание не может считаться правильным без их оптимального содержания в рационе в количестве 25-30 г \ сутки. Установлено, что дефицит ПВ в пище является фактором риска таких заболеваний, как рак толстой кишки, синдром раздраженной толстой кишки, гипомторная дискинезия толстой кишки с синдромом запоров, дивертикулез, аппендицит, грыжа, пищевого отверстия лиафрагмы, желчнокаменная болезнь, сахарный диабет, ожирение, атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, гиперлипопротеидемиия, варикозное расширение и тромбоз вен нижних конечностей.

Пищевые волокна и их характеристика

Пищевые волокна, синонимами которых являются неусвояемые углеводы, клетчатка, балластные вещества, представляют собой большую группу пищевых веществ, источниками которых слу-

жат растительные продукты: зерновые, фрукты и овощи. ПВ – это биологический термин, поскольку объединяет вещества различной химической природы. К ПВ относятся спирты, диетические, растительные, грубые, сырые волокна, балластные вещества, комплекс биополимеров, включающий полисахариды (целлюлоза, гемицеллюлоза, пектиновые вещества, камеди, слизи), которые не расщепляются в тонкой кишке, а подвергаются бактериальной ферментации в толстой кишке, а также лигнин и связанные с ними белковые вещества, формирующие клеточные стенки растений.

Важнейшими компонентами ПВ являются целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин, камеди, слизи, лигнин.

Стенки растительных клеток состоят в основном из макромолекул волокнистых полисахаридов, главным образом целлюлозы. Межклеточные полисахариды представлены растворимыми формами — гемицеллюлозой, пектином и его производными. Целлюлоза является полимером глюкозы, гемицеллюлоза — полимером пентоз и гексоз, лигнин — полимером ароматических спиртов, пектин — сложным комплексом коллоидных полисахаридов, включающих глюкуроновую и галактуроновую кислоты, камеди состоят из метилированных и ацетилированных молекул гексоз и пентоз, слизи представляют собой полисахариды семян и морских водорослей и являются чаще всего высокоразветвленными арабиноксиланами.

Особое место в рациональном питании человека отводится неусвояемым углеводам, т.е. структурным полисахаридам растительного происхождения. Этот компонент сбалансированного пищевого рациона представлен не только клетчаткой, целлюлозой, гемицеллюлозой, а так также лигнином, пектиновыми и другими веществами.

Полисахариды относятся к обширному классу сложных углеводов. Молекулы полисахаридов построены из различного числа остатков маноз, которые образуются при гидролизе сложных углеводов. В зависимости от этого они делятся на низкомолекулярные и

высокомолекулярные. Высокомолекулярные несахароподобные полисахариды построены из большого числа (до 6–10 тысяч) маноз. Они, в свою очередь, делятся на гомополисахариды, полисахариды построенные из молекул только одного вида (крахмал, гликоген, клетчатка), и гетерополисахариды, состоящие из остатков различных моносахаридов.

Большой вклад в изучение, классификацию, оценку и использование пищевых волокон внести: Дудкин М.С., Щелкунов Л.Ф., Вайнштейн С.Г. Масик А.М., Данилова Е.И., Черно Н.К. и др.

По источникам содержания ПВ в растительном сырье их разделяют на традиционные для пищевой промышленности источники сырья (злаки, овощи, фрукты, ягоды) и нетрадиционные источники сырья (травы, водоросли, древесина).

По характеру биополимеров ПВ предложено разделение на гомогенные (однородные), состоящие из однородных высокомолекулярных веществ (целлюлоза, пектин, маннаны, арабинаны, лигнин и др.) и гетерогенные — (неоднородные), включающие биополимеры нескольких видов (холоцеллюлоза, целлолигнин, белково-полисахаридные комплексы, гемицел-люлозолигнин, белково-полисахаридно-лигниные комплексы и др.).

В состав комплекса ПВ помимо биополимеров, (лигнин, целлюлоза, пектин, гемицеллюлозы) входят сопутствующие вещества (крахмалы, липиды, белковые, минеральные и дубильные вещества и др.), количество и соотношение которых в исходном сырье и выделенных препаратах ПВ различно, что влияет на их свойства. В зависимости от этого различается:

– исходное растительное сырье, содержащее до 30% ПВ (побочные продукты переработки зерна, фруктовые выжимки, очистки, вытяжки, травы, ряд овощей и др.);

– полуконцентраты ПВ, включающие 30–60% волокон (отруби зерна и др.);

– концентраты ПВ, содержащие 60–90% этих компонентов (концентраты ПВ томатных выжимок, виноградной лозы, пшеничных отрубей и др.);

– изоляты ПВ, содержащие более 90% ПВ (лигнин, целлолигнин, целлюлоза, холоцеллюлоза различного сырья и другие высокоочищенные продукты).

Пищевые волокна также разделяются на два больших класса — нерастворимые и растворимые, существенно отличающиеся по своим физико-химическим и физиологическим эффектам в организме. В пищеварительном тракте нерастворимые ПВ не изменяются, а растворимые ПВ могут подвергаться частичной деструкции под влиянием микрофлоры кишечника. Нерастворимая фракция, поступающих с пищей ПВ необходима для нормальной работы толстого кишечника.

Растворимые ПВ представляют собой желирующие субстанции, участвующие вместе с целлюлозой в образовании мембран растительных клеток. Гумми не содержатся в клеточных мембранах и представляют собой клейкие водорастворимые полисахариды или протеогликаны. К ним относятся гуарм, гуммиарабик и бета-гликаны. Растворимые ПВ устойчивы к действию пищеварительных ферментов, но они все же подвергаются видоизменению в кишечнике это происходит с участием ферментов микрофлоры кишечника, способных вызывать изменение полимерной структуры растворимых ПВ посредством ферментации с образованием короткоцепочных жирных кислот (ацетатов, пропионатов, бутиратов), которые поступая в печень и переферические ткани, могут воздействовать на содержание глюкозы и свободных жирных кислот.

Растворимые ПВ обладают пробиотическим действием. Они (в частности гуммиарабик) могут почти в 10 раз увеличивать число бактерий, относящихся к классу бактероидов и бифидобактерий. Эти микроорганизмы известны как пробиотики и их благотворное

воздействие на организм человека в настоящее время не подвергается сомнению.

Учитывая растворимость ПВ в воде их классифицируют на:

– водорастворимые (пектиновые вещества, альгиновые кислоты, арабиноксиланы, камеди, слизи и др.);

– малорастворимые и нерастворимые) целлюлоза, лигнин, целлюлозолигнинные комплексы, некоторые виды гемицеллюлоз).

По водоудерживающей способности ПВ разделяются на:

– сильноводосвязывающие – более 8 г. воды на 1 г ПВ (ПВ жома сахарной свеклы, виноградной лозы, клевера и др.);

– средневодосвязывающие – 2–8 г. воды на 1 г ПВ (ПВ пшеничных отрубей, люцерны, виноградных выжимок и др.);

– слабоводосвязывающие – до 2 г воды на 1 г ПВ (ПВ жмыха виноградных семян, цеооюлоза жмыха виноградных семян и др.).

По сорбционной способности существует следующая систематизация:

1.катионины:

– сильные — более 3 мэкв сорбата на 1 г ПВ(ПВ рисовой лузги, клевера, люцерны и др.);

– средние — 1–3 мэкв сорбата на 1 г ПВ (сельдерей, ревень, лук, яблоки, морковь, баклажаны, ПВ сои и др.);

– слабые — до 1 мэкв сорбата на 1 г ПВ (ПВ жома сахарной свеклы, целлюлозы жмыха виноградных семян, груша, горох и др.);

2.аниониты:

– сильные — более 3 мэкв сорбата на 1 г ПВ (ПВ люцерны, клевера, столовой свеклы, виноградной лозы и др.);

– средние — 1–3 мэкв сорбата на 1 г ПВ (ПВ оболочек гороха, гречихи, рисовой лузги, виноградных выжимок и др.);

– слабые — до 1 мэкв сорбата на 1 г ПВ (целлюлоза и целлолигнин жмыха виноградных семян и др.)

3.амфолиты:

– сильные — более 3 мэкв сорбата на 1 г ПВ(ПВ виноградных выжимок, люцерны и др.);

– средние средние — 1–3 мэкв сорбата на 1 г ПВ (ПВ сахарной свеклы и др.);

– слабые — до 1 мэкв сорбата на 1 г ПВ (ПВ оболочек гороха и др.). Пищевые волокна растительного происхождения играют важную роль, уменьшая всасывание, а в ряде случаев и увеличивая выведение радионуклидов из организма.

По радиозащитным свойствам ПВ классифицируются на:

1.снижающие всасывание (накопление) радионуклидов — блокаторы:

– слабые — до 10% (ПВ пшеничных отрубей, сахарной свеклы и др.);

– средние — 10–90%(целлолигнин и холоцеллюлоза люцерны, ПВ столовой свеклы, жмыха виноградных семян, кожуры апельсина и др.);

– сильные более 90% (альгинаты, ламинария, ПВ люцерны, кожуры лимона и др.).

2.увеличивающие выведение радионуклидов - декорпоранты:

– слабые — до 5% (пектиновые вещества некоторых видов растительного сырья и др.);

– средние — 5–20% (ПВ люцерны, холоцеллюлоза и целлолигнин люцерны и др.);

– сильные — более 20% (морская капуста-ламинария).

Ферментативная атакуемость пищевых компонентов в пищеварительном тракте определяет их перевариваемость и относительную усвояемость во внутренней среде организма. По степени микробной ферментации ПВ разделяются на:

– ферментируемые (пектин, камеди, слизи, некоторые виды гемицеллюлоз);

– слабоферментируемые (некоторые виды гемицеллюлоз, целлюлоза).

На основе медико-биологических исследований ПВ разделяются по влиянию на обмен различных компонентов:

1. Влияющие на обмен липидов (ПВ пшеничных отрубей, клевера, вино-градных выжимок, лигнин, люцерна, гуар и др);

2. Влияющие на обмен углеводов (пектин, гуар, ПВ березы и др.);

3. Влияющие на обмен белковых веществ (глюкоманнаны из корней Eremurusa R. Семейство лилейных и др.);

4. Влияющие, на обмен других веществ и соединений – минеральных веществ, витаминов и т.д. (ПВ пшеничных отрубей, сахарной свеклы и др.).

В некоторых случаях ПВ одного вида сырья (выделенные в разных или одних и тех же условиях) могут влиять на обмен углеводов и липидов, или на обмен аминокислот, минеральных веществ и витаминов, или на обмен витаминов углеводов и белков и т.д. (86, 89).

Однако нет единого мнения о действии ПВ на всасывание витаминов и минеральных веществ. Исследования в этом направлении немногочисленны и касаются лишь некоторых витаминов и минеральных веществ. По данным одних исследователей, ПВ ускоряют всасывание витамина А в кишечнике (Киярен Н, 1979), другие отмечают нарушение всасывания некоторых витаминов при употреблении больших доз ПВ (Вайнштейн С.Г.1984г.)(39). Противоречивы и сведения о влиянии ПВ на минеральный обмен, наряду с указаниями на уменьшение абсорбции в тонком кишечнике Ca, Mg, Fe, Zn и др. имеются данные и об отсутствии такого эффекта.

Таким образом, ПВ обладают рядом благоприятных для организма свойств, в связи с чем применение обогащенных ими рационов питания является целесообразным. Особого внимания заслуживает группа растворимых ПВ, в частности каррагенана и гуммиара-

бика, употребление которых имеет важное значение в лечении и профилактике гиперлипидемии, сахарного диабета, заболеваниях ЖКТ.

Характеристика и использование каррагенана

Начиная с 90-х годов на Российском рынке появились полисахариды природного происхождения нового поколения - каррагенаны и гуммиарабик.

Каррагенан - полисахарид, получаемый из морских водорослей. Важнейшим сырьем для его получения является водоросль Chodruscrispus и близкий по родству вид Gigartina Stellata, которые растут вдоль побережья Северной Атлантики.

Каррагенаны представляют собой очищенные экстракты, получаемые из красных морских и бурых водорослей. Существует несколько типов каррагенанов, однако только три из них (лямбда, йота и каппа) имеют промышленное применение. Количество сульфатных групп определяет свойства каррагенанов: чем их меньше, тем меньше вязкость образуемого геля.

– Каппа — образует плотное, термически обратимое желе.

– Йота — образует эластичное желе, термически обратимое, устойчивое к замораживанию и оттаиванию.

– Лямбда — является загустителем, желе не образует.

Процесс производства состоит из следующих технологических операций: мойка водорослей, экстракция, фильтрация, очистка, концентрация, осаждение, сушка, измельчение, приготовление смесей.

Каррагенаны растворяются в воде с образованием вязких растворов. Скорость растворения и структурообразования зависит от состава каррагенана. Механизм структурообразования выглядит так: при охлаждении растворов каррагенана, вследствие межмолекулярных взаимодействий, образуются упорядоченные конформа-

ции в виде двойных спиралей, которые при дальнейшем охлаждении связывают молекулы в трехмерную ячеистую структуру геля.

В мясной, молочной, кондитерской, пищеконцентратной промышленности каррагенаны применяют в качестве геле-, водо-, и жиросвязывающего компонента при производстве широкого спектра продуктов: колбас, сосисок, ветчины, рубленых полуфабрикатов (котлет, пельменей, фаршей), сметаны, молочных десертов, йогуртов, напитков, шоколадного молока, желе, мармеладов, кексов, начинок и др.

На Российском рынке получили распространение каррагенаны производства Дании (GENU) фирмы Kopenhagen Pectin A/S, Франции (марки Liangel, Gelamix) фирмы CNI; Бельгии (марка Bengel MBF-270) фирмы Biotetra.

В России, наиболее известными дистрибьюторами по продаже вышеуказанных видов каррагенанов, являются фирмы «Союзснаб», «ПС Трединг», «Академия-Т», «Протеинтехнолоджизинтернэшл», «Петраф» и др.

Специалисты-технологи, имеющие опыт использования каррагенанов при производстве мясных продуктов на предприятиях различных регионов России утверждают, что их использование позволяет: увеличить выход мясных продуктов (за счет введения дополнительного количества, до 30%, воды); улучшить консистенцию и стабилизировать процесс цветообразования; понизить жирность выпускаемой продукции; практически снизить до нуля процент технологического брака (бульонные и жировые отеки); снизить себестоимость выпускаемой продукции.

Каррагенаны зарубежного производства применяются также в молочной промышленности при производстве термизированных и нетер-мизированных йогуртов, шоколадного молока, сметаны низкой жирности, молочных напитках, плавленых сырах, молочных десертов.

В зависимости от назначения каррагенаны содержат смеси различных веществ направленного действия. Так смесь «Х-6512», предназначенная для рубленных полуфабрикатов содержит метилцеллюлозу (BENEGEZ); смесь «МЕ-83», используемая при производстве вареных колбасных изделий и ветчин и т.д.

ГЕНУ — торговая марка каррагенанов выпускаемой фирмой Копенгаген Пектин Фабрик, основанной в 1934 году и являющейся дочерней компанией объединения HERCULES (США). Копенгаген Пектин Фабрик — самый большой и самый современный завод мира, изготавливающий натуральные гидроколлоиды. Он экспортирует свою продукцию более чем в 60 стран мира. Компания изготавливает каррагенаны и их смеси в виде сыпучих порошков белого цвета, легко диспергируемых в воде при проведении технологических процессов в мясо– , рыба– и птицеперерабатывающих отраслях.

Фирма CNI (Франция) предлагает коллоиды морского происхождения (экстракты из морских водорослей): каррагенаны, агар-агар. Они обладают свойствами: загустителей; эмульгаторов; добавки для регулирования консистенции; добавки, способствующие образованию желе в воде и молоке.

Областями применения этих гидроколлоидов являются молочная, мясная, колбасная, консервная, пищеконцентратная и фармацевтическая промышленности.

Применяются каррагенаны следующих марок:

– в молочной промышленности (Gelamix HV, Gelamix TX, Gelamix CD, Gelamix L, Gelamix C, Gelamix J, Thixogel, Stabmix, Coamix) в дозах от 0.25 до 0.60 г/л; 2–3 г/л; 8–10 г/л.

– в мясной промышленности (Liangel HP, Liangel HX, Liangel F, Liangel SR, Liangel BI) в дозах от 0.2–0.5% до 1.2%;

– в пищеконцентратной промышленности (Carragel) в дозах от 0.1–0.3% до 2–5%.

Характеристика и использование гуммиарабика

Наибольший интерес для создания функциональных продуктов питания представляет смола акации (гуммиарабик), так как она является диетическим волокном.

По определению, диетическое волокно - это остатки растительных клеток, способные противостоять гидролизу, осуществляемому пищеварительными энзимами человека. (Trowell and Burkitt, 1986). Это определение используется Официальной Ассоциацией Химиков Аналитиков (AOAC) и рядом национальных институтов. Согласно этому определению, волокно акации является диетическим волокном. Может быть использовано в пищевой промышленности с целью обогащения растворимым диетическим волокном.

В США смоле акации присвоена классификация GRAS - полное признание безопасности продукта. В Американском Пищевом Химическом Кодексе смола акации зарегистрирована под номером 1841330.

В Европе смолы акации также признаны в качестве пищевых добавок с неограниченной дозой ежедневного употребления (DJA). В некоторых производствах, например, в кондитерском, они даже являются доминирующим ингредиентом.

Общее количество диетического волокна (суммарное содержание всего диетического волокна в конечном продукте), дающего право маркировки конечного продукта как содержащего диетические волокна, очень различается в разных странах. Этот вопрос рассматривается в Codex Alimentarius (Табл. 1.1).

Таблица 1.1

Экспериментальные границы, дающие право маркировки как:

Источник диетического волокна	3г/100г или 1.5г/100ккал
Обогащен диетическим волокном	6г/100г или 3г/100ккал

За последнее десятилетие понятие диетического волокна широко развивалось в научном плане — для функционального питания. В зависимости от химической структуры все диетические волокна играют различную физиологическую роль. Одним из ключевых параметров, контролирующим питательные свойства данного волокна, является его растворимость. Нерастворимые диетические волокна ведут себя главным образом как наполнители относительно их способности удерживать воду (СУВ), тогда как для растворимых диетических волокон вязкость является определяющей. Ферментируемость диетического волокна — другой параметр, значимость которого возрастает, т.к. он отвечает за дальнейшие и более важные физиологические эффекты. Растворимые ПВ могут разлагаться микрофлорой толстой кишки, которой необходимы энзимы для разрыва их полимерной структуры. Бактерии, живущие в анаэробных условиях в толстой кишке, затем могут ассимилироваться и ферментировать продукты, полученные вследствие разложения волокон.

Результатом ферментации диетических волокон флорой толстой кишки является увеличение биомассы бактерий и образование различных продуктов метаболизма, таких как короткие цепи жирных кислот. Этот последний феномен лежит в основе главных физиологических свойств диетического волокна.

Растворимое и вязкое диетическое волокно замедляет скорость постприандиального освобождения желудка и увеличивает время прохода по тонкому кишечнику. Как следствие, переваривание и абсорбция макрочастиц питательных веществ, таких как глюкоза и

жирные вещества, замедляется. Этот феномен может способствовать регулированию энергетического метаболизма снижением гликемического отклика.

Влияние растворимого диетического волокна на липиды крови разносторонне изучено. Полученные данные свидетельствуют, о снижении общего и LDL холестерола.

Многочисленные исследования показали, что диетическое волокно стимулирует пролиферацию эпителиальных клеток кишечника (Jacobs and Lupton, 1984; Lupton and Kurtz, 1993; Booth, 1994). Содержащая диетическое волокно диета ведет к увеличению длинны и веса тонкого кишечника, который имеет большую скрытую глубину (Kritchevsky, 1988; Roehrig, 1988). Точный механизм изучен еще не до конца, но возможно, что короткие цепи жирных кислот вовлечены в этот процесс в качестве передаточного звена. У крыс 15% волокна акации, входящих в диету, стимулируют пролиферацию эпителиальных клеток кишечника (Tulung et al.,1987). Подобная пролиферация очень полезна, т.к. предотвращает транслокацию бактерий и улучшает иммунитет пациента.

Некоторые виды диетического волокна используются в определенных клинических ситуациях для лечения последствий диареи или как средство выхода из голода.

Роль диетического волокна широко признана. Его внедрение в рацион питания соответствует рекомендациям нутрициониств.

Клинические исследования на людях показали, хорошую толерантность к волокну акации в дозировке до 50г в день (Bliss et al., 1996).

Смолы акации традиционно используются в пищевой промышленности благодаря их уникальным технологическим свойствам:

– жировые эмульсии и эфирные масла;

– коллоидная стабилизация эмульсий типа «масло—вода»;

– загущение не содержащих сахара напитков;

– придание текстуры кондитерским изделиям на основе гумми твердой консистенции;

– формирование съедобных оболочек;

– замещение сахарозы (наполнитель);

– инкапсулирование чувствительных питательных веществ (витамины, красители, дрожжи.).

Существуют следующие виды коллоидов наземного происхождения из смолы акации:

– экссудаты деревьев, камедь, смола карайя;

– растительная слизь, смола из гуара;

– смола из плода цератонии.

Являясь мировым лидером в области растительной смолы из акации и специализируясь в области растительных смол наземного происхождения, фирма CNI (Международные Природные Коллоиды) входит в Объединение IRANEX, которое уже больше века делает значительный вклад в развитие природных растительных коллоидов во всем мире.

Они производятся методом сушки при распылении растворов растительных смол из акации, после предварительной очистки этих растворов в очистителях центрифужного типа, фильтрации, микрофильтрации и стерилизации.

Смола акации и коллоидные желирующие добавки, применяемые в пищевой (особенно в кондитерской)промышленности подразделяются на следующие группы:

1. Растительные смолы и желирующие добавки применяются для производства жевательных и желейных конфет в кондитерской промышленности (Spraygum, Fructogel GF).

2. Растительные смолы, образующие пленку, для окрашивания, защиты поверхности и нанесения глазури на продукцию (Coatingum).

3. Добавки для защиты (капсуляции) ароматизаторов (Emulgum).

4. Добавки для уменьшения объема таблеток (Spraygum C).

5.Добавки, применяемые для медицинской промышленности (Fibregum).

Разработан целый ряд добавок различных марок, которые отличаются по своей функциональной направленности, характеристика некоторых из них приведена ниже.

Spraygum — это общее название для нескольких видов растительных смол из акации, специально разработанных для кондитерской промышленности Они хорошо растворяются в горячей и холодной воде или спиртах, предотвращая появление комков. Готовые растворы ничем не загрязнены и удовлетворяют всем бактериологическим требованиям, предъявляемым к продуктам питания. Spraygum в виде порошка, вместе с другими ингредиентами легко растворяется в небольшом количестве воды в мягких массах с очень высоким содержанием сухих веществ (больше 80%). Может применяться на всех типах оборудования, которые обычно встречаются в кондитерской промышленности (различные печи, сушильные шкафы, экструзионные машины).

Coatingum — добавка, разработанная для защиты внутреннего ядра различных продуктов с оболочкой, предотвращающая окисление продукта и испарение влаги (в сушеных фруктах, ягодах, жевательной резинки, эфирных масел, ликерных спиртов, шоколада, злаков).

Благодаря способности образовывать защитную пленку, Coatingum предотвращает откалывание кусочков или расслаивание сахарной оболочки, также проявляет защитные свойства в качестве барьера для испарения или для проникновения влажности. Эта добавка более экономична по сравнению с традиционным гуммиарабиком или заменителями крахмала, обладает сильным связывающим эффектом и может использоваться в виде порошка в сочетании с другими ингредиентами, а также препятствует миграции жиров между фазами, «приклеивает» к любым поверхностям нерастворимые частицы

(пряности, соль, сахар, какао-порошок и т.п.). Она обычно используется в 30–35% растворе.

Fructogel представляет собой сочетание каррагенанов и растительных смол из акации. Является альтернативой агар-агару как в кондитерской, так и в др. отраслях промышленности. Заменяет агар-агар в той же дозировке, но его стоимость значительно ниже. Применяется для экономии желатина при производстве желейных кондитерских изделий.

Emulgum используется при применении дорогостоящих ароматизаторов. Emulgum защищает ароматизирующую добавку в процессе производства таким образом, что она связана до конечного момента потребления готового продукта.

Emulgum является обволакивающим веществом на основе растительной смолы из акации и защищает эфирные масла. Результатом его применения является стабильная гомогенизированная эмульсия с высоким процентным содержанием эфирных масел и гораздо более низким содержанием Emulgum (в 6–8 раз меньше, чем ароматизаторов).

Spraygum C является экономической связующей добавкой для производства таблеток. Ее применение совместимо со всеми технологическими процессами: сухое или жидкое гранулирование, непосредственная компрессия, также может сочетаться с другими добавками. Специфическая структура этой добавки дает возможность удерживать запах и защищать активные медицинские субстанции (способствует сохранению минеральных солей К и Са), помогая тем самым пищеварению.

Fibregum является одной из марок гуммиарабика и представляет наибольший интерес при разработке функциональных продуктов питания.

Характеристика и использование гуммиарабика марки Fibregum

Fibregum — натуральное пищевое волокно, являющееся эксудатомм акации, т.е. выделено из деревьев акации (Leguminosae), преимущественно из видов, принадлежащих к группам Fabales и Gummiferae.

Fibregum является хорошо растворимым волокном, даже в холодной воде с малой вязкостью, без цвета и запаха. Вырабатывается в виде порошка, полученного в результате атомической сушки, либо в виде быстрорастворимых гранул (INSTANT). Может использоваться в больших дозах, не изменяет вкусовых свойств готового продукта, относится к высококачественным концентратам диетических волокон. Fibregum полностью натурален и совместим с пищевыми продуктами органического происхождения.

Несмотря на очень большую молекулярную массу (более 200,000 дальтонов), волокно акации обладает очень низкой вязкостью. В результате этого растворы Fibregum могут достигать очень высокой концентрации — 50%, что позволяет использовать значительное количество растворимого диетического волокна без реологических ограничений. Очищается только физическим путем без химической или энзиматической модификации. Молекулы Fibregum представляют собой цепочку галактозы, содержащую большое число ответвлений, которые, в свою очередь, сильно разветвляются на арабинозные единицы. Волокно является биоактивным с высокой питательной ценностью, не расщепляется ферментами пищеварительной системы человека. Присутствие волокна в толстой кишке способствует развитию молочнокислых бактерий и бифидобактерий. Ферментация волокон флорой колибактерий, способствует образованию жирных кислот с короткой цепочкой, которые улучшают работу человеческого организма.

В большинстве стран использование Fibregum дает право маркировки конечного продукта как содержащего диетические волокна.

Fibregum является смолою акации, признанной Комитетом Экспертов FAO/OMS (JECFA) по пищевым добавкам, в качестве пищевой добавки без ограничения ежедневной дозы (DJA), и Администрацией по продуктам питания и лекарствам (FDA) в США, которая признала за ним статус GRAS («в общем признанный здоровым и безопасным»).

Пищевой Химический Кодекс США (FCC) регистрирует его под номером 1841300. Fibregum соответствует обычному определению ПВ по методам AOAC и Englyst. Будучи «ингредиентом не сельско-хозяйственного происхождения», разрешенный Европейской Директивой 2092/91 от 24 июня 1991 года (приложение к договору VI пункт A), может, быть включен в неограниченных количествах в состав биологических продуктов, торговое наименование которых будет подразумевать их биологические свойства.

На ряду с этим, Fibregum обладает пониженным содержанием калорий по отношению к другим видам нутриентов, менее 2 ккал на 1 г. Данные по энергетической ценности приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2.

Данные по энергетической ценности некоторых пищевых ингредиентов

Ингредиент	**Содержание калорий ккал/г)**
Жиры	9
Спирты	7
Белки	4
Сахароза, фруктоза, (карбогидраты)	4
Волокно акации	< 2

Волокна Fibregum нашли свое широкое применение в различных отраслях пищевой промышленности. (330). Примеры их применения приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3.

Примеры применения Fibregum

Молочные продукты:	йогурты, плавленые сырки, кисломолочные напитки, желе в молоке
Кондитерские изделия:	мягкие жевательные конфеты, твердые жевательные конфеты, зефир, конфеты «сосульки», конфеты с ликером, шоколад, нуга
Переработанные фрукты:	варенья, компоты, засахаренные фрукты
Хлебобулочные изделия:	хлеб, сайки, галеты, хлебцы со злаками, экструдированные кукурузные хлопья
Мороженое:	кремы с мороженым, сорбенты, мороженое с йогуртом
Напитки:	фруктовые соки, ароматизированные напитки, быстро растворимые напитки
Мясные продукты:	колбасные изделия, копчености, рубленое мясо

Обнаружено и подтверждено благотворное влияние волокон Fibregum на здоровье человека, заключающееся в регулировании работы желудка; увеличении массы экскрементов уменьшении процента глюкозы и холестерина в крови; повышении кислотности содержимого толстой кишки; благоприятной стимуляции флоры колибактерий (бифидобактерий и лактобациллтем, что не является слабительным.

По количеству содержания рПВ и дозировке использования, волокна Fibregum в значительной степени превосходят многие про-

дукты питания. Сравнительная оценка содержания пищевых волокон в различных видах продуктах, приведена в таблице 1.4.

Сравнительная оценка содержания пищевых волокон в некоторых фруктах и овощах (% от веса свежего продукта) приведено в таблице 1.5.

В зависимости от цели использования, Французской фирмой CNI разработана целая серия марок диетических волокон Fibregum. Характеристики марок волокон представлены в таблице 1.6. Рекомендации по применению волокон Fibregum в различных отраслях пищевой промышленности приведены в таблице 1.7.

Существующая гамма продуктов Fibregum позволяет совмещать некоторые необходимые функциональные качества с обогащением диетическим волокном, используя только одну пищевую добавку.

Таблица 1.4.

Содержание пищевых волокон в продуктах (% сухого веса)

Продукты	**Общее число волокон**	**% растворимых волокон**	**Обычная дозировка при использовании (% максимум)**
Ячменные отруби	65	10	2
Кукурузные отруби	80	2	2
Пшеничные отруби	45	10–15	2
Овсяные отруби	75	12	2
Яблочные волокна	75	25	2
Соевые волокна	80–85	15	2
Волокна какао	67	35	2
Волокна горошка	85–88	11	2
Агар	85	100	1
Карраген	80–90	100	1,5
Смола гуар	85–90	98	1,5
Мука из цератонии	80–95	98	1,5

Продукты	**Общее число волокон**	**% растворимых волокон**	**Обычная дозировка при использовании (% максимум)**
Пектины	80–95	100	2
Смола цератонии	80–95	100	1
CMC	95–100	100	1
Инулин	95*	100	15
Олиго сахариды	55–95**	100	50
FIBREGUM	85	100	50

* не дозируемый методами AOAC или Englyst

** из-за проблем с консистенцией (сильная вязкость, привкус песка.)

Таблица 1.5.

Содержание пищевых волокон в фруктах и овощах

Продукты	Общее число волокон	% растворимых волокон
Яблоко	2–3	50
Цитрусовые	2–4	35–45
Помидор	2–3	50
Морковь	2,5–3,5	50
Вареная белая фасоль	10	50

Таблица 1.6.

Характеристики марок волокон Fibregum

Марки волокон	Характеристики волокон
FIBREGUM STANDARD IRX 6048	Стандартный FIBREGUM с низкой вязкостью. Многосторонний и мультивалентный.
FIBREGUM INSTANT IRX 61361	Гранулированный вариант FIBREGUM STANDARD. Очень хорошо подходит для растворения в пищевом материале с высоким содержанием твердых веществ.
FIBREGUM DP IRX 29612	Вариант FIBREGUM STANDARD. Очень хорошо подходит для дополнения продуктов с нейтральным pH
FIBREGUM TX IRX 61379	FIBREGUM . Используется в случае необходимости дополнительной технологической функциональности (текстурации, эмульсификации, антикристаллизации.)
FIBREGUM AS IRX 29830	FIBREGUM . Используется в случае необходимости дополнительной технологической функциональности (текстурации, эмульсификации, антикристаллизации)

Таблица 1.7.

Рекомендации по применению волокон Fibregum в различных отраслях пищевой промышленности

Молочные продукты	Подкисленные молочные десерты	FIBREGUM STANDARD
	Молочные напитки	FIBREGUM DP
	Плавленый сыр	FIBREGUM or DP
	Желированное молоко	FIBREGUM DP
Кондитерские изделия	Шоколад	FIBREGUM STANDARD
	Жевательные конфеты	FIBREGUM STANDARD
	Гумми мягкой консистенции	FIBREGUM TX
	Гумми твердой консистенции	FIBREGUM AS
	Взбивные конфеты	FIBREGUM AS
	Конфеты с вином	FIBREGUM TX
Переработанные фрукты	Джемы	FIBREGUM STANDARD
	Компоты	FIBREGUM STANDARD

	Фруктовые заготовки	FIBREGUM STANDARD
	Наполнители	FIBREGUM STANDARD
Бакалейные изделия	Хлеб	FIBREGUM STANDARD
	Печенье	FIBREGUM STANDARD
	Брикетированный зерновой концентрат	FIBREGUM TX
Напитки	Фруктовые/овощные	FIBREGUM STANDARD
	Ароматизированные	FIBREGUM TX AS
Холодные десерты	Мороженое	FIBREGUM STANDARD or DR
	Замороженный йогурт	FIBREGUM STANDARD
	Щербет (фруктовый лед)	FIBREGUM STANDARD
Мясные изделия	Эмульгированное мясо	FIBREGUM DP
	Консервы	FIBREGUM DP

	Порционное и куттерованное мясо	FIBREGUM DP
Специальные диетические продукты	Заменители муки	FIBREGUM STANDARD
	Зерновые завтраки	FIBREGUM STANDARD
	Питательные добавки	FIBREGUM STANDARD

Актуальность использования ПВ в функциональных продуктах питания

Вопросам использования ПВ в функциональном питании посвящен большой ряд исследований в нашей стране и за рубежом.

Медико-биологическая ценность ПВ обусловлена особенностью их физико-химических свойств. Основными свойствами ПВ являются растворимость в воде; водоудерживающая способность; связывание и вывод из организма человека чужеродных веществ (нитратов, нитритов, фенолов, пестицидов, тяжелых металлов, микотоксинов), и также необходимых организму микро- и макроэлементов, витаминов; влияние на обмен липидов (холестерин, холевые кислоты); радиозащитные свойства (уменьшение всасывания и увеличение выделения радионуклиотидов); микробная ферментация; влияние на обмен простых и сложных компонентов (липидов, углеводов, белковых веществ и т.д.); благоприятное действие на микрофлору кишки. Исследованиями, проведенными в Институте питания РАМН, установлена положительная роль ПВ на функциональную деятельность организма человека.

Чрезвычайно важную роль играют ПВ в функционировании толстой кишки. Протективная роль ПВ в развитии рака толстой кишки заключается в:

– увеличении объема стула, снижении концентрации канцерогенных веществ;

– укорачивании времени кишечного транзита, т.е. уменьшении контакта канцерогенов со слизистой кишки;

– снижении pH химуса, т.е. подавлении бактериальных образований потенциальных канцерогенов;

– повышении образования бутирата, защите клетки слизистой кишки от злакачественного перерождения;

– снижении уровня свободного аммиака, потенцирующего развитие опухоли;

– снижении бактериального расщепления защитной слизи;

– снижении активности мутагенов жареного мяса.

Помимо воздействия на функцию толстой кишки, ПВ оказывают выраженное влияние на процессы желчевыделения. Наиболее выраженное влияние на процессы желчевыделения оказывают отруби злаков, действующим началом которых являются гемицеллюлоза и целлюлоза.

Влияние ПВ на обмен желчных кислот во многом обусловливает их гипохолестеринемическое действие, что проявляется снижением в сыворотке крови уровня общего ХС, ХС ЛПНП и ХС ЛПОНП. Имеются данные, что обогащение рациона ПВ приводит к снижению уровня триглицеридов в сыворотке крови.

Положительное действие ПВ на липидный обмен объясняется несколькими факторами:

– повышением связывания и выделения желчных кислот и нейтральных стеролов;

– уменьшением всасывания липидов (ХС и ТГ) по ходу тонкой кишки;

– снижением синтеза фосфолипидов и холестерина в тощей кишке;

– уменьшением углеводсвязанной липемии (снижение глюкозы и инсулина);

– ингибированием синтеза ХС в печени короткоцепочными жирными кислотами- продуктами превращения водорастворимых ПВ;

– снижением в результате этих процессов синтеза ХС, липопротеидов и ЖК в печени;

– повышением активности липопротеидлипазы в жировой ткани;

– снижением активности панкреатической липазы;

– влиянием на минеральный обмен (фитиновая кислота, входящая в состав ПВ, способствует снижению содержания в плазме цинка и повышения соотношения цинк \медь, что оказывает гипохолестеринемическое действие).

Гипохолестеринемическое действие ПВ зависит от их источников. Наиболее выраженный эффект наблюдается у пектина и слизей. Гиполи-пидемическое действие ПВ является основой для их использования в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний, таких, как атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, гиперлипопротеидемия, гипертоническая болезнь, варикозное расширение и тромбоз вен нижних конечностей (392, 611).

Применение ПВ в диетотерапии больных сахарным диабетом и нарушенной толерантностью к углеводам основано на их способности снижать уровень глюкозы в крови. Влияние ПВ на углеводный обмен определяется такими факторами как:

– замедлением времени транзита по толстой кишке;

– замедлением высвобождения глюкозы из вязкого раствора с клейкими полисахаридами;

– подавлением поступления глюкозы в кишечный эпителий, чему способ-ствует увеличение неперемешиваемого слоя химуса и снижение активности пищевых амилаз;

– влиянием на секрецию гормонов (снижение секреции внутрикишечного глюкагона, инсулина и глюкагона поджелудочной железой).

Гипогликемическое действие оказывают в основном гелеобразующие ПВ — пектин и камеди. У целлюлозы и пшеничных отрубей этот эффект гораздо слабее. Овсяные отруби имеют преимущество перед пшеничными по гипогликемическому действию, в частности из-за наличия в них камеди.

ПВ имеют вспомогательное значение при лечении ожирения:

– уменьшение скорости опорожнения желудка, увеличение растяжения желудка, кишки способствует подавлению аппетита, создают ощущение насыщения, препятствуют перееданию;

– замещение в диете более энергоемких продуктов ПВ способствует снижению поступления энергии с пищей;

– благодаря влиянию на метаболизм углеводов и липидов ПВ снижают активность синтетических процессов в жировой ткани;

– ПВ оказывают диуретическое действие, способствуя выведению натрия и воды, являясь источником калия в диете.

Для лечения и профилактики ишемической болезни сердца (ИБС) и атеросклероза в целом, сахарного диабета, ожирения, заболеваний кишечника, дисбактериоза используются рационы питания, обогащенные пищевыми волокнами. Выдвинута гипотеза о влиянии недостаточного содержания ПВ в рационе питания населения высокоразвитых стран на более высокую заболеваемость и смертность от ИБС в сравнении с вегетарианской популяцией.

Установлено, что нерастворимые ПВ на уровень холестерина в плазме крови не оказывают влияния или влияют незначительно.

Растворимые ПВ пектиновые вещества, гумми, камеди, слизи, псиллиум, растворимые фракции гемицеллюлоз, включенные в рацион питания, могут вызывать снижение уровней общего холестерина (ОХС), холестерина липопротеидов низкой плотности (ХЛ-ЛПНП) и триглицеридов (ТГ) в сыворотке крови. Обогащение ра-

ционов питания рПВ, способствует снижению ОХС и ТГ на 15-18% и ХС-ЛПНП на 5–25%.

При включении в рацион 15 г\сут гуаргума в течение 8 недель наблюдается снижение ОХС и ХС-ЛПНП в сыворотке крови на 14-16%. Механизм гиполипидеического действия рПВ довольно сложный и у каждого вида рПВ имеет свои особенности. Выраженность действия рПВ зависит от дозы их в рационе питания и уровня поступления холестерина с пищей. В основе гиполипидемического действия рПВ лежит способность связывать и выводить из кишечника желчные кислоты и холестерин. Растворимые ПВ вызывают уменьшение эмульгирования жиров, нарушают эндогенный синтез холестерина, уменьшают печеночный пул ЛПНП и уровень ХС-ЛПНП в плазме крови и печени.

Благодаря желирующим свойствам, а также способности к набуханию, рПВ подавляют процесс перемешивания содержимого кишечника и взаимодействия пищеварительных ферментов с жирами и углеводами. Это замедляет переваривание этих макронутриентов и приводит к ускоренному выведению жиров и нейтральных стеринов (573). Установлено эффективное применение рПВ в комплексной терапии инсулинорезистентного сахарного диабета. Растворимые ПВ уменьшают внутриполостное pH в толстом кишечнике, что снижает риск возникновения онкологических заболеваний кишечника.

Растворимые ПВ обладают пробиотическим действием. Они участвуют в процессе переваривания и усвоения пищи, влияют на объем различных отделов ЖКТ, скорость обновления эпителия слизистой кишечника, скорость пассажа по кишечнику.

Многочисленные исследования подтверждают благоприятное воздействие ПВ на метаболизм углеводов и жиров в ЖКТ, на профилактику заболеваний сердечно - сосудистой системы и канцерогенеза в толстом кишечнике.

В исследовании «in vitro» показано, что рПВ (использовались гуарм, гуммиарабик и пектины) вызывают уменьшение эмульгирования жиров и тем самым способны замедлять процесс усвоения жиров.

Группа исследователей из США в результате проведенного эксперимента на морских свинках, пришла к выводу, что рПВ могут нарушать и эндогенный синтез холестерина, уменьшать печеночный пул ЛПНП и уровень ХС-ЛПНП в плазме крови и печени.

В ряде исследований показано достоверное снижение уровня глюкозы в крови, уменьшение глюкозурии и гиперинсулинемии у больных с нарушением толерантности к углеводам.

Исследователи из Англии обнаружили, что выраженность гипогликемического действия связана с размером молекул волокна и может отличаться не только у разных видов рПВ, но и у искусственно разделенных фракций одного и того же вида рПВ. Например, низкомолекулярная фракция гуарума обладает более высоким гипогликемическим действием, чем средне- и высокомолекулярные фракции.

Имеются данные об эффективности применения рПВ в комплексной терапии инсулинорезистентного сахарного диабета.

Благоприятным для углеводного и липидного обменов является также свойство ПВ способствовать стабилизации веса. По мнению Soutgate D. A. (1978) это связано с тем, что в результате увеличения объема содержимого ЖКТ и усиления перистальтики кишечника возрастает поток афферентной импульсации в ядра гипоталамуса. Последнее вызывает сенсорное насыщение, что уменьшает объем потребляемой в сутки пищи, а также облегчает переносимость малокалорийных диет при ожирении. Энергетическая ценность самих ПВ по данным большинства исследований приравнивается к нулю. Растворимые ПВ подвергаются видоизменению в кишечнике под действием ферментов микрофлоры, способных вызывать изменение их полимерной структуры с сопровождением уменьшения нутрипо-

лостного pH в толстом кишечнике, что благоприятно влияет на его функционирование и вместе с другими факторами уменьшает риск возникновения онкологических заболеваний.

Spiller I. (1984) в эксперименте на обезьянах показал, что при постепенном снижении содержания ПВ в рационе наблюдается повышение давления в полости кишечника, что коррелирует с частотой неинфекционных заболеваний толстого кишечника. Отмечено также снижение pH желчи. Особое внимание исследователей привлекает использование рационов питания, обогащенных ПВ, для лечения и профилактики ишемической болезни сердца и атеросклероза в целом, сахарного диабета, ожирения, заболеваний кишечника.

По данным различных клинических наблюдений считается эффективным потребление 30–60 г. ПВ в день. Но так как введение в рацион таких больших доз ПВ может вызывать ряд неблагоприятных эффектов, считается, что употребление их в количестве, превышающем 25–30 г\сут., нецелесообразно. В лечебных целях их количество повышается в диете до 40 г, и не должно превышать 60 г в день. В связи с этим во многих странах ведутся глубокие исследования строения, состава, свойств, так называемых пищевых волокон, технологии их выделения из растительного сырья, использования в качестве одного из компонентов при создании композиционных продуктов питания. Таким образом, рассмотрев и проанализировав свойства и характеристику пищевых волокон, полисахаридов нового поколения, каррагенанов и гуммиарабика сделан выбор пищевых волокон для разработки функциональных продуктов питания. При выборе ПВ большое значение придавалось способу изготовления продукта, т.е. учитывались особенности термопластической экструзии и технологии изготовления мясных рубленых полуфабрикатов.

При выборе полисахарида придерживались следующих положений:

1. Полисахарид должен содержать не более 6–8% влаги, т.к. вводится в экструдируемую смесь с фиксированной влажностью.

2. При нанесении поверхностного слоя полисахарид должен хорошо растворяться (без комкования) в небольшом количестве воды.

3.При внесении в рубленые полуфабрикаты полисахарид должен хорошо растворяться в фаршевых системах, создавая однородную структуру и сочетаться с другими видами вводимых добавок.

4 Волокно не должно расщепляться пищеварительными ферментами человека.

5 Применение полисахарида должно оказывать благоприятное влияние на здоровье человека (регулирование работы желудка, уменьшение процента глюкозы и холестерина в крови).

Учитывая вышеперечисленное, в качестве полисахарида природного происхождения был выбран гуммиарабик. Для введения в рецептуру продуктов гуммиарабик Spraygum BE, а для нанесения поверхностных слоев использовали Spraygum C., для введения в фаршевые системы гуммиарабик марки Fibregum.

1.2.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЛКОВ МИКРОБНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДРОЖЖЕЙ

Применение дрожжей в пищу людей известно с начала нашего века. Проведенные исследования показали, что белки растительного и животного происхождения можно с успехом заменить дрожжевыми белками. В области питания людей дрожжи описаны как «ценный источник белка и большой резервуар комплекса витаминов группы В.

В настоящее время внимание ученых привлекли новые источники получения белка из микроорганизмов, которые способны в процессе культивирования накапливать от 30 до 80% белка.

Разработка процессов промышленного производства белка, полученного с помощью грибных организмов имеет большое практическое значение, так как грибная биомасса является одним из наиболее психологически приемлемых для питания и биологически ценных продуктов микробиологического синтеза. При этом отмечается ее использование как высокобелкового продукта или как функциональной добавки в различных рационах.

По экспериментальным данным высокий процент дрожжевого белка и биологическая ценность являются одинаково важными при отборе штаммов. Состав ферментных аэробов и уровень аэрации также влияют на уровень качества дрожжевого белка. Имеются сведения о недостаточном связывании дрожжами воды (100 г дрожжей максимально связывают 200 г воды).

Для дрожжей в их развитии характерно протекание двух альтернативных процессов — синтеза нуклеиновых кислот и белка и накопления энергетически богатых триацилглицеринов.

Широкое применение нашли сухие дрожжи, так, как они устойчивы к длительному хранению, содержат активную интерфазу.

В количественном отношении главным компонентов сухих дрожжей являются белки. Из общего количества азота на аминокислоты приходится 80%, на нуклеиновую кислоту — 12%, на аммиак — 3%, причем 7% составляют свободные аминокислоты. Незначительное количество от содержания общего азота приходится на глутатион, лецитин, витамины и коферменты. Сухие дрожжи представляют собой мелкий порошок золотистого или серо-розового цвета с очень четко выраженным характерным вкусом и ароматом. В зависимости от степени устранения горечи и эффективности применения могут иметь более или менее горький или соленый вкус.

Питательная ценность сухих дрожжей связана с качеством их белков. Сравнительная оценка аминокислотного состава сухих дрожжей приведена в таблице 1.8.

По переваримости и усвояемости сухие дрожжи несколько уступают продуктам животного происхождения (говядине и казеину) и находятся посередине между белками животного и растительного происхождения. Значительное улучшение качества белков сухих дрожжей может быть достигнуто при обогащении их метионином, причем тогда их качество выравнивается с качеством казеина.

Сухие дрожжи богаты минеральными веществами, а по содержанию фосфора и железа превосходят рекомендуемое их суточное потребление Дрожжи богаты содержанием витаминов, особенно витаминов группы В. Количество витамина В1 в десять раз превышает рекомендуемую суточную дозу потребления, количество витамина В2, ниацина, пиродоксина и фолиевой кислоты в два раза выше рекомендуемой суточной дозы потребления.

Содержание углеводов в сухих пекарских дрожжах составляет около 35%. Это значение варьирует в зависимости от среды развития дрожжей и количества воздуха (аэрации среды). В дрожжах выделены четыре фракции, составляющие 94% от общего содержания углеводов: 33% трегалозы, 27% глюкана (клетчатка дрожжей), 21% маннана (клеющее вещество дрожжей) и 12% гликогена. Трегалоза является невосстанавливающимся резервом дисахаридов и находится в дрожжах в виде свободного сахара. Глюкан и маннан, которые считаются невосстанавливающимися, представляют собой полисахариды, входят в состав клеточных оболочек дрожжей и связаны с белками и липидами. Считается, что гликоген дрожжей идентичен гликогену животного происхождения. Усредненный основной химический состав дрожжей приведен в таблице 1.9.

Таблица 1.8.

Сравнительная оценка аминокислотного состава сухих пекарских дрожжей

Аминокислота, Г\100 г белка	Сухие пекарские дрожжи	Говядина	Казеин
Незаменимые:			
Лейцин	7,53	8,11	9,48
Изолейцин	4,51	4,81	5,39
Лизин	10,57	8,89	8,10
Метионин	0,26	2,70	2,78
Фенилалонин	4,43	4,40	5,22
Треонин	4,80	4,59	4,65
Триптофан	1,11	1,12	1,65
Валин	5,94	5,01	6,72
Гистидин	2,47	3,41	2,91
Заменимые:			
Аспарагиновая к-та	11,64	8,98	7,11
Серин			
Пролин	5,91	4,03	6,02
Глутаминовая к-та	3,81	3,77	11,54
Глицын	12,17	15,27	21,96
Аоанин			
Цистин	4,60	4,86	1,97
Тирозин	7,28	5,83	3,07
Аргинин	1,17	1,28	0,36
	3,11	3,60	5,80
	6,38	6,32	3,74

К свойствам дрожжей относится способность эмульгировать воду и жиры. Установлено, что в изолированной системе белки дрожжей эмульгируют жиры и воду и образуют термостойкую эмульсию (в условиях пастеризации и стерилизации) при соотношении дрожжи : вода : жир = 1:5:5.

Отмечается, что сухие дрожжи придают продуктам специфический вкус, что объясняется содержанием в них свободных аминокислот, влияющих на улучшение вкуса продуктов. Они способствуют «маскировке» вкуса немясных компонентов применяемых при производстве мясопродуктов (сои, свиной шкурки и т.п.).

Установлено, что целесообразно использование добавок микробного происхождение при производстве продуктов питания (мясных продуктах, птицепродуктах, напитках) с содержанием соевых белков, так, как при этом отмечается, что продукты обладают недостаточным вкусом.

Сухие дрожжи нашли свое применение в различных отраслях пищевой промышленности с использования в небольших количествах от 1 до 3%. При применении грибной биомассы для приготовления различных пищевых эмульсий установлено, что добавки улучшают технологические и функциональные характеристики эмульсий: увеличивается стойкость при хранении и вкусовые свойства. Наряду с этим, отмечается влияние дрожжей на снижение выделения жира и связывание воды в мясных системах.

При изучении функциональных свойств микробных белковых изолятов полученных путем ферментативной и кислотной обработки установлено, что такая обработка не приводит к изменению степени гидролиза, но способствует снижению содержания катионов Ca и Mg в 2-20 раз, в результате чего водо и жироудерживающие способности изолята возрастают в 2-3 раза.

Таблица 1.9.

Усредненный основной состав сухих дрожжей

Компоненты	Содержание, %
Белки	53,00
Жиры	0,27
Вода	3,10
Зола	7,49
Углеводы	35,73

С целью производства комбинированных и лечебных продуктов питания используется (после кислотной денуклинизации), пищевой белковый концентрат из дрожжей — сахаролизатов, содержащий нуклиотиды, угле-воды, минеральные вещества, белок и витамины.

Применяется использование белкового препарата из дрожжей при разработке мясных рубленых полуфабрикатов. Белковый препарат оказывает существенное влияние на окислительные процессы, органолептические свойства и сроки хранения продуктов. Получены данные об антиокислительной способности белковых изолятов из дрожжей.

В США и Великобритании дрожжи применяются главным образом в виде порошка, капель или таблеток с терапевтической целью из-за высокого содержания в них комплекса витаминов. Автолизат дрожжей применяется также для улучшения вкуса различных пищевых продуктов.

В Югославии рассматривается возможность применения пивных дрожжей в мясной промышленности с целью замены (частичной или полной) ввозимых из других стран белковых препаратов.

Имеются сведения об использовании сухих дрожжей при производстве печеночных паштетов, мясных консервов, вареных колбас, формованного мясного фарша. Известно о применении дрожжей в качестве источника витаминов группы В и белков с лечебной целью, в виде добавки в пищу детей, выздоравливающих и т.д., а также при лечении таких заболеваний как цирроз печени, бери-бери и др.

В нашей стране разработан препарат «Иммуновит». Он относится к биотехнологическим продуктам, его получают их хлебопекарных дрожжей с применением стадии глубокого автолиза. Иммуновит применяется как биологически активная добавка к пище, представляет собой высокоэффективное средство для повышения внутренних защитных сил организма, его сопротивляемости к инфекционным и неинфекционным заболеваниям.

Все имеющиеся данные о составе и функциональных свойствах сухих дрожжей позволяют говорить о возможности и перспективности их использования при разработке функциональных продуктов питания на различных основах, в том числе и в мясопродуктах.

1.2.4. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА, НАРУШЕНИИ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА, ЗАБОЛЕВАНИЯХ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ИММУНИТЕТА

В настоящее время в России и за рубежом ведутся активные разработки технологий и рецептур функциональных продуктов питания, большая доля разработок при этом приходится на диетические и лечебно-профилактические продукты. Решение задач по раз-

работке продуктов в этом направлении во многом зависит от изыскания новых нетрадиционных видов сырья, более полного использования сельскохозяйственной продукции и производственных отходов. Для организации лечебно-профилактического питания применяется различный ассортимент продуктов (от напитков до мясных консервов). Современные представления о диетическом и лечебно-профилактическом питании при различных заболеваниях и нарушениях расширились новыми понятиями и представлениями о продуктах и пищевых добавках, обладающих направленными, симулирующими, радиопротекторными, антиоксидантными и общеукрепляющими свойствами.

Наряду с этим хорошо известно, что при разработке этих продуктов используются добавки различного происхождения: растительные, животные, плодово-ягодные, овощные, микро- и макроэлементы, витамины, белки, пищевые волокна, дрожжи и т.д.

В отношении продуктов с антистрессорной направленностью, направленных на нормализацию ЖКТ, снижение содержания холестерина в плазме крови, повышающих иммунитет, можно отметить, что эти продукты содержат в своем составе следующие добавки:

– добавки с содержанием микрофлоры и дрожжей: настойка чайного гриба, дрожжевые экстракты, молочные закваски и т.д. (антибактериальная активность; профилактика онкологических заболеваний, антистрессорное действие, повышение активности иммунной системы);

– пищевые волокна — пшеничные отруби, концентраты пищевых волокон, метилцеллюлоза, пектин (стимуляция деятельности кишечника, вывод из организма солей тяжелых металлов, профилактическое питание для людей, проживающих в зонах повышенной радиации) и т.д.

Для организации лечебно-профилактического питания для детей и взрослых применяется различный ассортимент продуктов. К нему относятся драже, мармеладные изделия, консервы (овощные и мяс-

ные), макаронные изделия, кексы, изделия из бисквитного теста, пюре, овощные, напитки, хлеба и многие другие продукты.

Намечена тенденция замены дорогостоящего и труднодоступного сырья, расширения ассортимента продуктов энтерального питания, создания функциональных продуктов с питательным и физиологическим воздействием для использования как в терапевтической, так и в хирургической практике.

Большое внимание привлекают разработки продуктов, содержащих в своем составе белки, микрофлору, дрожжи и пищевые волокна.

Для введения в организм ПВ предлагаются пищевые составы и добавки, а также разработан широкий ассортимент продуктов с содержанием ПВ: крупяные изделия, напитки, закусочные палочки, хлеб, диетические пасты, продукты из зерна, продукты, изготавливаемые с помощью термопластической экструзии. При этом отмечается, в основном, использование пищевых волокон растительного происхождения на основе зерна. Возрастающий интерес отмечен к использованию таких ПВ, как каррагинан и гуммиарабик.

Из проведенного поиска отечественной и зарубежной литературы выявлено, что применение ПВ в продуктах питания направлено на: снижение уровня содержания холестерина в плазме крови; профилактику и лечение диабета; снижение веса и содержания жира и соли в организме.

Ведется активный поиск дополнительных способов диетарного воздействия на уровень липидов в крови. Одним из них является использование рационов питания, обогащенных ПВ. Существует две группы продуктов лечебно-профилактического направления для людей с повышенным содержанием холестерина в плазме крови. К первой группе относятся продукты с пониженным содержанием холестерина, а ко второй — продукты, снижающие уровень холестерина в крови. Наибольшее количество разработок в этом направлении встречается по снижению содержания жира и холестерина в продук-

тах. К этим разработкам относятся: продукты из сырого мяса и морепродуктов; диетическая колбаса (содержащая мясо рыбы); взрывные закусочные продукты с пониженным содержанием холестерина для людей и животных; молочные продукты; низкокалорийное мясо, цельные диетические яйца или яичные желтки с дальнейшей переработкой для приготовления блюд; жиры и масла и т.д.

В ряде разработок наблюдается тенденция к увеличению ассортимента продуктов и составов, снижающих содержание уровня холестерина в плазме крови. Разработки по этой группе продуктов встречаются редко, но о возрастающем интересе к ним говорит увеличение количества публикаций за последние годы в этом направлении. Так в Японии и США разработан ряд продуктов, направленных на снижение содержания холестерина в плазме крови с содержанием производного сывороточного белка, «эффективного» количества крахмала, устойчивого к воздействию ферментов и т.д.

Продукты обладающие антистрессорной направленностью, за исключением успокающевых напитков, обнаружить фактически не удалось, очевидно, в этом направлении основной акцент делается на лекарственные препараты.

Отмечается большое количество разработок, направленных на нормализацию деятельности ЖКТ. К ним относятся продукты на молочной основе, обогащенные различными видами молочнокислых бактерий. Хорошо известно влияние ПВ на функциональную деятельность толстого кишечника. С лечебно-профилактической целью назначаются различные препараты ПВ. При запорах рекомендуется препарат Regulan (из кожуры цитрусовых), Crusken (из злаковых и цитрусовых), Konsyl D (из подорожника), при синдроме раздраженной толстой кишки- Metamucil и Vi- Sibin (из семян подорожника); несколько видов ПВ (злаковых, фруктов, ягод) содержат Fibermed, используемый для снятия чувства голода, нормализации стула; препарат из пшеничных отрубей (Ту 569\10.18-88), разработанный в Одесской государственной академии пищевых технологий, при запо-

рах и дивертикулезе толстой кишки. Все выше перечисленные препараты выпускаются в виде, гранул, порошка, желе.

Отечественными учеными разработана БАД «Литовит», в состав которой входят пшеничные, овсяные или ржаные отруби, содержащие значительные количества гемицеллюлозы, пектина, лигнина, и цеолит холинского месторождения. Разработанная рецептура БАД создает идеальную среду для роста и размножения представителей нормальной микрофлоры кишечника, оказывает нормализирующее действие на перестальтику кишечника, способствует появлению чувства насыщения.

В последнее время наблюдается большой интерес к кисломолочным продуктам.

Кисломолочные продукты играют важную роль в профилактическом питании. Они легко усвояемы, содержат жизнеспособные клетки бактерий. Кисломолочные продукты стимулируют секретную деятельность, нормализуют перистальтику кишечника, улучшают процессы пищеварения и благоприятно влияют на усвоение пищевых веществ. Применяются при дисбактериозах и при длительном употреблении антибактериальных препаратов.

С целью расширения ассортимента кисломолочных продуктов функционального назначения проведены исследования по разработке напитков, ферментированных комбинированной закваской и обогащенных пшеничными зародышевыми хлопьями, которые содержат ценные натуральные пищевые и биологически активные вещества: витамины группы В, РР, токоферолы, полиненасыщенные жирные кислоты, растительные белки, микроэлементы. Разработан кисломолочный напиток «Росток» обогащенный комбинированной закваской, состоящей из бифидобактерий и ацедофильной палочки. Концентрация живых клеток микроорганизмов в готовом напитке составляет: бифидобактерий — $2x10^9$, ацедофильной палочки — $1x10^7$. Используемые микроорганизмы продуцируют антимикробные вещества (бактериоцин, молочную и уксусную кислоты и др.),

восстанавливают микрофлору кишечника и способствуют нормализации деятельности желудочно-кишечного тракта.

В последние годы в ТИНРО-центре большое внимание уделяется разработке кисломолочных продуктов на основе рыбы, коровьего и соевого молока. Известно, что коровье и соевое молоко, рыба содержат высокопитательные белки и ряд нутриентов, необходимых для жизнедеятельности человека. Однако количественный и качественный состав их в этих продуктах различен. Совместное использование молока и рыбы позволяет получать комбинированные продукты (на основе непромытой ткани минтая, терпуга и горбуши, молока или соевого молока) которые под воздействием лактобактерий имеют высокие питательные свойства и могут быть использованы в качестве лечебно-профилактического питания.

Одним из перспективных направлений развития современной науки о питании (трофологии) и пищевых технологий является создание продуктов, способствующих поддержанию эндоэкологии человека, а именно, естественного баланса кишечной бифидофлоры. Поддержание естественной бифидофлоры в организме на протяжении всей жизни связано с тем, что бифидобактерии постоянно должны иметь питательную среду.

К числу самых известных стимуляторов роста бифидобактерий относится лактулоза. Она может использоваться самостоятельно и в смеси с препаратами бифидобактерий для пролонгирования их действия. Эффективность применения лактулозы объясняется тем, что она не расщепляется в желудке и тонком кишечнике из-за отсутствия необходимого для этого фермента. Достигая толстого кишечника, лактулоза повышает кислотность микрофлоры, при этом уменьшается рост гнилостных бактерий и соответственно уменьшается свойственное им образование неионизированного, токсичного для слизистой оболочки аммиака. Лактулоза также стимулирует синтез бактериального белка, что способствует снижению уровня аммиака в кишечной экосистеме. Северо-Кавказский государ-

ственный технический университет совместно с НИИ детского питания и с ООО «Фелицата-Холдинг» разработал и утвердил технологии концентратов лактулозы под торговыми марками «Алкософт» и «Лактусан». Создан ряд продуктов: сывороточный напиток «Яблонька», кисломолочный напиток «Истринский», сухой молочный продукт «Бифилак» с содержанием лактулозы от 0,81 до 4,0%. ВНИМИ предложен целый ряд кисломолочных напитков с лактулозой (кефир, простокваша, варенец и т.д.). Нашло применение лактулозы в безалкогольных напитках, в создании лекарственных препаратов.

В ГНУ ВНИИ мясной промышленности разработаны технологии вареных колбасных изделий с добавлением от 0,1 до 0,5% лактулозы. Как показали результаты исследований, использование лактулозы в рецептуре вареных колбасных изделий взамен сахара не ухудшает качественные показатели продуктов, а колбасные изделия обладают бифидогенным действием.

Ведутся исследования по изучению влияния ангиогенина на заживление поверхностных ран и язвенно-эрозивных дефектов желудка. При этом установлено, что ангиогенин при нанесении на гнойные раны ускоряет процессы очищения их от фибрина, тканевого детрита и стимулирует репаративные процессы. При лечении язвенно-эрозивных процессов желудка способствует уменьшению площади язвенного дефекта слизистой за счет бурной эпителизации.

На протяжении последних нескольких лет через средства массовой информации население постоянно информируется о достижениях в области исследования лечебных свойств рыбы и других морепродуктов. Во многих странах, таких, как Япония, Дания, Норвегия и др., активно популяризируют так называемые «продукты здоровья», вырабатываемые из морского и океанического сырья. Наиболее перспективными являются комбинированные продукты рыбной кулинарии с заданным составом и структурой. При произ-

водстве подобных продуктов их состав можно подвергать регулированию для достижения соответствия дифференцированным требованиям рационального питания, включая диетическое, лечебное, детское питание. В зависимости от требований потребителей возможно получение продуктов с пониженной калорийностью, низким содержанием холестерина, поваренной соли. Необходимость включения в рационы питания пищевых волокон диктует целесообразность производства рыбоовощных продуктов. Наибольший эффект дало использование в новых продуктах океанической рыбы и овощной смеси.

Во ГУ ВНИМИ разработаны теоретические и практические основы производства молочных продуктов функционального питания. Разработан кисломолочный напиток с нерастворимыми пищевыми волокнами. В качестве источника пищевых волокон использован гетерополисахаридный комплекс, производимый в промышленности из вторичных ресурсов переработки сахарной свеклы. Присутствие в компонентах комплекса гидроксильных групп (целлюлоза, гемицеллюлоза), фенольных (лигнин), карбоксильных (гемицеллюлоза, пектиновые вещества) и аминогрупп белка обуславливает его многофункциональное действие. Продукт предназначен как профилактическое питание трудоспособного населения, проживающего в условиях неблагоприятной экологической обстановки, с целью восполнения дефицита ПВ и профилактики желудочно-кишечных заболеваний. Для обеспечения профилактического действия гетерополисахаридный комплекс вводится в состав кисломолочного продукта в количестве 0,5–1%.

Разработан ряд полифункциональных молочных фитопродуктов, которые представляют собой молочно-белковые творожные пасты с добавлением растений — источников антидотов: хлорофилла зеленых растений, клетчатки, меда, чеснока, мяты, топинамбуром. Создан кисломолочный продукт, обогащенный растительными добавками- источниками кремния, цинка, магния и др. БАД, включа-

ющий в состав и онкопротекторное растение — стевию. Продукты при потреблении, в ходе клинических испытаний, демонстрировали повышение содержания гемоглабина, эритроцитов, уровня лактофлоры, бифидофлоры, иммуноглобулина А, а также понижение уровня холестерина в плазме крови.

ВНИИПП совместно с Институтом питания и ВОНЦ РАМН выполнены клинические исследования применения сублимированных продуктов и их порошковых композиций (тыква, морковь, яблоки, свекла -плодоовощной порошок «Пектавит») в качестве лечебно-профилактического питания. Выявлено положительное клинико-биохимическое влияние данных продуктов на восстановление обменных процессов у больных гипохолестеринемией, гиперлипемией, дискинезией кишечника, а также выявлена возможность проведения на основе их применения активной профилактики наиболее распространенных заболеваний: злокачественных новообразований, атеросклероза и неспецифических инфекций.

В Республике Беларусь (БЕЛНИКТИММП), разработаны новые мясные полуфабрикаты профилактического назначения. Спроектированные рецептуры включают: мясо говяжье, свиное, яйцо, специи, гидратированный порошок морской капусты (10%) и другие БАД. В ассортимент входят котлеты, шницеля, колбасное сырье. Благодаря использованию морской капусты содержание йода и селена в одной порции полуфабриката составило соответственно — 100 мг и 70 мкг. (45).

Одним из перспективных направлений является создание и исполь-зование для производства мясных изделий биологических веществ на основе продуктов жизнедеятельности микроорганизмов (молочнокислые бактерии, лактобактерии и лактококки и бифидобактерии). Они обладают антагонистическими свойствами, которые объясняются подавляющим действием органических кислот, образуемых бактериями. В антагонизме молочнокислых бактерий большую роль играют продуцируемые ими соединения типа антибиоти-

ков. Образование этих соединений установлено как у лактококков, так и у лактобацилл. Многие из них выделены в чистом виде и получили названия: низин, лактобревин, булгарикан, диплококцин, лактолин и др.

Бифидобактерии препятствуют размножению болезне-творных бактерий благодаря образованию молочной, уксусной, в небольшом количестве муравьиной, масляной и пропионовой кислот. Установлено, что бифидобактерии участвуют в синтезе витаминов, молочнокислые бактерии ферментируют большое число углеводов и спиртов, а некоторые гидролизуют крахмал и синтезируют белок. Наряду с этим, они способствуют повышению иммунитета организма за счет иммуноморфологической перестройки в лимфоидном слое слизистой оболочки кишечника, регионарных лимфоузлах, благодаря повышению уровня фагоцитарной активности крови, бактерицидной активности сыворотки крови, количества лизоцима, а в ряде случаев и интерферона. Все это свидетельствует о том, что пищевые продукты, содержащие молочнокислые и бифидобактерии следует рассматривать не только как продукты питания повышенной биологической ценности, обеспечивающие организм пластическими и энергетическими веществами, но и как ценнейшие профилактические и лечебные средства.

Ветров В.С. и др. разработали бактериальные препараты «Лактан» в сухом и в жидком виде, предназначенные для обработки бескостных мясных полуфабрикатов и вареных колбас. В одном грамме сухого препарата содержится не менее 1х 109 КОЕ, а в 1 $см^3$ не менее 1х108 КОЕ молочнокислых микроорганизмов. Бактериальный препарат вносится в количестве 1 л — $1х10^6$ млн. активных клеток на 100 кг сырья. Восстановленный бактериальный препарат вносится на нежирное сырье, в начале куттерования, из расчета на 100 кг сырья — 0,3 г сухого препарата ($1,9х10^9$ клеток лактобактерий и лактококков).

Одним из природных соединений, нормализирующих уровень холестерина в плазме крови, является соевый лецитин, суточная доза которого составляет 2-3 г. Исследования показали, что помимо воздействия на уровень холестерина в крови соевый лецитин способен взаимодействовать с холестерином в составе бляшек и вызывать их рассасывание. На этом основано его применение либо как лекарственного препарата («Липостабил», Германия), либо как БАД для профилактики атеросклероза («Соевый лецитин» фирмы «Штерн» Германия и «Мослецитин» Института биохимической медицины, Россия). В МГУПБ рассматривается возможность создания продуктов лечебно-профилактического действия для профилактики атеросклероза. В связи с эти изучено поведение соевого лецитина в составе модельных мясных систем до и после термообработки в количествах, достаточных для оказания профилактического эффекта.

Как известно, дефицит белка, ПВ, а также минорных компонентов пищи, которые являются эссенциальными факторами питания, приводит к различным заболеваниям, в том числе снижению иммунитета организма человека. В связи с этим, для восполнения недостающих макро- и микронутриентов разрабатываются различные комбинированные продукты питания и биологически активные добавки.

Проведены исследования эластической соединительной ткани. Выбран оптимальный режим модификации, при котором степень переваривания составляет 60%. Установлена способность эластина образовывать комплексы с йодом. Учитывая, что при йодной недостаточности возникает вторичный иммунодефицит, проведены исследования по влиянию комплекса йод-белок на иммунную систему организма. Выявлено, что йодированный эластин обладает способностью повышать фагоцитарную активность макрофагов, что свидетельствует о его иммунокорригирующем действии.

Итак, из анализа ассортимента вырабатываемых продуктов, применяемых при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, нарушении липидного обмена, заболеваниях нервной системы и для поддержания иммунитета можно констатировать:

– что дрожжевые экстракты применяются редко, ассортимент продуктов, с антистрессорной направленностью незначителен;

– применение взаимодополняемых продуктов питания в лечебно-профилактических продуктах не обнаружено;

– применение гуммиарабика в лечебно-профилактических продуктах питания не встречается, хотя известно его применение в небольших количествах в мармеладе, глазури для конфет и т.д.;

– применение гуммиарабика известно, в продуктах на зерновой основе, в незначительных количествах, в основном, для усиления технологических свойств;

– применение гуммиарабика в сочетании с молочнокислыми бактериями для разработки поверхностных слоев на продукты не обнаружено;

– не найдено использование гуммиарабика при разработке функциональных продуктов на мясной основе.

1.2.5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКОЙ ЭКСТРУЗИИ ПРИ СОЗДАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

В последние годы встречается все большее количество публикаций, посвященных изготовлению лечебно-профилактических продуктов с помощью экструзионной обработки, в т.ч. термопластической экструзии.

Процесс термопластической экструзии широко используется в пищевой промышленности. Уникальной особенностью этого про-

цесса является его универсальность как по перерабатываемому сырью, так и по конечным продуктам.

С его помощью перерабатывают белки, полиса-хариды, смеси белков и смеси белков с полисахаридами, цельномолотое зерно, вторичное сырье мясной, молочной и рыбной промышленности.

В результате экструзионной обработки биополимеров получают готовые завтраки, закуски, аналоги мяса- и рыбопродуктов, макароны и каши быстрого приготовления. Производство широкого спектра продуктов базируется, во-первых, на мощной промышленной базе фирм, выпускающих экструдеры различных модификаций и производительности, и, во-вторых, на жестком контроле экструдируемого сырья, качества конечных продуктов и технологических параметров процесса. Задача получения экструзионных продуктов питания с заданными физико-химическими и потребительскими свойствами решается путем эмперического подбора технологических параметров процесса и экструдируемого сырья.

Известно, что на основе сырья растительного происхождения с помощью термопластической экструзии выпускается широкий спектор продуктов питания — от аналогов мяса и рыбопродуктов до готовых завтраков и закусок.

Основными компонентами экструзионных продуктов являются белки и крахмалы. Экструдаты с однородной или пористой макроструктурой содержат, как правило, до 80% крахмалов и 10–15% белков (за исключением регуляторов функциональных свойств фаршей, которыми являются экструзионные продукты питания с волокнистой макроструктурой с содержанием белка до 80%, а крахмалов до 10-5%).Экструзионные продукты питания, содержащие преимущественно крахмал, могут иметь изотропную и анизотропную микроструктуру, а продукты, основным компонентом которых являются белки, характеризуются анизотропной микроструктурой.

Слежение за процессом экструзии осуществляется путем контроля, как минимум, трех параметров: влажности экструдируе-

мого сырья, температуры в различных зонах экструдера, а также скорости вращения шнека. В экструдере выделяют несколько основных зон — питания, плавления и дозирования, а также головку экструдера с фильерой.

При использовании одношнековых машин предварительно увлажненное и перемешанное сырье попадает в зону питания, где оно дополнительно перемешивается и сжимается с помощью шнека. При использовании двухшнековых машин увлажнение экструдируемого сырья может осуществляться путем впрыскивания воды непосредственно в канал экструдера. В зоне питания осуществляется нагрев экструдируемого сырья до температуры 60–80 °С. При такой температуре и содержании воды до 30% биополимеры пластифицируются и переходят из стеклообразного состояния в высокоэластическое. В зоне плавления, в которой температура обычно поддерживается 120-1900С, материал переходит в вязко-текучее состояние, образуя расплав биополимеров. В этих условиях происходит денатурация нативных белков и желатинизация крахмалов. При этом кристаллические области способных к кристаллизации биополимеров, например, амилозы и амилопектина в составе крахмала плавятся, а аморфные переходят из неупорядоченного высокоэластического состояния в вязко-текучее. В зоне дозирования завершается процессы перехода биополимеров в вязко-текучее состояние. В этой зоне начинается структурообразование расплавов, затем фиксируемое в получаемых экструдатах.

Наиболее интенсивно структурообразование расплавов биополимеров протекает под действием сдвига и растяжения в головке экструдера и фильтра. Это обусловлено изменением реологических условий течения в этих зонах. В зависимости от конструкции фильтров можно получить экструдаты всех трех типов структур: пористой, волокнистой и однородной макроструктуры. При получении экструдатов пористой макроструктуры используют короткие неохлаждаемые фильтры. При выходе расплава биополимеров че-

рез такую фильеру происходит резкий сброс давления, что приводит к «взрывному» испарению воды и образованию пористой макроструктуры.

Необходимыми условиями получения экструзионных продуктов питания являются: увлажнение и пластификация сырья, получение расплава биополимеров, денатурация белков и кристаллизация крахмалов, структурирование расплава под действием сил сдвига и растяжения, его охлаждение и формирование. Способность биополимеров переходить в вязко-текучее состояние обеспечивает проведение самого процесса и отражено в названии процесса экструзии как термопластической.

Важную роль при разработке новых рецептур играет направление исследований функциональных свойств продуктов. Суть этого направления заключается в умелом использовании физико-химических представлений о механизме пищевых процессов для получения продуктов с заданными свойствами и структурой. Известно, что в основе получения экструзионных продуктов пористой, волокнистой и однородной структуры лежат явления деформации дисперсных частиц гетерофазного расплава биополимеров и его последующего формирования. Это дает возможность не только определить условия получения экструдатов заданной структуры, но и найти пути регулирования их ключевых функциональных свойств.

Для оценки качества продуктов типа готовых завтраков и легких закусок используют такие характеристики, как жесткость, хрупкость, пористость, толщина стенок пор, распределение их по размерам, индекс расширения экструдатов, их насыпная масса и растворимость, запах, вкус и многие другие параметры. Однако, при оценке потребительских свойств продуктов количество параметров, характеризующих качество продуктов, может быть сокращено до пяти. Это такие параметры экструдатов, как жесткость, хрупкость, вкус, их индекс расширения и насыпная масса. Последние два обычно используются при разработке новых рецептур базо-

вых экструзионных продуктов. Именно по этим двум параметрам проводится оптимизация процесса получения продуктов типа готовых завтраков и закусок, т.е. эти параметры являются ключевыми характеристиками качества целого ряда продуктов, полученных на основе крахмалосодержащего сырья.

Ордаковой А.И. , Засыпкиным Д.В. и др.(1992) было выдвинуто предположение, согласно которому жесткость базовых экструзионных продуктов, полученных на основе крахмалосодержащего сырья, можно характеризовать их напряжением среза.

Согласно представлениям Мойзера с сотрудниками, функциональные свойства базовых экструзионных продуктов являются функцией параметров системы - удельной механической и тепловой энергии, а также времени пребывания частиц экструдируемого сырья в канале экструдера. В свою очередь, эти параметры зависят от параметров процесса - производительности экструдера, частоты вращения шнеков и их геометрии, размеров структурирующих фильер, температуры проведения процесса, влажности экструдируемого сырья, его химического и гранулометрического составов.

При разработке новых рецептур продуктов пористой макроструктуры с использованием методов системного анализа в качестве ключевого функционального свойства может быть выбран лишь один параметр — как индекс расширения экструдатов, так и их насыпная масса.

Способность крахмалов изменять свои свойства в результате физического, химического, биологического или комбинированного воздействия привлекает внимание специалистов, работающих над созданием новых видов крахмалопродуктов, которые предназначены для расширения ассортимента пищевых продуктов, повышения качества и совершенствования технологии производства. При проведении исследовательских и прикладных работ в указанном направлении уделяется внимание более углубленному изучению тех изменений, которые происходят с крахмалом в результате расщеп-

ления, этерификации и влагометрической обработки, в присутствии химических реагентов.

Результаты этих исследований используют при разработке новых технологических процессов с целью получения новых видов крахмалопродуктов.

Крахмал как природный высокомолекулярный биополимер, содержащий в своей структуре большое количество функциональных групп, в результате экструзионной обработки с применением химических реагентов и пищевых добавок неорганического и органического происхождения (кислот, солей, щелочей, жиров и т.п.), имеет большие резервы для получения разнообразных по своим свойствам крахмалопродуктов. Экономические преимущества экструзии состоят в том, что она заменяет многие периодические процессы и громоздкое, сложное оборудование (вальцовые сушилки, автоклавы, реакторы, хлебопекарные печи, варочные аппараты периодического действия и т.п.) на непрерывные.

Одновременность интенсивного воздействия на крахмал физических и химических параметров процесса увеличивает скорость реакции в экструдере в десятки раз по сравнению с традиционными процессами пищевых производств и обеспечивает получение многих новых видов крахмалопродуктов с заданными свойствами.

Совершенствование имеющихся сегодня технологий позволяет использовать большое количество различного вида сырья в приготовлении готовых завтраков. Витамины, минеральные соединения, такие, как тиамин, рибофлавин, ниацин, железо и др. необходимые для полноценного питания соединения, а также высокий процент диетических волокон, могут быть включены в состав продуктов, чтобы повысить их пищевую ценность.

Широчайший сектор потребителей составляют дети, для которых производители разрабатывают новые виды изделий. Изготовление продуктов разнообразных форм, со специальными сладкими

покрытиями, которые становятся все более и более популярными, является одним из приобретенных направлений производства.

При таком широком спектре продуктов анализ имеющихся в настоящее время технологических процессов позволяет выделить два основных класса продуктов: хрустящие хлопья и взрывные продукты. Кукурузные хлопья - типичный пример первой группы продуктов. Ко второй группе относится рисовые палочки и небольшие кольца, изготовленные на основе смесей различных зерновых, которые в процессе переработки взрываются, что придает им хрупкость и воздушную, пористую структуру.

Основой производства продуктов быстрого приготовления является процесс варки исходного зернового материала. Эта операция необходима для того, чтобы перевести крахмал, имеющийся в зерне, в желатинизированное состояние, что позволяет сделать продукт быстроусвояемым при одновременном улучшении его вкуса и органолептических свойств.

Фирмой «Паван Мапимпианти» разработала продукты быстрого приготовления на основе таких материалов, как сорго, просо и др. Для улучшения вкуса и пищевой ценности изделий были созданы продукты с добавкам экстракта и раздробленных зерен какао, растительных волокон и белка. Среди диетических продуктов, разработанных этой фирмой, можно выделить также продукты типа хрустящих палочек с содержанием большого количества балластного материала (пшеничных и кукурузных отрубей), которые характеризуются очень низким содержанием крахмала и являются эффективными для улучшения пищеварения.

В последние годы в США запатентован и предложен ряд способов экструзионной варки для производства пищевых продуктов:

– способ экструзии для производства замораживаемого панировочного продукта;

– способ производства ROUX (печенья) с применением сдвоенного экструдера;

– способ экструзии и резки замороженных кондитерских изделий, содержащих измельченные пищевые материалы;

– способ производства экструдированных пищевых продуктов при повышенных температуре и давлении;

– жареные макаронные изделия, используемые как легкая закуска.

В Германии при производстве крахмалосодержащих гранулированных быстрорастворимых продуктов используется экструдер с двойным шнеком, а также экструдер для производства хрустящих изделий.

В современной практике экструзионных технологий нашли применение два типа экструдеров - одношнековые и двушнековые. Они имеют различные технические особенности, специфические рабочие параметры режимов переработки сырья, свои достоинства и недостатки. Эти машины в своих классах отличаются по производительности, назначению, технологическим возможностям и уровню технического исполнения. Экструдеры позволяют совместить ряд операций в одной машине, проводить их быстро и непрерывно.

Многие продукты питания чувствительны к нагреву, поэтому подвергать их тепловой обработке необходимо быстро. Используя экструдеры можно осуществлять высокотемпературную обработку в течение короткого промежутка времени. Благодаря высокому давлению значительно сокращается время варки. Экструдеры обеспечивают равномерность перемешивания в течение короткого промежутка времени. Смешивающая способность экструдера зависит от типа шнеков, компоновки, частоты вращения, при этом, двухшнековые экструдеры обеспечивают лучшее перемешивание, чем одношнековые.

Современная многофункциональная установка состоит из следующих основных узлов: экструзионная камера, шнековые валы,

привод шнековых валов, матрица с фильерами, режущее устройство, дозатор сыпучих компонентов, дозатор жидких компонентов, пульт управления. Главными узлами являются камера и шнек.

Одношнековые и двухшнековые экструдеры производят зарубежные фирмы: Almex, Amandus Kahll Nachf, Anderson International, Namsung Industrial Co. LTD, APV Baker, Berga, Herstorff Berstorff, Brabender DHC, Buhler, Clecxtral, Eder Extrusion Co, Ex Trutech, Inotec International, Jesma Matador, Instapro, Lalesse, Millbank, Pavar Mapimpianti, Wenger, Spront Readco, Teledyne Readco, Walter.

Отечественные экструдеры производят: КМЗ, «Арсенал», Benec, НТЦЭПУ РАМ и ШЭТ; ПНО «Прибор» и др.

При изучении вопросов, связанных с разработкой биотехнологических процессов производства функциональных продуктов питания, основанных на применении полисахаридов природного происхождения была использована автоматизированная экспертная система «FORECASTER». Ключевыми словами для поиска служили: экструзия, экструзионная варка, продукты функциональные, диетические, продукты с содержанием пищевых волокон, пищевые волокна, их применение. Общее количество рефератов, найденных по базе, составило 176 источников. По проведенному поиску составлен атлас науки. Проанализирована активность стран, работающих в этом направлении (Япония, Германия, США) и частота встречающихся материалов по годам.

Выявлено, что экструзия, как таковая, хорошо известна и пользуется популярностью, термопластическая экструзия развивается стабильно с 1988 года, большое значение при этом придается качеству продуктов и конструкции экструдеров, от которых, в частности, зависит это качество, а также экструзионным продуктам с функциональной направленностью.

Стабильность наблюдается по применению пищевых волокон, производству продуктов на растительной основе, «здоровой пище», разработок технологии пищи и оборудования.

Рост интереса происходит по качеству продуктов, питательной ценности, разработке технологий. Неопределенность отсутствует.

Из приведенного поиска можно сделать вывод, что разработка технологий экструзионных продуктов, выработанных методом термопластической экструзии с функциональной направленностью, за счет введения в рецептуру ПВ, актуальна и представляет большой интерес.

1.2.6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

Поверхностные слои применяются для жареных и печеных продуктов, для хлебобулочных продуктов, в кондитерской промышленности, в т.ч. жевательных резинках, при производстве зерновых и экструзионных продуктов. Они имеют различный состав и назначение. По своему составу могут быть как многокомпонентными и однокомпонентными и использоваться для улучшения вкусо-ароматических характеристик продуктов, как гидрофобный барьер между пищевыми компонентами, имеющими различную влажность, в качестве защитного слоя.

В США разработан готовый к употреблению зерновой пищевой продукт со сниженным содержанием жира. Продукт содержит основной компонент и покрытие. Основной компонент состоит из 30–90% зерновых хлопьев и 0–10% твердых веществ молока. Покрытие содержит 5–60% сахара, 1–30% водорастворимого диетического волокна и воду для придания покрытию жидкой консистенции.

В США на готовый к употреблению вспученный мучной продукт, с основой в форме полой подушки, наносится внешняя оболочка толщиной 0,5–2 мм. Оболочка (покрытие) предварительно подслащивается при массовом отношении основы к покрытию от 1:1 до 20:1.

Известен слой покрытия для многокомпонентного пищевого продукта, имеющего гидрофобный барьер между пищевыми компонентами, с различной влажностью. Слой покрытия состоит из суспензионной смеси из 3–12% яиц, 3–18% молочного белка и воды. Наносится слой покрытия из смеси на первый компонент пищевого продукта, покрытый компонент нагревается в течение 1,5-2 мин при температуре 70–100 °С до коагуляции яиц. На слое покрытия располагется второй пищевой компонент.

При приготовлении усиленного волокнами экструзионного пищевого продукта в виде слойки, его покрывают маслянистой пастой, содержащей 90-100% пищевого масла и 0-10% ароматизирующих веществ и, местно, наносят ароматизирующий премикс, который содержит дополнительное волокно в количестве до 37% от массы ароматизирующего премикса.

Для жареных и печеных продуктов в качестве поверхностного слоя применяется глянцевое покрытие. Оно содержит гуммиарабик, декстрин тапиоки и ксантановую камедь в виде сухой смеси, которую наносят на нагретую пищевую основу, предпочтительно сразу после обжаривания или выпекания. Известен европейский патент «Покрытие для пищевых изделий».

При покрытии продуктов в США используют рисовый крахмал. Пищевой продукт покрывают белым порошком рисового крахмала и затем наносят на него окрашенное покрытие. Рисовый крахмал имеет размеры частиц 2–8 мкм и степень белизны 101,7–103,9, которая выше степени белизны диоксида титана, карбоната кальция, кукурузного крахмала, пшеничного крахмала или крахмала тапиоки.

Также в качестве покрытия применяется мучная смесь. Пищевую основу порционируют и охлаждают. Охлажденную основу предварительно обсыпают мучной смесью, содержащей растительные белки и активируемый при низкой температуре модифицированный пищевой крахмал. Обсыпанную и охлажденную пищевую

основу покрывают схватывающейся при низкой температуре жидкой панировкой, содержащей мучную смесь и воду. В контакте с охлажденной пищевой основой панировка схватывается и закрепляется на пищевой основе. При выдерживании панировка образует белковую и крахмальную матрицу, которая значительно снижает миграцию воды из пищевой основы в покрытие, и практически полностью переходит в гель без необходимости внутреннего тепла.

Используется также жидкая панировка для продуктов. Основу пищевого продукта порционируют и нагревают в печи. Нагретую пищевую основу покрывают схватывающейся при нагревании жидкой панировкой, которая содержит модифицированный фосфатом крахмал. Панировка схватывается и проваривается на месте под действием скрытого тепла нагретой пищевой основы и закрепляется на пищевом продукте без последующего обжаривания.

Известен способ приготовления пищевых продуктов, покрытых гелем, основанный на том, что на поверхность пищевой основы наносят водную болтушку, содержащую источники ионов натрия и/или кальция. Пищевую основу обсыпают сахарной крошкой и наносят на ее поверхность водный гелеобразующий раствор для формирования пленки термообратимого геля.

Для замороженных кондитерских изделий применяют покрытие пониженной калорийности. В процессе приготовления деаэрированного состава для покрытия готовят эмульсию типа « масло в воде», содержащую растительное масло, вкусовое вещество, эмульгатор, подслащиватель и воду. Полученную эмульсию деаэрируют.

При производстве жевательной резинки с внешним твердым покрытием составляющим 10–65%, применяют для внутреннего покрытия в одном случае 50–100% ксилита и в другом случае 50–100% гидрогенизованной изомальтулозы.

В Японии применяют карамелизованное покрытие для пищевого продукта, обжаренного на масле. Карамелизованное покрытие состоит из сахарного песка, в который введен загуститель, содержа-

щий низкометоксилированный пектин и лимонную кислоту. При замораживании продукт образует единое целое с покрытием, в котором пектин составляет 0,5–3,0% от массы сахарного песка.

В США разработаны подслащивающие составы, покрытые жиром и маслом. В покровных слоях используют крахмал и целлюлозу. Пищевой продукт с покровным слоем, который может быть разогрет микроволновым излучением, получают предварительным опылением продукта смесью порошкообразного крахмала и порошкообразной целлюлозной камеди, которые образуют гели при нагревании в присутствии влаги.

В Великобритании разработано съедобное влагоустойчивое покрытие в виде пленки содержащей смесь пищевого жира, молочного белка, крахмала и целлюлозы. Эту смесь выливают на яблочное пюре перед нанесением украшения на верхнюю поверхность мучного кондитерского изделия.

При производстве на экструдере вспученного продукта на основе бобов с оболочкой или без нее, в качестве поверхностного слоя, который наносят на вспученный продукт, используют масло или жир.

При производстве попкорна из капсулированных зерен кукурузы, в качестве поверхностного покрытия применяют маслянистое пищевое вещество или пищевой воск и внешнюю оболочку, содержащую полимерный материал и пищевое вещество, улучшающее вкус и уменьшающее хрупкость, в достаточном количестве для обеспечения гибкости внешней оболочки. При разработке зерновых продуктов применяются покрытия с фруктовым соком. Покрытие представляет собой смесь подслащивающего сиропа, содержащего 9–85% восстанавливающих сахаров и раствора пектина. Отношение подслащивающего сиропа к пектину составляет 20:1–25:1 (предпочтительно 22:1). Эту смесь наносят на пищевой продукт в количестве, достаточном для придания ему степени сладости и вкусовой характеристики. Подслащенный сухой пищевой продукт не

слипается и не комкуется вместе с другим подслащенным пищевым продуктом.

Известен способ приготовления пищевого продукта, покрытого дисперсией коллагена. Коллаген, получаемый из шкуры буйвола, коровы или свиньи диспергируют в воде и в приготовленную дисперсию вводят коптильную жидкость в количестве 10-100% от массы сухого коллагена, гомогенизируют при помощи вакуумного смесителя. Смешанную дисперсию вместе с пищевым составом, таким как говяжий фарш или рыбная мука, сразу подают в экструдер, получая экструдированный пищевой продукт, покрытый дисперсией коллагена. Сухое состояние продукта сохраняется даже после искусственного охлаждения без повреждения оболочки, благодаря тепловой денатурации при сушке и липкости после охлаждения.

В США разработаны барьерные пленки на продукты. Для уменьшения количества масла, адсорбированного продуктом, пищевой продукт покрывают водной суспензией латекса, содержащей практически нерастворимые в воде гидрофобные микросферы со средним диаметром около 30 мкм. Покрытие высушивают в условиях, способствующих образованию непрерывной белковой пленки, являющейся барьером для масла.

При производстве вспученных продуктов из теста смешивают измельченную пшеницу с водой с добавлением 0,1–0,75% (от массы теста) первого поверхностно-активного вещества (лецитина или камеди акации). На высушенный экструзионный продукт наносят покрытие, состоящее из растительного масла и диспергированного в нем второго поверхностно-активного вещества. Масло наносят в количестве 5-12% от массы продукта, а второе поверхностно-активное вещество (лецитин или камедь) составляет 0,1–0,75% от массы масла. На покрытый слоем пищевой продукт наносят сухую приправу, имеющую размеры частиц 40-60мсм.

Проведенный анализ литературных источников показал, что использование поверхностных слоев для различных видов пище-

вых продуктов применяется в зависимости от назначения и состава: в качестве улучшителя вкусо-ароматических характеристик продукта; защитного слоя; формующего слоя и т.д. Состав поверхностных слоев может быть различным: сахар, диетические волокна, белки, масла, крахмалы.

Выявлено, что ведущими странами по разработке поверхностных слоев для пищевых продуктов питания являются США, Япония и Великобритания. В литературе встречаются данные о поверхностных слоях для жареных, печеных продуктов, кондитерских изделий, жевательной резинки, экструзионных, зерновых, вспученных продуктов из теста.

Применяются однослойные и двухслойные покрытия, наносимые последовательно одно на другое.

Основой жидких покрытий является вода. Для поверхностных слоев применяются различные виды покрытий такие, как сахар, водорастворимое волокно, яйца, молочный белок, рисовый крахмал, мучная смесь, модифицированный фосфатом крахмал.

Применяются глянцевые покрытия, содержащие в своем составе гуммиарабик, камедь, различные премиксы, наносимые на нагретую основу. Используются эмульсии типа «масло в воде», ксилит, карамелизованное покрытие, состоящее из сахарного песка с загустителем, подслащивающие составы, покрытые жиром и маслом.

Из пищевых волокон применяют пектины, порошкообразную целлюлозную камедь, частично гуммиарабик.

Для экструзионных продуктов используют масло или жир, масляное пищевое вещество или пищевой воск, применяют покрытия с фруктовым соком.

Покрытия представляют собой смесь подслащивающего сиропа и раствор пектина, дисперсию коллагена, лецитин или камедь. Их наносят в количестве 0,1–0,75% от массы масла (от 12%).

Однако выявлено, что применение гуммиарабика встречается редко и гуммиарабик применяется в покрытиях в количестве не более 1,5–2%.

Применение гуммиарабика в покрытиях для экструзионных продуктов не встречается. Гуммиарабик применяют для продуктов общего назначения, так как, количества в которых он применяется, никак не могут придавать какую-либо лечебно-профилактическую направленность продуктам.

1.2.7. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУР И ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

При изучении математического моделирования качества технологии, имея адекватные математические модели подсистем, позволяющие реализовать имитационное моделирование, можно получить распределение плотности вероятностных параметров, отражающих качество продукта. Герасимов М.К. и Панфилов В.А. в качестве метода имитационного моделирования рассматривали метод Монте-Карло.

Метод Монте-Карло определялся как метод моделирования случайных величин (или формирования случайной величины) с целью вычисления характеристик их распределений.

Моделирование случайной величины (процесса) предполагает воз-можность ее конструирования с помощью некоторого случайного меха-низма. Далее ставится задача многократного решения полученной зави-симости путем использования выражений введенных в ЭВМ, либо в виде дискретных рядов, либо в виде непрерывных распределений. При решении задачи авторы использовали «генератор» случайных чисел ЭВМ.

Знание энтропий состояния подсистем, полученных как расчетным путем, так и с использованием имитационного моделирова-

ния, позволяет определить уровень целостности проектируемого технологического потока и выбрать направления его усовершенствования уже на этапе создания машинной технологи. Проанализировав параметры, входящие в матема-тическую модель можно на этапе подготовки производства установить требования к ним и обеспечить их выполнение технически.

Предложенный метод дает возможность управлять качеством тех-нологии на этапе проектирования производства и переходить на уровень информационных технологий.

Математическое моделирование используется при разработке различных рецептур продуктов. Так при разработке оптимальных рецептур сухих завтраков повышенной биологической ценности используется методология экспериментально статистического моделирования (ЭСМ), класс задач «технология-система». Методология основывается на выделении ключевого нутриента моделирования и оптимизации его качества.

Это направление получило развитие в ряде аналитических методов расчета качества белковой составляющей отдельных пищевых продуктов и многокомпонентных композиций. Выбор плана эксперимента осущес-твляется по каталогу последовательно генерированных оптимальных планов для полных полиномов второго порядка. Критерием оптимизации служит содержание каждой из восьми незаменимых аминокислот. Вычислительный эксперимент состоит в получении поверхности отклика по модели при варьировании значений переменных по всему фактору пространства. Локальная область факторного пространства определяется с учетом химического состава сырья. Расчет коэффициентов и статистическая обработка результатов производится с помощью регрессионного анализа по методу наименьших квадратов после реализации эксперимента позволяют получить регрессионные уравнения, адекватно описывающие количество каждой из незаменимых аминокислот при варьировании рецептурного состава продукта.

Графическая интерпретация результатов вычислений в виде изолиний на поверхности треугольника по каждой математической модели позволяет на практике прогнозировать количество каждой аминокислоты при выбранном соотношении рецептурных компонентов.

При оптимизации рецептур мясопродуктов известно использование СИМПЛЕКС — метода. Этот метод является аналитическим методом решения задачи линейного программирования, позволяющим найти оптимальное решение в смысле максимизации или минимизации целевой функции. Процесс принятия решения симплекс-методом переходит из неформализованного к формализованному методу. Принятие формализо-ванных решений базируется на двух основных методах: логическом моделировании и оптимизации. Принятие оптимальных решений осно-вывается на трех составляющих: математической модели, решении задач на компьютере и исходных данных.

Оптимизационная задача решается по выбранным показателям, к примеру, химическому составу, витаминному, минеральному составу и энергетической ценности. Для расчета математической модели рецептур мясопродуктов включают исходную выходную информации. Вся матема-тическая модель состоит из трех составляющих: целевой функции, ограни-чений и граничных условий. Модель включает в себя: ограничения по содержанию нутриентов, разработку математической модели, результат решения.

Данная схема математической модели была использована при соста-влении моделей для конкретных видов мясопродуктов: сарделек с папор-тником и с морской капустой, пельменей, котлет с облепиховой мукой и пюре из шиповника и боярышника.

В публикациях имеются данные по вопросам компьютерного проектирования продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью. Начальный этап разработки теоретических основ и конкретных методов реализации принципов проектирования сба-

лансированных пищевых продуктов связан с формализацией качественных и количественных представлений от рациональности использования незаменимых аминокислот в технологии адекватной экзотрофии.

Формализация, учитывает взаимосбалансированность незаменимых аминокислот. На основании принципа Митчела-Блока предложен коэффициент утилитарности j–й незаменимой аминокислоты, коэффициент утилитарности аминокислотного состава в продукте г\100 г белка, коэффициент аминокислотного состава, численно характеризующий сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме (эталону) показатель сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот, характеризующий суммарную массу незаменимых аминокислот, не используемых на анаболические цели.

Вторым этапом создания теоретических и практических основ проектирования пищевых продуктов считается разработка методов моделирования влияния набора и соотношения рецептурных ингредиентов на изменение массовых долей макро и микропитательных веществ.

Методика проектирования рецептур многокомпонентных пищевых продуктов включает в себя три этапа.

1 ЭТАП – Моделирование аминокислотного состава белка проектируе-мого пищевого продукта и выбор значений в наибольшей степени удовлетворяющих критерию.

2 ЭТАП – Оценка жирнокислотного состава проектируемого продукта.

3 ЭТАП – Расчет энергетической ценности проектируемых продуктов питания.

Методика проектирования состава продуктов может быть исполь-зована для обоснования сбалансированных пищевых рационов включаю-щих первые и вторые блюда (с учетом состава гарниров, количества съедаемого хлеба), десертных блюд и напитков.

Наиболее перспективно применять данную методику к мясным продуктам, входящим в пищевые рационы определенных групп людей, объединенных по возрастному, профессиональному или другим призна-кам, питание которых осуществляется централизованно (9).

Обобщая имеющийся опыт по методологии и методам математи-ческого моделирования в области пищевых технологий выделяется семь последовательных стадий методологии математического моделирования сложной технологической системы:

ПЕРВАЯ СТАДИЯ — (наиболее важная) – постановка задачи;

ВТОРАЯ СТАДИЯ — определение фундаментальных законов, которым подчиняется механизм явлений, составляющих проблему;

ТРЕТЬЯ СТАДИЯ - на основе выбранной физической модели, применительно к решаемой задаче, записывается система соответствующих математических уравнений;

ЧЕТВЕРТАЯ СТАДИЯ — при составленных уравнениях определяется метод решения их совместной системы;

ПЯТАЯ СТАДИЯ — выбор одного из нескольких возможных способов решения в зависимости от уровня проведенного исследования процесса и от сложности уравнений модели;

ШЕСТАЯ СТАДИЯ — анализ модели (наиболее результативный и целесообразный анализ модели – анализ с использованием ЭВМ);

СЕДЬМАЯ СТАДИЯ — изучение и подтверждение результатов полученных при решении математической модели.

При моделировании динамических режимов с помощью дифференциальных уравнений наблюдаются отличия, характеризующиеся тем, что параметры системы изменяются с течением времени.

Статические и динамические режимы моделируются для решения двух задач — анализа и синтеза. Анализ осуществляется на

двух уровнях: анализ отдельной фазовой траектории и анализ динамических свойств системы в целом.

Основной метод анализа траектории заключается в получении ее точек с помощью решения дифференциального уравнения, которое является моделью объекта.

Из анализа информационных источников выявлено, что наиболее часто встречающимися типами моделей являются следующие модели:

– линейные; эвристические; многовариантные; сетевые; регуляторные; обслуживания; многоуровневого планирования.

При математическом программировании наиболее часто используются линейные функции, при этом целевой функцией, как правило, выступает функция расходов: попытка программирования по двум или нескольким целевым функциям составляет 10% от числа работ по линейному программированию. Единичные работы посвящены нелинейному программированию технологий.

В целом математическое моделирование технологий предлагается рассматривать как процесс построения и изучения иерархической системы автономных математических моделей. Выбор уровня абстрагирования при математическом моделировании технологий (особенно, биотехнологий) должен предусматриваться теми задачами, которые должны быть решены с помощью построенной модели, информации, а также конечной целью исследования.

Разработана ТРЕХУРОВНЕВАЯ система классификации полученных моделей.

К математическим моделям первого уровня, описывающим техно-логический процесс, отнесены модели, которые содержат графические и аналитические параметры процесса, получаемые в результате экспериментальных исследований на конкретной установке или приборе.

Это наиболее широкий класс моделей, как правило, представляет дискретный набор знаний параметров (таблица или точки на

графике), которые в дальнейшем подвергаются математической обработке для получения аналитической зависимости между этими параметрами. В моделях первого уровня обрабатываемая среда не находит отражения в математической модели процесса, так как отсутствует причинно-следственная взаимосвязь между параметрами процесса с точки зрения законов природы.

Модели первого уровня нашли широкое распространение в силу простоты и доступности их получения. При правильном их использовании эти модели могут достаточно эффективно применяться для управления несложными технологическими процессами.

К математическим моделям второго уровня относятся модели, которые представляются в виде хорошо известных и изученных процессов и их моделей, но с введением в них соответствующими экспериментальными или аналитическими поправочными коэффициентами.

Принципиальным отличаем, проводимых на этом уровне измерений является то, что они осуществляются в точном соответствии с принятой математической моделью. Результаты измерений обрабатываются по приближенной модели, получая при этом математическую модель исходного процесса появляется возможность оценить влияние оборудования на конкретный процесс.

Область применения модели второго уровня та же, что и первого, т.е. только в объеме проводимых измерений. Модели второго уровня имеют меньшее распространение из-за высокой трудоемкости их получения.

К математическим моделям третьего уровня, описывающим технологический процесс, относятся модели, в которых параметры процесса связаны известными законами физики, химии и т.д.

Это более узкий класс моделей. Получают их путем глубоких теоретико-экспериментальных исследований. Они отражают уровень современных фундаментальных знаний о конкретном процессе и входящих в него обрабатываемых средах.

Математическая модель третьего уровня является своеобразным эталоном технологического процесса и по ней можно как контролировать сам процесс, так и оценивать математические модели этого уровня любые установки отличаются только габаритами. Здесь следует особенно отметить, что в любом случае необходима верификация математической модели, а именно, экспериментальное подтверждение ее соответствия моделируемому оригиналу.

Разработка математических моделей, направленных на обеспечение гарантийного качества и безопасности продуктов питания является важной задачей.

В МГУПБ совместно с ГНУ ВНИИМП проводятся работы по прогнозированию качества и безопасности продукции. На примере сырокопченых мясных изделий с использованием бакпрепарата (стартовая культура) разработаны математические модели, создано специализированное программное обеспечение предсказуемости результатов выполнения технологических операций, позволяющее подойти к реализации идеи компьютерного моделирования этих процессов и формированию гибких управляющих воздействий на осуществляемые производственные процессы. В работе ставилась задача исследования и предсказания динамики изменения содержания микроорганизмов при созревании с учетом свойств мясного сырья (среды) В качестве исходной математической модели при решении этой задачи была принята модель роста популяций Пригожина. На основании предложенной модели были получены зависимости, позволяющие прогнозировать развитие микроорганических популяций на всех стадиях созревания ферментированных мясных изделий. Были определены временные интервалы достижения оптимизации технологических процессов, построены регрессионные зависимости изменения биохимических, физико-химических показателей и потери продукта в зависимости от продолжительности процессов копчения-сушки и хранения. В результате выполненных экспериментальных и теоретических исследований имеются все пред-

посылки реализации концепции адаптивного управления технологиями переработки мясного сырья в режиме «диагноз-прогноз-управление», основанной на методах компьютерного моделирования.

Глава 2. РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

2.1. ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

В процессе проведения исследований, по разработке ФПП была предложена классификация (рис. 2.1.), рассмотрены основные требования и даны рекомендации по их созданию.

К продуктам функционального питания относятся продукты с заданными свойствами в зависимости от цели их применения. В основном это уменьшение или увеличение определенных составляющих пищи (белка, аминокислот, липидов, витаминов, микро- и макро элементов, пищевых волокон и т.д.).

Основное внимание при разработке ФПП уделяется медико-биологическим требованиям, предъявляемым к продуктам и добавкам. Так, например, диетические продукты питания и продукты для детей (общего назначения) отличаются содержанием предельно допустимых значений жира, белка, аминокислотного состава, витаминов, микроорганизмов и т.д.

Учитывая, что функциональную направленность продуктам придают, в основном, вводимые в рецептуры БАД, в первую очередь, рассматриваются требования предъявляемые к ним. Прежде всего, это безвредность. Необходимо также учитывать прямое, побочное, вредное, аллергическое действие добавок. Пищевые добавки, а также методы технологической обработки продуктов должны быть тщательно изучены для обеспечения их безопасности для здоровья человека. Поэтому к основным медико-биологическим требованиям относятся (35):

безвредность — отсутствие прямого вредного влияния; побочного вредного влияния (алиментарной недостаточности, изменения кишечной микрофлоры); аллергического действия; потенцированного действия компонентов друг на друга; не превышение допустимых концентраций — такие показатели, как токсические (безвредность при сколь угодно длительном потреблении), органолептические (не ухудшение органолептических свойств продукта), общегигиенические (отсутствие негативного влияния на пищевую ценность продукта), технологические (не превышение требований по технологическим условиям и фактическую концентрацию в пищевых продуктах, наблюдаемую при соблюдении гигиенических и технологических показателей.

Помимо медико-биологических требований к ФПП, обязательным условием их создания является или разработка рекомендаций к приме-нению или клиническая апробация. Так, например, для диетических продуктов питания не требуется проведения клинических испытаний, а для ЛПППП клиническая апробация обязательна. Исходя из требований к ФПП, разработаны рекомендации к их созданию:

- выбор и обоснование направленности функционального продукта;
- изучение медико-биологических требований, предъявляемых к данному виду ФПП;
- подбор основы для ФПП (мясной, растительной и т.д.);- выбор и обоснование применяемых добавок;- изучение прямого, побочного, вредного влияния и аллергического действия добавок;
- выбор и обоснование дозы добавки или группы применяемых добавок;

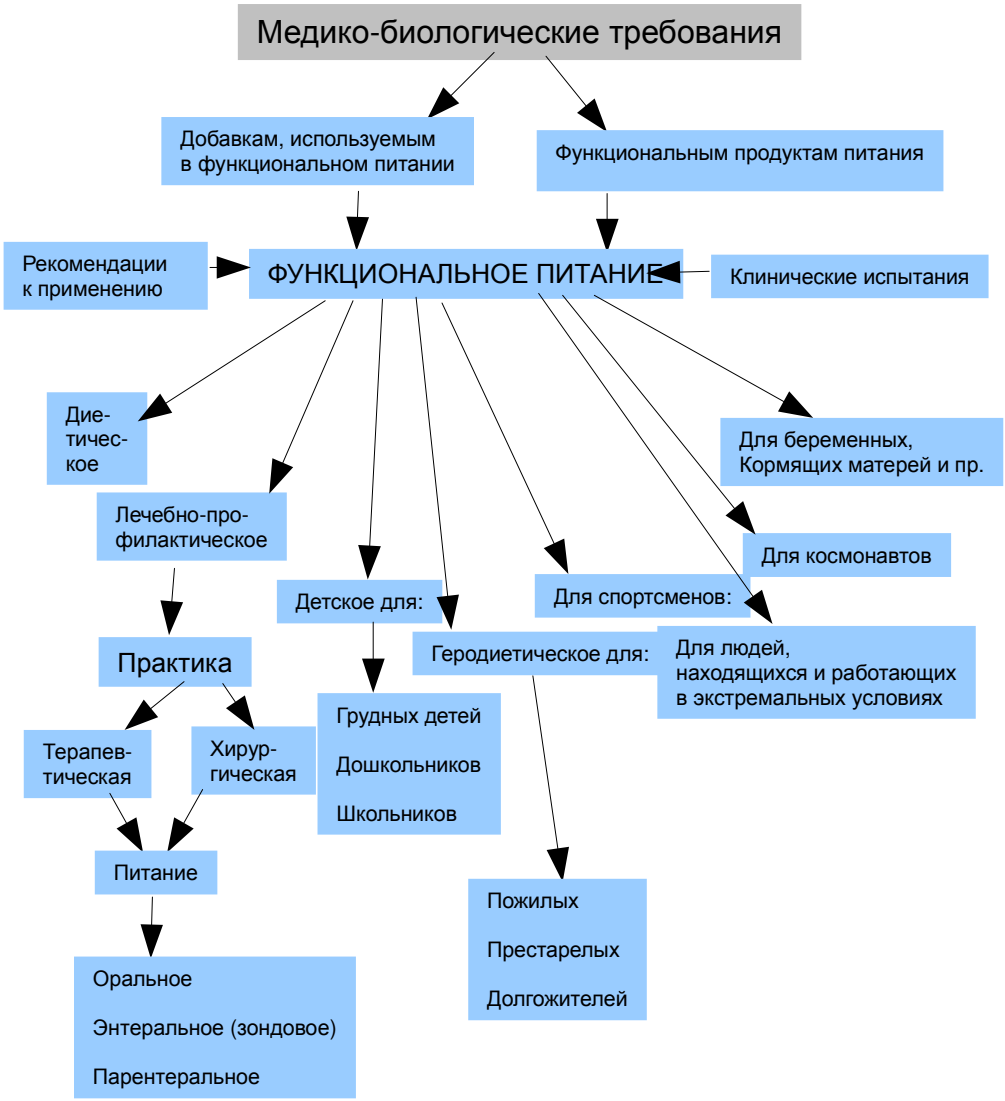


Рис. 2.1. Классификация продуктов функционального питания

- моделирование рецептуры разрабатываемого продукта;
- моделирование технологии продукта с отработкой технологических параметров;
- разработка технологии ФПП;
- исследование качественных и количественных показателей продукта;
- разработка научной документации на продукт;
- разработка рекомендаций по применению ФПП; - проведение клинических испытаний продукта (при необходимости);
- выработка опытной партии;
- сертификация продукта.

Таким образом, на основании анализа определения функционального питания, разработаны классификация ФПП и рекомендации к их созданию. Все это позволяет лучше понять, что представляют собой ФПП, какие требования к ним предъявляются и научно-обоснованным путем подойти к решению проблем создания и широкого применения их в повседневной жизни.

2.2. ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ЛЕЧЕБНО–ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Лечебно-профилактическое питание является одним из основных направлений функционального питания. Накоплен большой опыт использования питания с лечебной целью, при этом диетическая терапия обязательно согласуется с общим планом лечения (30, 390).

Лечебно-профилактическое питание должно не только повышать защитные силы, реактивность организма, но и обладать специфической направленностью действия. ЛППП и рационы содержат компоненты, восполняющие дефицит биологически активных

веществ, улучшают функции преимущественно пораженных органов и систем, нейтрализуют вредные вещества, способствуют их быстрейшему выведению из организма (88, 197).

При создании ЛППП важная роль отводится медико-биологическим требованиям к сырью, готовому продукту и БАД, процентному содержанию этих добавок в продуктах, сочетаемости компонентов и т.д. ЛППП используются для терапевтической и хирургической практики и представляют собой три вида продуктов - оральные, энтеральные и парентеральные.

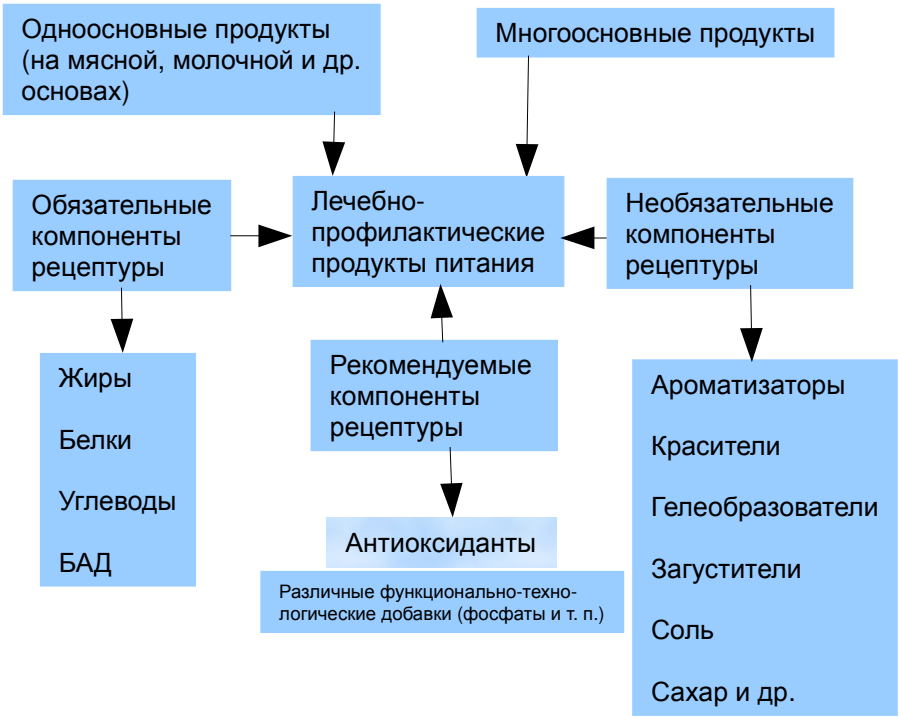


Рис. 2.2. Общий подход к разработке рецептуры ЛППП

Наиболее широкое распространение получили оральные продукты питания, относящиеся к естественному способу питания (через ротовую полость). Подходы к созданию этих продуктов питания, а также требования, предъявляемые к ним, различны. Данные исследования относятся только к оральным продуктам питания.

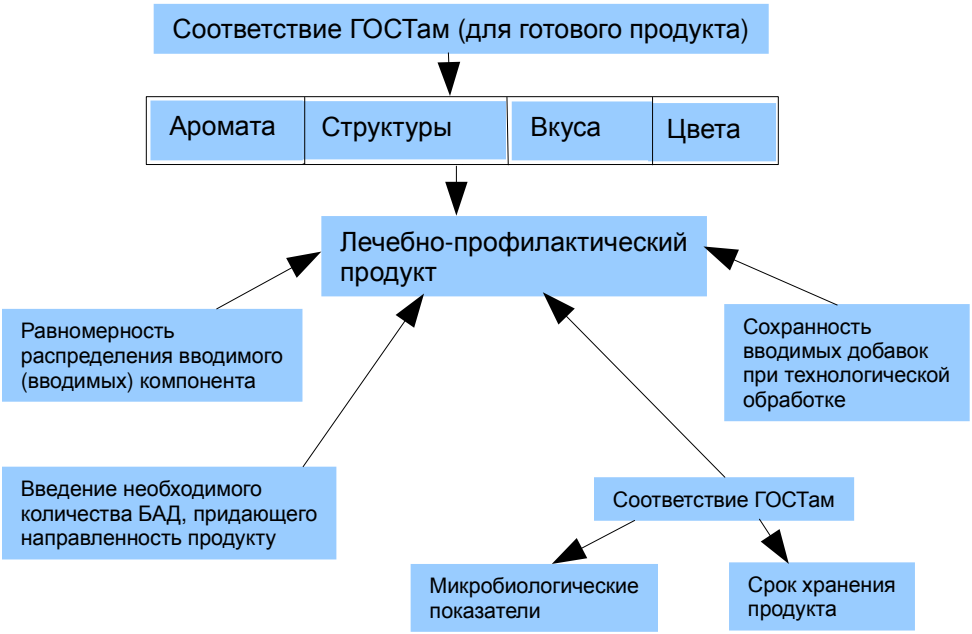


Рис 2.3. Основные задачи создания ЛППП

Оральные продукты имеют различную основу мясную, молочную, растительную, и могут быть комбинированными (например, в виде различных супов, вторых блюд, напитков, соусов и т.д.). Разработку ЛППП можно проводить двумя путями: 1) создание ЛППП на основе уже разработанных продуктов общего назначения с введением в их рецептуру одного или нескольких компонентов, придаю-

щих направленность продукту или с заменой части продукта на другие составляющие; 2) разработка новых ЛППП без учета рецептур и технологий уже имеющихся продуктов питания.

В первом случае за основу (контроль) выбирают выпускаемый по ГОСТам продукт (например, вареную колбасу). Затем определяют направленность разрабатываемого продукта и вводимых функциональных добавок и их количество, рассматривают сочетаемость добавок с выбранным продуктом, и далее часть основы продукта или его составляющих компонентов — заменяют на функциональные добавки. При этом в рецептуру продукта можно вносить вещества, улучшающие структуру, органолептические показатели, внешний вид. При таком способе создания ЛППП основной задачей является получение продукта одинакового или лучшего качества по сравнению с выбранным контролем. Во втором случае ставится задача получения продукта с заданными лечебно-профилактическими свойствами и качественными показателями и производится моделирование его рецептуры.

Все разрабатываемые рецептуры должны содержать в своем составе компонент (добавку), придающий функциональную направленность продукту. Уровень введения добавок определяется способностью оказывать лечебный или профилактический эффект. Это значит, что при разработке рецептуры функциональная добавка является величиной постоянной. Подбор других компонентов должен проводится с учетом свойств функциональной добавки и органолептических показателей готового продукта, при этом в рецептуру могут входить обязательные и необязательные компоненты. Общий подход к разработке рецептуры ЛППП приведен на рис 2.2.

При разработке ЛППП ставятся задачи по сохранению структуры, вкуса, аромата, цвета продукта, сохранности и равномерности распределения вводимых компонентов при различных видах технологической обработки. На рис. 2.3 приведены основные задачи создания ЛППП. Разработка рецептуры ЛППП проводится в несколь-

ко этапов (рис. 2.4), при этом помимо рецептуры продукта, важную роль играют технологические параметры процесса производства.



Рис. 2.4. Поэтапная разработка рецептуры продукта

К этим параметрам могут относиться температура, время (длительность определенных операций), давление, влажность, последовательность проведения операций, скорость работы оборудования и т.д. Рецептура продукта и оптимально подобранные технологические параметры оказывают основное влияние на показатели качества готового продукта (цвет, вкус, запах, структура, физико-химические свойства и т.д.). При разработке ЛППП применяется моделирования рецептур, а также технологических операций и параметров. Наилучший результат при этом дает моделирование рецептуры с учетом прогнозирования технологических параметров. Принципиальная схема моделирования технологий ЛППП приведена на рис. 2.5. При изучении вопроса разработки ЛППП был проанализирован имеющийся опыт, в результате чего предложены принципы создания продуктов. Применение моделирования рецептуры продукта с учетом прогнозирования технологических режимов и пара-

метров по отдельным показателям (например, времени, давлению и т.д.) позволяет разрабатывать ЛППП заданного состава.

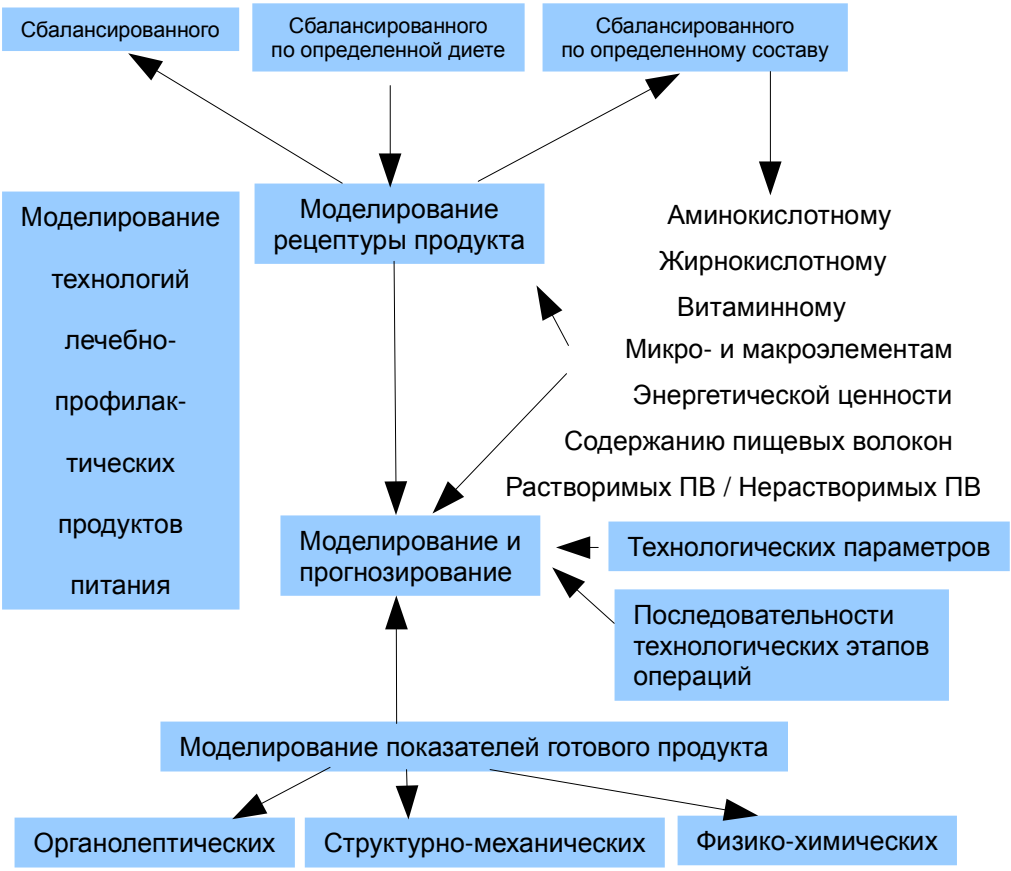


Рис. 2.5. Принципиальная схема моделирования технологий лечебно-профилактических продуктов питания

Прогнозирование технологических режимов дает возможность получать продукты с наилучшими качественными показателями.

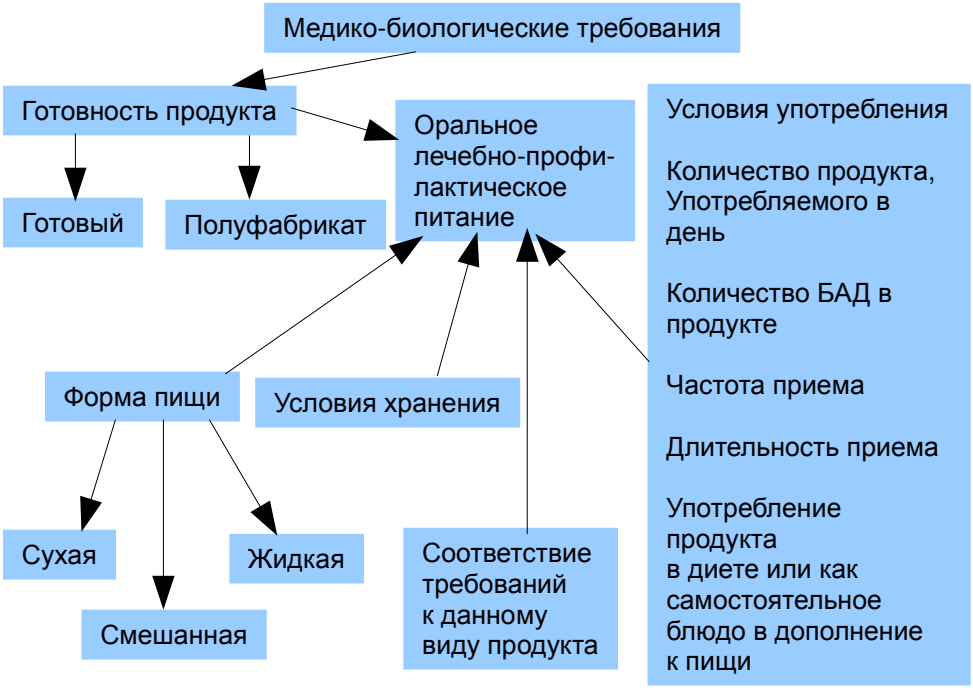


Рис. 2.6. Принципы создания лечебно-профилактических продуктов питания

Прогнозирование технологических режимов дает возможность получать прНа основании исследований по созданию ЛППП предлагаются следующие рекомендации:

■ определение вида заболевания, для которого разрабатывается продукт;

■ изучение особенностей заболевания (причин возникновения заболевания за счет нарушения и снижения некоторых функций организма вследствие воздействия определенных факторов);

■ изучение медицинских рекомендаций по способам приготовления продуктов и блюд, разрешенных и запрещенных к применению;

■ подбор основы для разработки продукта;

■ степень готовности продукта (сырой, полуфабрикат или готовый);

■ выбор вида продукта по консистенции (сухой, жидкий и т.д.);

■ анализ БАД, которые используются при определенном виде заболевания;

■ изучение медико-биологических требований к БАД и разрабатываемому продукту;

■ обоснование и выбор одной или нескольких БАД при разработке продукта;

■ обоснование и выбор дозы биологически-активных добавок;

■ выбор способа введения БАД;

■ проведение анализа по совместимости при использовании нескольких БАД;

■ анализ по совместимости БАД и выбранной основы продукта;

■ оценка влияния БАД на качественные показатели готового продукта;

■ обоснование режима, длительности и способа приема в зависимости от формы продукта (самостоятельное блюдо, диетический продукт или в дополнение к основной пище);

■ применение математического моделирования и прогнозирования при разработке рецептур и технологий;

■ разработка рецептуры продукта;

■ разработка технологии ЛППП;

■ исследование качественных показателей готового продукта;

■ выработка опытной партии продукта;

■ разработка и утверждение научной документации (НД) и рекомендаций к применению;

■ создание этикетки;

■ проведение клинических испытаний;

■ получение сертификата качества;

■ реализация продукта.

Разработанная методология позволят выбрать способ создания, основу, направленность, обязательные и необязательные компоненты, решить задачи по необходимости моделирования и прогнозирования, а также учесть их специфику и особенности.

2.3. СПОСОБЫ ВВЕДЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОБАВОК В ЛЕЧЕБНО–ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ

Функциональные добавки являются основным компонентом рецептуры, придающим пищевым продуктам определенную направленность воздействия на конкретное заболевание. Проблема недостатка пищевых компонентов, в том числе и биологически активных, является проблемой не какой-либо отдельной группы людей, а всего населения нашей страны и многих других стран. Использование БАД включает четыре основных направления:

■ восполняет дефицит биологически активных компонентов в организме, за счет регулирования длительности употребления, изменения рациона и индивидуализации питания; ■ поддерживает нормальную функциональную активность организма и всех его систем; ■ снижает риск заболеваний; ■ поддерживает микробиоценоз (состояние, при котором клиники еще нет, но уже отмечается уменьшение количества полезной и, наоборот, увеличение патогенной и условно-патогенной микрофлоры) и нормальное функцио-нирование ЖКТ. С функциями БАД тесно связаны их дозировки.

При применении пищевых добавок особое внимание уделяется их безопасности, при этом учитывается предельно допустимая концентрация в продуктах питания и допустимое суточное потребление их человеком. Допускается увеличение дозы некоторых БАД выше физиологических норм: например, витаминов группы В — 3 раза, Е и С — в 10 раз, минеральных веществ — до 6-кратной физиологической нормы и т.д. Однако, при увеличении физиологической нормы БАД необходимо помнить что они эффективны в определенных дозах и чрезмерное увеличение дозы может быть вредным для организма.

Постановлением правительства «О концепции государственной политики в области здорового питания населения РФ на период до 2005г» № 917 от 10 августа 1998 г. была признана необходимость использования БАД для улучшения здоровья населения. В документе поставлена задача активно расширять применение БАД, а для некоторых добавок, относящиеся к группе нутрицевтиков (препаратов, добавляемых непосредственно в пищевые продукты), рекомендуется увеличить потребление на 20–30%.

Рассматривая технологические процессы производства продуктов, предложена обобщенная схема введения БАД на разных этапах технологической обработки (рис. 2.7). При выборе стадии введения БАД необходимо обращать внимание на их характеристики. Так, например, при добавлении витаминов в продукты, рассматривается температурный фактор и равномерность распределения их по объему продукта и т.д. Наиболее распространенным является введение БАД при составлении рецептурной смеси. Факторы, учитываемые, при введении БАД в ФПП, приведены на рис.8.

При выборе БАД важное значение имеет способ введения. БАД могут вводиться в сухом, смешанном виде (при введении не одной, а нескольких добавок) и в виде раствора, в виде геля, суспензии, белково-жировой эмульсии, в гидратированном виде, в составе рассолов. При этом важна последовательность введения и

продолжительность технологических операций (выдержки, перемешивания и т.д.). В сухом виде БАД вводят непосредственно в рецептурную смесь. В виде раствора БАД вводят на стадии составления рецептуры, на поверхность и в начинки продукта. При необходимости, т.е. при внесении небольшого количества БАД на большой объем продукта, для равномерного распределения по объему, применяют многократное разведение растворов, учитывая при этом количество воды, предусмотренное рецептурой продукта.

Смешанный способ используется при введении не одной, а нескольких БАД или в комплексе с технологическими (влияющими на свойства сырья и вырабатываемой продукции) и органолептикокорректирующими добавками. БАД в виде геля, эмульсий, в гидратированном виде, в составе рассолов, применяются, например, при внесении в фарш соевых белков. При невозможности введения дозы БАД в один продукт (в связи с ухудшением вкуса или структуры продукта и т.п.), эта доза БАД разделяется на несколько взаимодополняемых продуктов, и в сумме составляет дозу, придающую функциональную направленность. В этом случае следует обязательно учитывать два фактора: ■ совместимость продуктов; ■ совместимость БАД с разрабатываемыми продуктами. Возможные варианты сочетаемости продуктов приведены в таблице 2.1.

Способы введения БАД играют важную роль при создании ФПП. Сначала ставится задача выбора одного из трех вариантов введения: ■ внутрь продукта; ■ на поверхность продукта; ■ в сочетании первого и второго вариантов.

Затем рассматриваются особенности их добавления: ■ последовательность введения; ■ продолжительность восстановления, перемешивания, связывания и т.д.; ■ максимальная температура, при которой снижается или прекращается действие; ■ необходимое количество влаги; ■ ограничения и рекомендации по механической и тепловой обработке, хранению; ■ возможные частные ограничения, распространяемые на некоторые виды добавок.

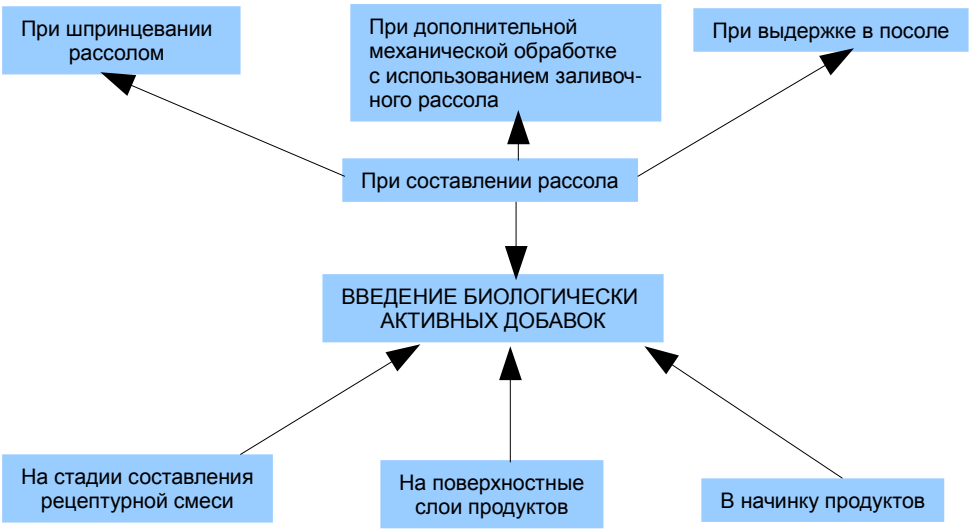


Рис. 2.7. Обобщенная схема введения БАД в продукты питания

Таблица 2.1

Варианты сочетаемости продуктов

Основа продуктов	Возможные продукты для взаимодополнения
Мясная	Зерновые, овощные, водные, смешанные
Молочная	Зерновые, фруктовые водные
Рыбная	Зерновые, овощные, водные, смешанные
Овощная	Мясные, рыбные, зерновые, водные
Зерновая	Мясные, рыбные, молочные, фруктовые, водные, смешанные
Фруктовая	Молочные, зерновые, водные
Водная	Мясные, молочные, рыбные, овощные, зерновые, фруктовые, смешанные
Смешанная	Мясные, рыбные, зерновые, водные



Рис. 2.8. Факторы, учитываемые при добавлении БАД в разрабатываемые ФПП

БАД могут быть монофункциональными и полифункциональными. Полифункциональные добавки могут быть однородными (как, например, витамины) и разнородными (как, например, витамины в сочетании с белком или белок в сочетании с технологическими добавками). При этом добавки по действию имеют различную направленность (рис. 2.9).

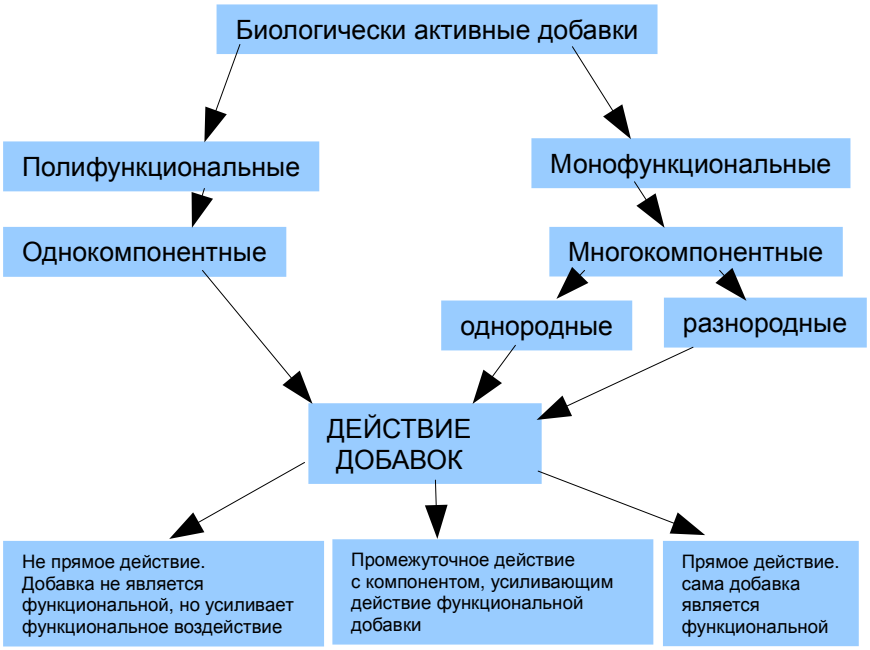


Рис. 2.9. Виды добавок и их действие на организм человека

Учитывая основные положения по использованию БАД в ФПП разработаны рекомендации по их введению:

- выбор БАД;
- проверка наличия сертификата на добавку;
- выбор основы или продукта для введения добавки;
- проверка влияния БАД на вкусовые, структурные характеристики продукта и сроки его хранения;
- при невозможности введения нужной дозы БАД в один продукт, выбор взаимодополняемых продуктов;
- учет совместимости БАД с разрабатываемыми продуктами, а также самих продуктов при распределении на них дозы добавки;

■ проверка возможности распределения вводимой дозы БАД по всему объему продукта;

■ учет имеющихся ограничений БАД по:

– технологическим параметрам (температуре, давлению и т.д.);

– механическим воздействиям;

– временным параметрам действия добавок;

– необходимому количеству влаги для растворения или равномерного распределения добавки;

– возможным частным ограничениям, распространяющимся на некоторые БАД;

– равномерности распределения добавки по объему продукта;

– возможности сочетания БАД с технологическими добавками, влияющими на свойства сырья и вырабатываемой продукции, и органолептико-корректирующими добавками;

■ учет последовательности введения БАД при составлении рецептуры продукта, их антагонизма и синергизма, возможных дополнительных технологических операций;

■ выбор способа и метода введения добавки;

■ учет возможности использования дополнительного оборудования и корректировки технологического процесса;

■ внесение требований, которым должны соответствовать БАД и дополнительные изменения технологического процесса, в технические условия и технологическую инструкцию на продукт.

Таким образом, на основании рассмотренных способов введения БАД, в продукты питания, основных факторов, учитываемых при этом, а также возможной сочетаемости взаимодополняемых продуктов, разработаны рекомендации по введению БАД в функциональные продукты питания. Разработанные рекомендации по введению БАД позволят найти наиболее рациональный подход при их выборе и введении в рецептуры разрабатываемых ФПП, а также расширить ассортимент, сохраняя при этом стандартные органолептические и структурные показатели.

На базе разработанной методологии по созданию ФПП ставились задачи:

1. Дать научное обоснование применения ГА и ДЭ;

2. Рассмотреть возможности использования мясного сырья при разработке экструзионных ФПП;

3. Разработать подходы к созданию рецептур ФПП с учетом взаимодействия компонентов.

4. Разработать технологии ФПП:

– взаимодополняемых продуктов- мясных консервов и соуса с содержанием дрожжевого экстракта (антистрессорное действие);

– экструзионных продуктов с содержанием ГА, дрожжевого экстракта, шрота зародышей пшеницы, молочнокислых бактерий (снижение содержания холестерина в плазме крови, увеличение пищевой ценности, нормализация деятельности ЖКТ);

– мясных рубленых полуфабрикатов, содержащих ГА (нормализацию деятельности ЖКТ)

2.4. РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ РЕЦЕПТУР ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С УЧЕТОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ

Моделирование рецептурных смесей пищевых продуктов, как общего, так и функционального назначения, имеет широкое применение.

Оптимизационные задачи решаются по выбранным направлениям, например, химическому, минеральному, витаминному составам, энергетической ценности.

Основной акцент и большое внимание уделяется вопросам проектирования комбинированных продуктов питания, под которыми понимается процесс создания рациональных рецептур и/или структурных свойств, обеспечивающих задаваемый уровень адекватности. Необходимость получения продуктов с заданным составом по всем

макро- и микронутриентам, с определенными физико-химическими характеристиками требует применения технологических решений, отличающихся от традиционных пищевых технологий.

Постановка задачи:

Любую технологическую систему можно представить некоторым математическим описанием ее функционирования, что является упрощенным отображением наиболее существенных свойств реальной системы. Математическое описание характеризует правило преобразования входных сигналов в выходные при заданной структуре технологии.

В основе изучения функционирования технологических систем и процессов всегда лежит эксперимент — реальный или модельный. Суть реального эксперимента это изучение свойств непосредственно на самом объекте. Модельный эксперимент заключается в изучении поведения объекта с помощью его модели.

Процесс моделирования представляет собой получение модели и изучение свойств объекта моделирования путем анализа аналогичных свойств его модели.

При разработке подходов к созданию рецептур технологий наиболее часто встречающимися являются следующие модели: линейная, эвристическая, многовариантная, сетевые, регуляторные, обслуживания, многоуровневого планирования.

При математическом программировании наиболее часто (90%) используются линейные функции с единственным целевым критерием. Попытка программирования по двум или нескольким целевым критериям составляет 10% от числа работ по линейному программированию. Единичные работы посвящены нелинейному программированию технологий и рецептур.

В целом математическое моделирование технологий предлагается рассматривать как процесс построения и изучения иерархической системы автономных математических моделей. Выбор уровня абстрагирования при математическом моделировании технологий

должен предусматриваться теми задачами, которые должны быть решены с помощью построенной модели, информации, а также конечной целью исследований.

Вместе с имеющимися достижениями в области формального описания технологий, решение этой проблемы сталкивается также с определенными трудностями: для формализации содержательного описания технологий недостаточно используется современный математический аппарат; в подавляющем большинстве случаев построение и рассмотрение математических описаний осуществляется вне их связи с реальными физическими процессами функционирования конкретных технологических подсистем; построение и реализация математических моделей ограничивается, в лучшем случае, предложением абстрактных решений при отсутствии их систематической верификации; теоретические рекомендации редко доводятся до практической реализации.

В данном случае описывается созданная с учетом равновесной термодинамики математическая модель многокомпонентной смеси и разработанный на ее основе способ оптимизации рецептурной смеси.

Под оптимизацией многокомпонентной смеси понимают нахождение массовых долей компонентов, которые дают требуемые значения физико-химических, реологических и других (оптических, органолептических) свойств (характеристик) смеси.

Чтобы решить задачу составления многокомпонентной смеси, необходимо найти зависимости как между характеристиками системы и ее компонентов, так и между характеристиками системы и массовыми долями ее компонентов.

Пусть X_{kl} – k-я характеристика l-го компонента (l = 1, 2, …, L; k = 1, 2, …, K), а M_l – массовая доля l-го компонента ($\sum_l M_l = 1$; $M_l \geq 0$). Тогда k-я характеристика смеси может быть записана в виде:

$$F_k = f_k(\{M_l\}, \{X_{kl}\}, \{P_{kl}\}), \text{ (формула 1)}$$

где $f_k(\{M_l\}, \{X_{kl}\}, \{P_{kl}\})$ — неизвестная функциональная зависимость с параметрами Pkl, описывающая k-ю характеристику смеси.

При введении ограничений на характеристики смеси, которые устанавливаются экспериментально или пользуясь соответствующей нормативной документацией: F^*_{k-} — min и F^{**}_k — max и задании условий неопределенности в виде аддитивных возмущений (помех): $f_k \to f_k + \delta f_k$, $X_{kl} \to X_{kl} + \delta X_{kl}$, $P_{kl} \to P_{kl} + \delta P_{kl}$, $Ц(\{M_l\}) \to Ц + \delta Ц$ ($Ц(\{M_l\})$ - целевой критерий, зависящий от совокупности $\{M_l\}$ массовых долей компонентов) получается задача математического программирования рецептурных смесей пищевых продуктов в условиях неопределенности. Модель характеристик многокомпонентных смесей примет вид (Зедгинидзе И.Г., 1976):

$$F_k = f_k(\{M_l\}, \{X_{kl}\}, \{P_{kl}\}) + H_k$$

(формула 2)

где

$$H_k = \sum_l \frac{\partial f_k}{\partial X_{kl}} \delta X_{kl} + \sum_l \frac{\partial f_k}{\partial P_{kl}} \delta P_{kl} + \ldots + \delta f_k\left(\{M_l\}, \{X_{kl}\}, \{P_{kl}\}\right)$$

(формула 3).

Общая помеха (обусловленная как неидеальностью модели, ошибкой эксперимента, так и случайными отклонениями характеристик X_{kl} от стандартных значений), а $\delta f_k\left(\{M_l\}, \{X_{kl}\}, \{P_{kl}\}\right)$ - возмущение, связанное с взаимодействием компонентов.

В этом случае модель оптимизации смеси, например, пищевой, может быть записана в виде задачи математического программирования с неопределенными ограничениями и неопределенным целевым критерием;

$$f_k\left(\{M_l\},\{X_{kl}\},\{P_{kl}\}\right) \geq F_k^* - H_k \text{, k = 1, 2, …, K; l = 1, 2..L;}$$

$$f_k\left(\{M_l\},\{X_{kl}\},\{P_{kl}\}\right) \leq F_k^{**} - H_k ;$$

$$Ц(\{M_l\}) + \delta Ц \Rightarrow \max \text{ (min)};$$

$$\sum_l M_l = 1 \text{, } M_l \geq 0 \qquad \text{(формула 4).}$$

Выбор модели и составляет основную методологическую проблему математического моделирования оптимизации многокомпонентных смесей. Другой проблемой является обоснование модели зависимостей характеристик готовых продуктов и смеси после теплового, компрессионного или иных видов воздействий.

Оптимизация многокомпонентных смесей

Многокомпонентные смеси представляют собой сложные вещества, обладающие различными технологическими характеристиками. Поэтому процессом приготовления таких смесей необходимо управлять для обеспечения соответствия характеристик смеси их оптимальным значениям.

Существует способ управления процессом смешения сырья и дозируемого компонента, при котором величину регулирующего воздействия дозирующего компонента формируют с учетом текущего и опорного значений. Однако он имеет недостаток, заключающийся в возможности регулирования лишь одного дозируемого

компонента, что редко встречается на практике и ограничивает область применения.

Предложенный способ оптимизации рецептурной смеси позволяет повысить точность измерений и уменьшить количество экспериментов при разработке новых рецептурных смесей на основе доминирующего компонента смеси, а также определить содержание каждого компонента в рецептуре с выходом на получение оптимального конечного продукта заданного качества.

Доминирующий компонент смеси — это компонент, обуславливающий ее качественные, функционально-технологические свойства и составляющий больше 50% от общего содержания смеси, остальные ингредиенты рассматриваются как дополнительные.

В способе оптимизации рецептурной смеси, при котором компоненты смешивают в заданной пропорции по массовым долям до равномерного их распределения по объему и определяют технологические характеристики смеси, на основании которых судят о соответствии этих характеристик их оптимальным значениям, смесь формируют на основе доминирующего компонента с внесением в нее дополнительных компонентов. Причем последние вносят раздельно и/или попарно. Влияние дополнительных компонентов на доминирующий исследуют путем измерения технологических характеристик смеси доминирующего и дополнительных компонентов с каждым отдельным дополнительным компонентом и/или попарным их сочетанием. При этом количество дополнительных компонентов, которые могут быть как однородными, так и неоднородными, выбирают с определенным необходимым интервалом и задаваемым шагом. Последовательно проводят измерения технологических характеристик смеси, по результатам которых судят о степени оптимизации рецептурной смеси конечного продукта.

Общий методологический подход состоит в том, что подбирают модель $F_k = f_k(\{M_l\})$ ($l = 1, 2, \ldots, L$; $k = 1, 2, \ldots, K$), описываю-

щую зависимость ее показателей смеси от массовых долей компонентов, и идентифицируют модель на основании экспериментов.

Для приготовления конечного продукта подготовленную смесь подвергают термообработке или другим видам воздействий, оценивают J различных показателей G_j ($j = 1, 2, \ldots, J$) продукта, а решение проблемы идентификации моделей смеси проводят в два этапа: первый этап представляет собой создание и анализ смеси до ее термообработки или воздействия на нее, второй — после воздействия.

Далее формируется модель $G_j = g_j(\{F_k\})$, описывающую зависимость характеристик готового продукта от характеристик рецептурной смеси. Для построения и идентификации зависимости $F_k = f_k(\{M_l\})$ используют аналитический подход, а для построения модели $G_j = g_j(\{F_k\})$ — экспертный.

На первом этапе идет подбор рецептуры смеси с заданными показателями. Для этого производят входной контроль, а именно: оценивают K различных физико-химических, реологических, а иногда и органолептических характеристик F_k ($k = 1, 2, \ldots, K$) как отдельных компонентов, так и смеси в целом. В случае пищевых смесей к ним относятся: вязкость, водосвязывающая способность, пластичность, общая влага, pH, липкость и др.

В зависимости от точности измерений и соответствия требованиям и нормам, установленным государственными стандартами, а также от трудоемкости проведения опыта выбирают шаг изменения массовых долей компонентов смеси.

Опишем более подробно построение математической модели $F_k = f_k(\{M_l\})$ с использованием аналитического подхода.

Рецептурная смесь состоит из большого, но конечного числа N частиц, взаимодействующих между собой различными способами. Состояние системы характеризуется технологическими характеристиками: давлением, удельным объемом, температурой, концентрацией, трехмерными координатами и импульсами, внутренними колебательными состояниями, последовательностями аминокислот и

т.д. Если в системах каждая частица может быть описана этими s параметрами, то можно ожидать, что для описания системы из N частиц потребуется знание, по крайней мере, *sN*-параметров. Только тогда можно было бы предсказать, как система будет отвечать на различные воздействия.

В самом общем случае для описания системы достаточно рассмотреть лишь такие обобщенные термодинамические параметры, как: давление p в системе; объем *V* системы; температура *T* термостата, в котором находится система; химический потенциал μ частиц; общее количество *N* частиц; массы M частиц. Если же частицы взаимодействуют друг с другом, то понадобятся еще некоторые дополнительные параметры (например, вязкость, коэффициент активности). Тем не менее, система все еще может быть описана небольшим числом параметров.

Большинство физических величин являются аддитивными, т.е. значение такой величины для всего тела равно сумме значений этой величины для отдельных его частей. Действительно, поскольку, например, внутренние энергии этих частей велики по сравнению с энергиями их взаимодействия, то энергию всего тела можно с достаточной точностью считать равной сумме энергий его частей.

Предложенная модель $F_k = f_k(\{M_l\})$ основана на базе статистической термодинамики.

Статистические методы применяют к термодинамическим системам макроскопических тел, состоящим из большого числа единичных объектов или подсистем (например, микросистем: атомов, молекул, ионов, макромолекул), и используют для выяснения макроскопических свойств тел по их микроскопическому строению. Структурные свойства макроскопических тел нельзя описать полностью с использованием только методов чистой механики, поскольку они подчиняются статистическим закономерностям. В статистической физике принимается определенная микроскопическая модель тела, на основании которой статистическими методами

можно получить уравнение состояния этого тела либо описать все его макроскопические свойства.

Рассматривается случай, когда исследуемая смесь не взаимодействует с внешним полем, т. е. $U_I = 0$, где U_I - энергия взаимодействия смеси с внешним полем; потенциальная энергия U_N взаимодействия частиц смеси много меньше средней энергии теплового движения частиц компонентов смеси ($UN << kT$, *где* k - постоянная Больцмана, T — абсолютная температура) и воздействует на смесь как возмущение. Тогда, производя необходимые математические операции (143), потенциальную энергию взаимодействия частиц компонентов смеси можно записать в виде:

$$U_N = \sum_l u_l M_l \quad \text{(формула 5)},$$

где u_l — эффективная потенциальная энергия взаимодействия частиц l-го компонента, M_l — массовая доля частиц l-го компонента;

искомую аналитическую модель — в виде:

$$F_k \simeq F_{k0}\left(1 + \sum_l \langle u_l \rangle M_l + \sum_l \sum_i \langle u_l u_i \rangle M_l M_i\right) \quad \text{(формула 6)},$$

где F_{k0} — показатели смеси без учета взаимодействия компонентов; $\langle u_l \rangle$ и $\langle u_l u_i \rangle$ — усредненные по объему значения эффективных потенциальных энергий компонентов.

Данная формула представляет выражение для значения измеряемой физической величины с учетом поправки к показателю смеси F_{k0}. Поправка учитывает взаимодействие компонентов. Зависимость поправки от массовых долей компонентов соответствует полиномиальному закону.

Поскольку численные значения коэффициентов $\langle u_l \rangle$ и $\langle u_l u_i \rangle$ неизвестны, то модель (6) можно представить в виде:

$$Y_i = Y_{i0} + \sum_l P_l M_l + \sum_l \sum_k P_{\mathbf{lk}} M_l M_k + H_i \quad \text{(формула 7)},$$

где $i = 1, 2, \ldots, I$; $l = 1,2, \ldots, L$; $k = 1,2, \ldots, K$; $l \neq k$;
Y_{io}– i-я характеристика доминирующего компонента; M_l – массовая доля l-го (дополнительного) компонента; Mk – массовая доля k-го (дополнительного) компонента; P_l – параметры модели без учета взаимодействия компонентов; P_{lk} – параметры модели, учитывающие взаимодействие компонентов; H_i – помеха, обусловленная неидеальностью модели и ошибкой эксперимента.

В аналитическом подходе все величины (в т.ч. и весовые коэффициенты P_l и P_{li}) определяют экспериментально.

Применение термодинамического подхода к синтезу моделей смесей позволяет учесть:

– среднюю эффективную потенциальную энергию взаимодействия частиц одного типа;

– среднюю эффективную потенциальную энергию парного взаимодействия частиц одного типа;

– среднюю эффективную потенциальную энергию парного взаимодействия частиц разного типа.

С помощью построенной модели подбирают рецептуру смеси с заданными экспериментатором показателями F_k и проводят промежуточный контроль. Он может быть инструментальным, органолептическим, а также произведен при помощи экспертной оценки.

В технологических системах о правильности разработки рецептуры судят только по качеству готового продукта. Таким образом, вторым этапом решения задачи является рассмотрение свойств смеси после воздействия на нее.

Помимо того, что значение каждой из характеристик смеси

изменяется при взаимодействии компонентов (по отношению к значениям характеристик исходных компонентов), эти характеристики еще тем или иным образом зависят от тепловых и иных видов воздействий. Однако, поскольку законы изменения неизвестны, формируют экспертную модель зависимости совокупности выходных характеристик системы $\{G_j\}$ от входных $\{F_k\}$, которая представляет собой табличные данные с применением интерполяции. Табличные данные ($\{G_j^*\}_l$, $\{F_k^*\}_l$) составляют узлы интерполяционной сетки.

Измеряемые характеристики G_j готового объекта подвергают выходному контролю путем сравнения с нормативно-технической документацией, и после этого выбирают объект с наилучшими характеристиками: сравнивают, какой рецептуре до термообработки или иных видов воздействия соответствует готовый продукт после термообработки (или иных видов воздействия).

Если же необходимо получить готовый продукт с качественными характеристиками, отличающимися от тех, которые имеются в базе данных, применяют теорию мер сходства: при неизвестных показателях $\{F_k\}$ определяют нормированную меру сходства $\mu(\{F_k\}, \{F_k^*\})$ между данными показателями и табличными значениями $\{F_k^*\}$, после чего выбирают группу L «ближайших характеристик» $\{F_k^*\}_l$, для которых $\mu(\{F_k\}, \{F_k^*\}_l)$ принимает максимальное значение из некоторого заданного диапазона значений. Также выбирают и соответствующие значениям $\{F_k^*\}_l$ значения выходных характеристик продукта $\{G_k^*\}_l$. Зависимость $G_j = g_j(\{F_k\})$ строится, например, как линейная регрессия:

$$\{G_j\} = \sum_l \mu\left(\{F_k\}, \{F_k^{\text{¿}}\}_l\right)\{G_k^{\text{¿}}\}_l \qquad \text{(формула 8)},$$

где $\sum \mu\left(\{F_k\}, \{F_k^{\text{¿}}\}\right) = 1$.

Построенная модель дает возможность решить важнейшую для управления качеством технологических смесей обратную задачу, в которой по заданным характеристикам $\{G_j\}$ выходного продукта необходимо найти соответствующие характеристики $\{F_j\}$ смеси и определить массовые доли компонентов, необходимые для ее формирования.

Предлагаемая модель позволяет учитывать не только суммарное действие отдельных компонентов рецептурной смеси, но и учитывать межмолекулярное взаимодействие каждого компонента относительно доминирующего компонента рецептуры с учетом их термодинамического равновесия. При этом влияние каждого компонента, однородного и неоднородного по составу, входящего в рецептурную смесь, моделируется относительно доминирующего компонента, обусловливающего качественные и функционально-технологические свойства рецептурной смеси.

Суть предложенного способа состоит в следующем.

Проводятся измерения качественных показателей каждого компонента смеси отдельно, что дает возможность в дальнейшем рассчитывать, какой вклад в рецептуре вносит при взаимодействии каждый компонент.

Следующим этапом служит выявление доминирующего компонента смеси, определяющего качественные и функционально-технологические свойства объекта, и относительно него определяется влияние добавляемых (дополнительных) компонентов в смеси, т.е. фиксируется, как изменяются эти же показатели при введении каждого из компонентов в рецептуру смеси, что особенно важно для неоднородной системы, поскольку, например, если в рецептуре (пищевой) содержится мясное и растительное сырье, то показатели нельзя определять по одним и тем же методикам.

На основании полученных экспериментальных данных с учетом термодинамических законов строится аналитическая модель

как однородных, так и неоднородных смесей пищевых и непищевых продуктов.

Разработанная модель носит нелинейный характер: имеет слагаемое второго порядка по массовым долям, учитывающее взаимодействие компонентов смеси.

Изучение влияния каждого компонента смеси позволяет определить основные показатели, характеризующие качество продукта, рассчитать наиболее рациональное соотношение массовых долей этих компонентов без проведения громоздких исследований, необходимых при традиционных разработках рецептур.

В основные задачи при разработке рецептуры с учетом взаимодействия компонентов вошло:

1) разработка теоретических подходов к созданию и моделированию рецептур функциональных продуктов питания;

2) определение характеристик доминирующего компонента как средних значений наблюдаемых величин, в отсутствии дополнительных компонентов;

3) выявление действия:

– каждого дополнительного компонента на доминирующий компонент отдельно и попарно;

– взаимодействующих между собой дополнительных компонентов на основной.

Разработка подходов к созданию рецептур с учетом взаимодействия компонентов включает:

- выбор направленности продукта;
- медицинские требования к функциональному продукту;
- выбор и обоснование вводимых компонентов;
- определение ограничений по вводимым компонентам, в зависимости от разрабатываемого продукта;
- постановка задачи по конечному результату;
- выбор основных определяемых показателей, отвечающих за постановку задачи;

■ проведение планирования эксперимента;
■ учет природы происхождения компонентов;
■ количественное соотношение компонентов;
■ выделение доминирующего и дополнительных компонентов.

Работа проводилась в три основные этапа:

– на первом этапе определись характеристики доминирующего компонента, как средние значения наблюдаемых величин в отсутствии дополнительных компонентов:

– на втором этапе к доминирующему компоненту добавлялись поочередно по одному из рецептурных компонентов. При этом после каждого внесенного компонента измерялись характеристики вновь образовавшейся системы.

– на третьем этапе составлялась многокомпонентная смесь, в которую входят, как доминирующий, так и все другие рецептурные компоненты, вводимые ранее поочередно, и измерялись характеристики конечной рецептурной смеси.

Для каждого варианта и комбинаций рассчитываются значения функционально-технологических свойств по выбранным показателям.

Планирование исследований проводится по вариантам с выбранным шагом и диапазоном. Число вариантов системы зависит от числа дополнительных компонентов и их комбинаций. При наличии одного доминирующего и трех (для примера) дополнительных компонентов варианты систем будут выглядеть следующим образом (табл. 2.2.).

Измеряются несколько основных показателей, характеризующих качество доминирующего и дополнительных компонентов, и на этой основе определяются основные качественные характеристики смеси с учетом постановки задачи по конечному результату.

В зависимости от точности измерений и соответствия требованиям и нормам, установленным государственными стандартами, а также от трудоемкости проведения опыта корректируется шаг изме-

нения массовых долей ингредиентов смеси и измеряются интересующие параметры, как отдельных ингредиентов, так и смеси в целом.

Таблица 2.2

Варианты системы

Вариант	Система
1	Доминирующий компонент
2	Доминирующий компонент + 1 дополнительный компонент
3	Доминирующий компонент + 1-ый дополнительный компонент +2-ой дополнительный компонент
4	Доминирующий компонент + 1-ый дополнительный компонент +2-ой дополнительный компонент + 3-ий дополнительный компонент

По полученным экспериментальным данным, как доминирующего, так и дополнительных компонентов в различных сочетаниях, рассчитываются в программе *Microsoft Excel* с помощью инструмента «Поиск решения» коэффициенты P_l и P_{kl} модели (7) по формуле (14).

Рассчитанные коэффициенты вносятся в разработанную программу MIX, представленную на рис. 1. В окна программы вводятся полученные экспериментальным путем значения исследуемых показателей, как каждого отдельного компонента, так и смеси в целом. Минимизируя методом наименьших квадратов термодинамическую поправку (помеху), программа производит расчет оптимальной рецептуры смеси — массовых долей ее компонентов.

Разработанная в среде Delphi программа MIX для расчета коэффициентов и оптимальной рецептуры приведена на рис. 2.10.

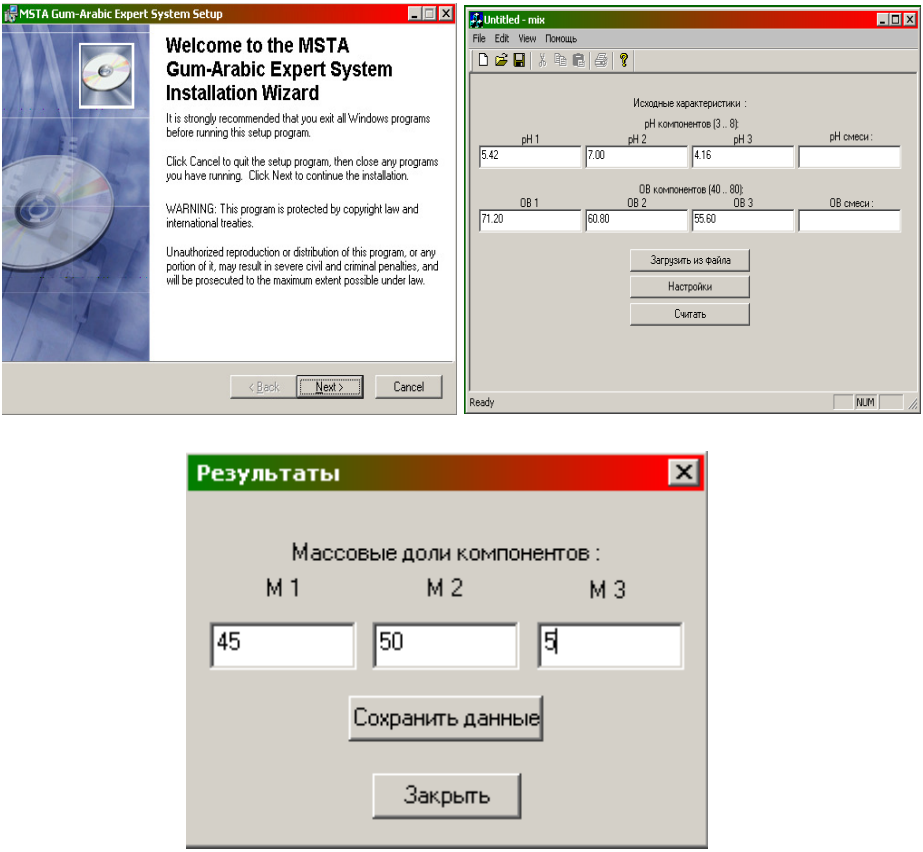


Рис. 2.10. Программа MIX для расчета оптимальной рецептуры

На основе проведенных экспериментальных исследований создана компьютерная база данных «Классификация, состав сырья и добавок, используемых при разработке рецептур продуктов с учетом взаимодействия компонентов».

На основе полученной математической модели решаются: (прямая задача) – строится экспертная система (база данных и зна-

ний), включающая в себя ФТС (характеристики) отдельных компонентов смеси, характеристики смеси до и характеристики смеси после термообработки или иных видов воздействия; (обратная задача) строится зависимость характеристик готового продукта от характеристик компонентов смеси по табличным данным с применением векторной интерполяции, что позволяет определить массовые доли компонентов, необходимые для формирования рецептурной смеси.

Для решения поставленной задачи разработан алгоритм и проведена параметрическая идентификации параметров модели функционально-технологических свойств рецептурной смеси с доминирующим компонентом.

Алгоритм моделирования характеристик рецептурных смесей пищевых продуктов

Разработка алгоритма моделирования характеристик рецептурных смесей пищевых продуктов осуществляется в несколько этапов.

На первом этапе определяются характеристики Y_{io} — доминирующего компонента, как средние значения наблюдаемых величин Y_i в отсутствии дополнительных компонентов:

$$Y_{i0}=\langle Y_i\rangle-\langle H_i\rangle=\frac{1}{N}\sum_n Y_i(n)-\frac{1}{N}\sum_n H_i(n)\simeq\frac{1}{N}\sum_n Y_i(n)$$

(формула 9)

где i = 1, 2, …, I, n = 1, 2, …, N - число снятия показаний с одной системы.

На втором этапе к доминирующему компоненту добавляются поочередно по одному из рецептурных компонентов. При этом после каждого внесенного компонента измеряются характеристики Y_i вновь образовавшейся системы. Тогда модель (7) характеристик системы примет вид:

$$Y_i=Y_{i0}+P_l M_l+H_i$$ (формула 10), где i = 1,2, ...I.

На третьем этапе составляется многокомпонентную смесь, в которую входят, как доминирующий, так и все другие рецептурные компоненты, вводимые ранее поочередно, и измеряются характеристики конечной рецептурной смеси. Параметры модели P_l и P_{lk} определяются с помощью *N* параллелей, путем минимизации среднеквадратичной ошибки $ОШ = \sum H_i^2(n)$ модели.

Расчет параметров модели (7) в конечном итоге сводится к решению уравнений (11) и (12):

$$-\sum_{n=1}^{N} M_l(n)\left(Y_i(n)-Y_{i0}\right)+\sum_{n=1}^{N} M_l(n)\sum_{l} P_l M_l(n)+\sum_{n=1}^{N} M_l(n)\sum_{l}\sum_{k} P_{\mathbf{lk}} M_l(n) M_k(n)=0$$

(формула 11),

$$-\sum_{n=1}^{N} M_l(n)M_k(n)\left(Y_i(n)-Y_{i0}\right)+\sum_{n=1}^{N} M_l(n)M_k(n)\sum_{l} P_l M_l(n)+$$
$$+\sum_{n=1}^{N} M_l(n)M_k(n)\sum_{l}\sum_{k} P_{lk} M_l(n)M_k(n)=0.$$

(формула 12).

Случаю, когда к доминирующему компоненту добавляют всего один (*l*-й) дополнительный компонент (см. уравнение (3)), будет соответствовать уравнение:

$$-\sum_{n=1}^{N} M_l(n)\left(Y_i(n)-Y_{i0}\right)+P_l\sum_{n=1}^{N} M_l^2(n)=0$$ (формула 13),

где $i = 1,2, \ldots, I$; N – количество полученных измерений системы «доминирующий компонент — один (l–й) дополнительный компонент».

Тогда вклад, который вносит в систему, состоящую из доминирующего компонента, дополнительный компонент, определяется по формуле:

$$P_l = \frac{\sum_{n=1}^{N} M_l(n)\left(Y_i(n) - Y_{i0}\right)}{\sum_{n=1}^{N} M_l^2(n)} \quad \text{(формула 14)},$$

где M_l – массовая доля l–го (дополнительного) компонента.

Полученные результаты исследований на первом и втором этапах заносятся в базу данных.

На основании построенной модели разработаны рекомендации по созданию рецептур продуктов питания общего и функционального назначения с учетом взаимодействия компонентов:

♦ изучение имеющегося опыта по проектированию и моделированию рецептур и технологий; ♦ формализация требования к постановке эксперимента; постановка задачи (выбор моделирования компонентов а/к состав, пищевая ценность, структурные характеристики и т.д.); ♦ выбор продукта или направленности продукта при создании функциональных продуктов питания; ♦ определение происхождения (мясное, растительное сырье и т.д.) и количественного соотношения компонентов; ♦ выбор доминирующего и дополнительных компонентов; ♦ выбор основных показателей, определяющих поставленную задачу по доминирующему компоненту; ♦ выбор и обоснование интервала исследуемых ингредиентов рецептуры; ♦ выбор шага эксперимента; ♦ проведение планирования эксперимента; ♦ определение основных показателей; ♦ внесение в смесь компонентов раздельно и/или попарно; ♦ исследование влияния дополнительных компонентов на доминирующий путем измерения технологических характеристик смеси доминирующего и дополни-

тельных компонентов с каждым и/или попарным их сочетанием; ♦ определение основных показателей, характеризующих структуру и органолептические показатели разрабатываемого продукта; ♦ проведение промежуточного контроля (инструментального, органолептического при помощи экспертной оценки); ♦ введение полученных функционально-технологических показателей в разработанную программу MIX для расчета коэффициентов, подстановки этих коэффициентов в разработанную модель и получение оптимальной рецептуры; ♦ занесение полученных показателей в базу данных.Блок-схема экспериментальных исследований приведена на рис. 2.11.

Таким образом, учет рассмотренной поправки на взаимодействие компонентов смеси позволяет, во-первых, определять точность модели, описывающей зависимость равновесных значений показателей смеси от показателей и массовых долей ее парциальных компонентов, и, во-вторых, эффективно управлять ее состоянием, т.е. находить такие массовые доли ингредиентов, которые дают требуемые значения потребительских свойств смеси.

Накопленный банк данных в результате экспериментальных исследований позволит при разработке продукта заданного качества воспользоваться им и выбрать рецептуру, имеющуюся или ближайшую к требуемой. Применение данной модели и подходов к созданию рецептур пищевых продуктов с учетом взаимодействия ее компонентов и разработанных рекомендаций по ее созданию дает следующие преимущества:

- учитывается взаимодействие не только частиц каждого ингредиента отдельно, но и взаимодействие самих ингредиентов друг с другом в системе;

- при разработке оптимального состава новых продуктов нет необходимости проводить большое количество экспериментов: достаточно провести несколько опытов и воспользоваться вышеописанной методикой;

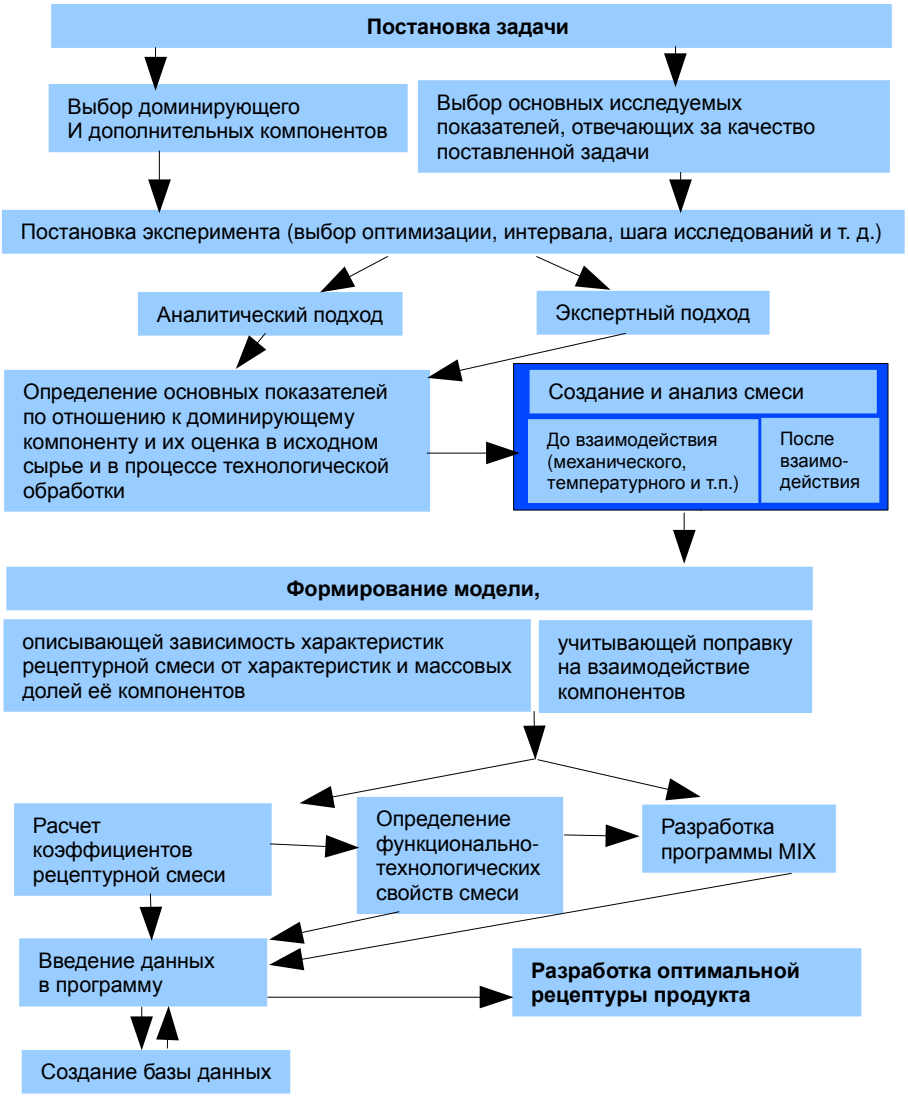


Рис. 2.11. Блок-схема разработки рецептуры смеси с учетом взаимодействия компонентов на основе термодинамического подхода

– предложенный способ применим в разработке рецептуры с учетом сбалансированности по белку, жирнокислотному составу и т.д.;

– предлагаемая модель позволяет учитывать не только суммарное действие отдельных компонентов рецептурной смеси, но и межмолекулярное взаимодействие каждого компонента относительно доминирующего с учетом термодинамического равновесия смеси; при этом взаимодействие каждого

ингредиента, однородного и неоднородного по составу, входящего в рецептурную смесь, моделируется относительно доминирующего компонента, обусловливающего качественные и функционально-технологические свойства рецептурной смеси.

Общий подход дает возможность применить данный способ оптимизации рецептурной смеси с учетом взаимодействия компонентов, как для продуктов функционального, так и общего назначения.

Предложенный способ иллюстрируется приведенным в главе 9 примером (разработка мясных рубленых полуфабрикатов).

Глава 3. ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЯ, ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК И МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ПРИ СОЗДАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

3.1. ПРИМЕНЕНИЕ ГУММИАРАБИКА В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

Сочетание диетотерапии с фармакотерапией, с одной стороны, повышает эффективность лечения, а с другой — смягчает или предупреждает побочные действия лекарств, которые в этих условиях дают эффект при их меньшей дозировке. Имеющиеся данные о физиологической потребности организма человека в пищевых веществах и энергии, а также выяснение закономерностей ассимиляции пищи в условиях нарушенного болезнью обмена веществ позволяют максимально сбалансировать химический состав диет и их энергетическую ценность. При диетотерапии больных, страдающих любым заболеванием, речь по существу идет о фармакологическом воздействии пищи. Поэтому при разработке ФПП и диет учитываются не только адекватные пропорции заменимых и незаменимых факторов, но и межнутриентная взаимосвязь. (Самсонов М.А., Покровский А.А., 1992) Изменяя характер питания, можно регулировать обмен веществ и тем самым активно воздействовать на течение болезни. Питание больного строится исходя из данных о физиологических потребностях здорового человека. Однако при этом в физиологические пропорции нутриентов вносятся коррективы, соответствующие особенностям патогенеза, клинического течения, стадии болезни и метаболических нарушений (Лидкова Н.Л., Мосякина Л.И., Павлова В.Е., 1996)

С каждым годом происходит увеличение заболеваний сердечно-сосудистой системы и ЖКТ. С увеличением потребления животных жиров значительно увеличивается и количество потребляемого холестерина. Установлено статистически достоверное снижение заболеваемости ИБС при снижении уровня ХС–ЛПНП. (Lepre F. Crane S, 1992).

Одной из основных стратегий профилактики ИБС является снижение среднего для популяции уровня ХС крови путем изменения характера питания в целом. Особое внимание привлекает использование ФПП и рационов питания, обогащенных ПВ. Имеются сведения о непосредственной связи между содержанием ПВ в рационе питания и прогрессированием болезней, относящихся к «болезням нарушения обмена» (Уголев А.М. 1985, Сеидова Г.Б. 1987). Пищевые волокна оказывают благоприятное влияние на метаболизм углеводов и жиров, на профилактику заболеваний сердечно-сосудистой системы и канцерогенеза в толстом кишечнике. Растворимые ПВ могут подвергаться частичной деструкции под влиянием микрофлоры кишечника, обогащение ими рационов питания сопровождается снижением уровней ОХ, ХС-ЛПНП и триглицеридов в сыворотке крови. Механизм гиполипидемического действия рПВ довольно сложный и у каждого вида рПВ имеет свои особенности. Выраженность действия рПВ зависит от дозы их в рационе питания и уровня поступления ХС с пищей. В основе гиполипидемического действия рПВ лежит способность связывать и выводить из кишечника желчные кислоты и холестерин. Растворимые ПВ вызывают уменьшение эмульгирования жиров и тем самым способны замедлять процесс их усвоения, могут нарушать эндогенный синтез ХС, печеночный пул ЛПНП и уровень ХС-ЛПНП в плазме крови и печени. Благодаря желирующим свойствам, а также способности к набуханию, рПВ подавляют процесс перемешивания содержимого кишечника и взаимодействия пищеварительных ферментов с жирами и углеводами. Это замедляет переваривание этих макронутриен-

тов и приводит к ускоренному выведению жиров и нейтральных стеринов. Имеются данные об эффективном применении рПВ в комплексной терапии инсулинорезистентного сахарного диабета. (Braaten J.T., Wood P.J., 1994).

В лечебной практике гуммиарабик фактически не используется, поэтому, учитывая высокие функциональные возможности (хорошую растворимость, сочетаемость с другими компонентами и т.д.) введение его в разрабатываемые ФПП, является актуальной задачей. В связи с выше сказанным была поставлена задача разработки ФПП с введением в рецептуру гуммиарабика:

1.На крахмалосодержащей основе (снижение содержания ХС в плазме крови);

2.На мясной основе (профилактика и лечение заболеваний ЖКТ).

3.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГУММИАРАБИКА В ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ НА МЯСНОЙ ОСНОВЕ

Гуммиарабик состоит из смеси высокомолекулярных полисахаридов и их солей. В качестве связующего ингредиента используется в диапазоне от 0,06 до 30–50%, создает в растворе слабокислую или нейтральную среду. Неотъемлемую часть структуры его составляют белковые (полипептидные) фрагменты, характерной чертой состава которых является повышенное содержание гидроксипролина, серина и пролина. Макромолекула ГА имеет сильно разветвленную структуру, а именно: содержит относительно короткие жесткие фрагменты основной цепи. Высокие эмульгирующая и стабилизируюбщая способности обусловленные сочетанием в его структуре фрагментов полипептидных цепей, расположенных на периферии молекулы, обеспечивают их адсорбцию на гидрофобной поверхности с объемными молекулярными фрагментами полисахаридной

формы, которые отвечают за эффект стерической стабилизации. Наличие в молекуле заряженных карбоксильных групп обеспечивает устойчивость эмульсий к флотации и коалесценции. Гуммиарабик значительно превосходит другие полисахариды как по растворимости в воде, так и по скорости гидратации, его вязкость зависит от концентрации раствора, он является эффективным эмульгатором и стабилизатором прямых эмульсий. Все выше перечисленные свойства ГА позволяют говорить о возможности его использования в ФПП на мясной основе. При введении его в продукты на мясной основе образуются белок-полисахаридные комплексы за счет которых возможно увеличение выхода и получение продуктов с более нежной консистенцией.

Гуммиарабик возможно использовать в диетических и ЛППП, обогащать им продукты детского и геродиетического питания. На основании проведенных исследований выявлено, что при введении ГА рецептуры ФПП, в количестве до 3–5%, структура и цвет продуктов изменяются незначительно, использование его от 5% до 10% и выше предусматривает введение красителей и структурообразователей для мясных систем (например, соевых текстуратов).

При разработке ФПП гуммиарабик возможно вводить в вареные, ливерные, полукопченые, копченые колбасы, полуфабрикаты, мясные консервы. При невозможности внесения больших доз ГА (5% и более) в продукты на мясной основе, без сохранения их качественных характеристик (цвет, консистенция, вкус) возможно дополнительно разрабатывать ФПП на других основах — зерновой, водной овощной с введением в них недостающего процента ГА. Однако, при этом, необходимо учитывать сочетаемость и взаимодополняемость продуктов.

3.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОЖЖЕВОГО ЭКСТРАКТА В ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

В области питания людей дрожжи стали известны как «ценный источник белка и большой резервуар комплекса витаминов В», которые могут способствуют излечению таких заболеваний, как бери-бери и пеллагра. Биомасса пивных дрожжей содержит общий белок, углеводы, липиды, нуклеиновые кислоты, золу. Ее можно использовать как высокобелковый продукт или как функциональную добавку в различных продуктах и рационах. Для дрожжей, в их развитии, характерно протекание двух альтернативных процессов — синтеза нуклеиновых кислот, белка и накопления энергетически богатых триглицеридов. Питательная ценность связана с качеством дрожжевых протеинов. Единственной лимитирующей аминокислотой является метионин. Содержание лизина в два раза превышает дневную норму взрослого человека. Содержание углеводов составляет около 35% (Modil P., 1978).

К свойствам пивных дрожжей относится способность эмульгировать воду и жиры с образованием термостойкой эмульсии, или эмульсию с минимальным отделением воды. Дрожжи содержат свободные аминокислоты, которые, как считается, могут влиять на улучшение вкуса пищевых продуктов. Гидролизаты и автолизаты дрожжей имеют вкус, очень похожий на вкус мяса. Установлено, что дрожжи способствуют «маскированию» вкуса не мясных компонентов, при введении в рецептуры мясных продуктов. Имеются рекомендации к применению пивных дрожжей, в качестве ценного источника витаминов группы В и белков, с лечебной целью в виде добавки для детей и взрослого населения.(Montvene J.B., Livincott, 1995).

Представляет интерес применение ДЭ с различным содержанием нуклеиновых кислот в мясных продуктах. Добавки из дрож-

жей различных форм могут применяться при разработке ФПП на различных основах, направленных на лечение и профилактику заболеваний.

3.4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЯСНОГО СЫРЬЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭКСТРУЗИОННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Продукты быстрого приготовления с использованием ЭО являются одной из традиционных форм питания во многих странах. При разработке рецептур новых продуктов питания важно учитывать биологическую ценность отдельных компонентов (Тутельян В.А., 2001). Мясо и мясные продукты являются одним из основных источников полноценных белков. В мясе содержится кальций, железо, сера, фосфор, медь, цинк, йод и ряд других элементов (Скурихин И.М., 1987). Основой для создания экструзионных ФПП служит растительное сырье. Мясной компонент улучшает пищевую ценность продукта и его вкусовые характеристики. Основы создания экструзионных ФПП приведены на рисунке 3.1.

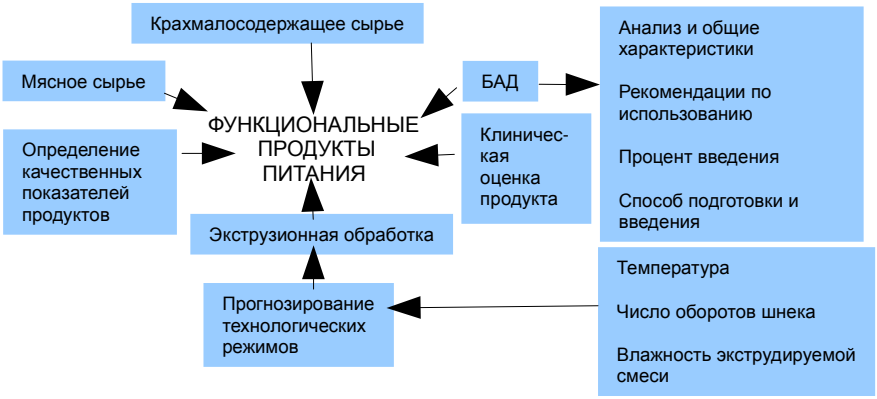


Рис. 3.1. Основы создания экструзионных ФПП

В результате исследований даны рекомендации по применению мясного сырья в ТЭ.

В термопластической экструзии нельзя использовать сырое мясное сырье, так как оно неравномерно распределяется в экструдируемой смеси, и не успевает сварится за кратковременную обработку что отрицательно сказывается на качестве готового продукта. Мясное сырье должно подвергаться термической и механической обработке, а также подсушиванию. Это необходимо для снижения содержания влаги и жира. Парное мясо не рекомендуется использовать, так как оно обладает наибольшим содержанием связанной влаги. Рекомендуется применение охлажденного и размороженного мяса, но наиболее целесообразно использование размороженного мяса. Употребление мясокостного сырья не допускается. При введении мясного сырья в экструдируемую смесь желательно, чтобы оно содержало минимальное количество соединительной ткани. При содержании соединительной ткани более 6% рекомендуется дополнительная механическая обработка, применение ферментов и т.д.

При производстве ЭП для увеличения питательной ценности и вкусовых характеристик рекомендуется применять: сушеный говяжий фарш, изготавливаемый из охлажденного или мороженого мяса крупного рогатого скота I и II категорий, жилованного мяса I сорта, содержащего не более 6% соединительной ткани; сублимированное мясное сырье; сухие мясные бульоны с содержанием 6–9% влаги.

Наиболее доступными являются говядина II сорта и сухие мясные бульоны. Возможно использование: говядины и баранины II категории; конины; телятины I и II категорий; мяса нетрадиционных видов животных (таких как буйволятина II категории); низкокалорийного мяса (кролик, косуля, лось, як, оленина, верблюжатина I и II категорий); субпродуктов (бараньих, свиных — легкое, печень, рубец, сердце) и свиной шкурки.

Предлагаемые виды мясного сырья для применения в термопластической экструзии обоснованы при использовании пакета Microsoft Excel (см. Приложения).

На рис. 3.2 даны ограничения по использованию мясного сырья в ТЭ. На рис. 3.3 представлено использование различных видов мясного сырья. Рассмотренные возможности использования мясного сырья позволяют, при разработке экструзионных ФПП, найти правильный подход к их созданию и выбрать вид, процент, способ обработки мясного компонента при введении в рецептуру.

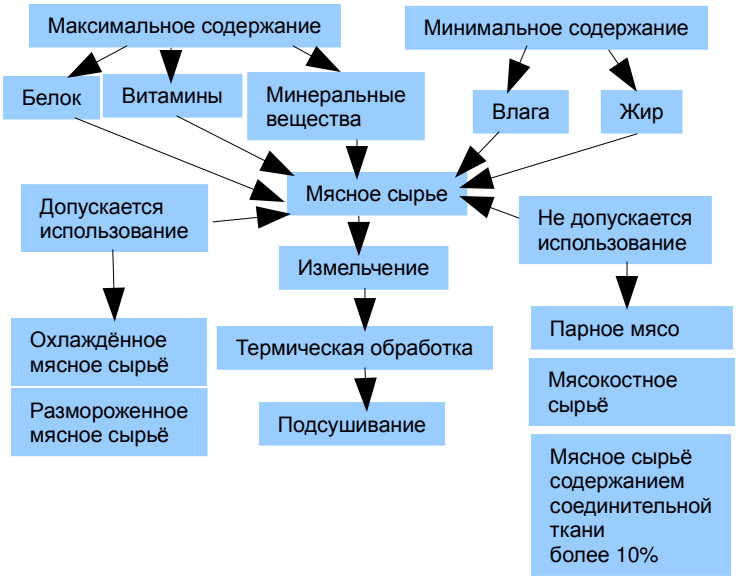


Рис. 3.2. Ограничения к использованию мясного сырья

термопластической экструзии

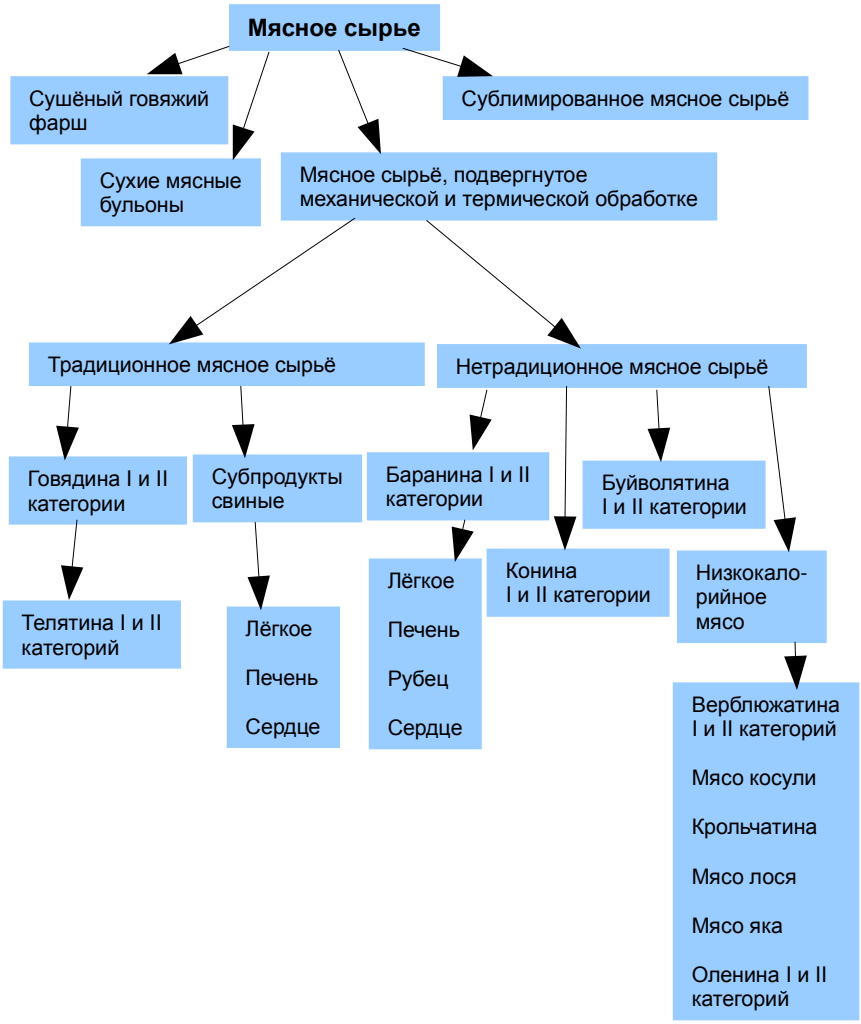


Рис. 3.3. Использование различных видов мясного сырья при производстве экструзионных ФПП

Заключение

Проведенный анализ функциональных продуктов и их роль в питании человека, рассмотренная взаимосвязь между пищевыми субстанциями и определенными заболеваниями; использованием биологически активных добавок в лечебно-профилактических продуктах питания; биологической роли белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ в организме человека; ассортименте и характеристике лечебного и профилактического питания при различных заболеваниях и нарушениях позволяют дать современное представление о продуктах и пищевых добавках, обладающих направленными, стимулирующими, радиопрожекторными, антиоксидантными и общеукрепляющими свойствами и другими свойствами.

Возможности использования термопластической экструзии, поверхностных слоев в функциональных продуктах питания, моделирования и прогнозирования рецептур и технологий при разработке продуктов питания, а также способов введения функциональных добавок в лечебно-профилактические продукты питания позволяют расширить представление о создании функциональных продуктов питания в современных условиях.

Представленная методология позволяет выбрать способ создания, основу, направленность, обязательные и необязательные компоненты, решить задачи по необходимости моделирования и прогнозирования, а также учесть их специфику и особенности различных видов функциональных продуктов питания.

Рассмотренные рекомендации по созданию функциональных продуктов питания, способов введения биологически активных

добавок, созданию взаимодополняемых продуктов питания позволяют найти наиболее рациональный подход при их выборе и введении в рецептуры функциональных продуктов питания, а также расширить ассортимент, сохраняя при этом стандартные органолептические и структурные показатели.

Список литературы

1. Алексеева И.А., Кацеронова Н.В. Экспериментальная оценка эффективности витаминизированных мясных рубленых изделий\\ Вопросы питания. – 1988. № 46. – С. 55–59.

2. Анисимов В.Н. Состояние и перспективы развития геронтологической науки в России \В.Н. Анисимов, Л.Б. Лазебник \\Успехи геронтологии.-1997., №1. – С. 9–15.

3. Антипова Л.В., Дворнянинова О.П. Некоторые аспекты использования вторичных продуктов рыбной промышленности на пищевые цели. Функциональные продукты. Доклады международной научной конференции –М.: ВНИИМП, 2001. – С. 102–105.

4. Антипова Л.В., Толпыгина И.Н. Гидробионты и продукты их переработки – новый взгляд на источник полноценного белка. Функциональные продукты. Доклады международной научной конференции – М.: ВНИИМП, 2001. – С. 129–131.

5. Астанина В.Ю., Петрова М.А. К вопросу создания функциональных продуктов: перспективы производства. Функциональные продукты. Доклады международной научной конференции - М.: ВНИИМП, 2001. – С. 97–99.

6. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия.- М.: Медицина, 1990. – 528 с.

7. Биологическая роль микроэлементов \Под ред. В.В. Ковалевского, И.Е. Воротницкой - М. Наука, 1983, 375 с.

7. Бородин А.В., Протопопов И.И., Костенко Ю.Г., Солодовникова Г.И. Прогнозирование качества и безопасности продукции – важнейшая задача мясной промышленности. Функциональные продукты. Доклады международной научной конференции – М.: ВНИИМП, 2001. – С. 238–240.

8. Бочков Н.П., Насонова В.А. и др. Справочник врача общей практики \\ Под ред. Н.Р.Палеева - М.:Изд-во ЭКСМО – Пресс, 2002. В 2 т. Т.2 – 992 с.

9. Бочков Н.П., Насонова В.А. и др. Справочник врача общей практики. \\ Под ред. Н.Р. Палеева - М.:Изд-во ЭКСМО–Пресс, 2002. В 2 томах Т.1 – 928 с.

10. Буклис Э.Р. Кому полезны пищевые волокна? // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – М., 2004. – №1. – С. 25.

11. Булдаков А.С. Пищевые добавки. Справочник. Санкт-Петербург 1996., 240 с.

12. Ванштейн С.Г., Масик А.М. Пищевые волокна в профилактической и лечебной медицине: Научный обзор \ \ВНИИМИ., М., 1985., 37 с.

13. Ветров В.С., Шалушкова Л.П., Пархимович Л.П., Кусонская Т.В. Новые мясные полуфабрикаты профилактического назначения. Функциональные продукты. Доклады международной научной конференции – М.: ВНИИМП, 2001. – С.147–148.

14. ВОЗ. Микроэлементы в питании человека. Серия техн. Докладов. №532 – Женева 1975, 74 с.

15. Воскобойников В.А., Типисева И.А. О классификации пищевых волокон // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. 2004. – №1, С. 18–20

16. Ганина В.И. Пробиотики. Назначение, свойства и основы биотехнологии. – М.: МГУПБ, 2001, 169 с.

17. Гичев Ю.Ю, Гичев Ю.П. Руководство по биологически активным пищевым добавкам. – М.: «Триада-Х», 2001. – 232 с.

18. Горунова Н.Н. Пищевые волокна в рациональном и лечебном питании. Дис. к.м.н., М., 1987. – С.114.

19. Григорьев Ю.Г. Принцип научной организации питания людей старших возрастов и пути ее совершенствования. Пожилой человек, медицинская и социальная помощь. Геронтология и гериатрия - Киев, 1982. – С.138–145.

20. Данс П. «Функциональное питание. Современные аспекты». Материалы всесоюзной конференции с международным участием «Пробиотики и пробиотические продукты в профилактике и лечении наиболее распространенных заболеваний человека». 21–23 апреля 1999., М. – С.17–18.

21. Джангиров А.П., Джангиров И.П., Павлова Г.В. Производство продуктов для диетического, лечебного, детского питания на мясной основе. Обзорная информация. М. АгроНИИТЭИММП, 1987г., 40 с.

22. Джозеф Дж. Соевые белковые продукты. Характеристики, питательные свойства и применение \Пересмотренное и расширенное издание \ Перевод с англ. к.т.н. М.Л. Доморощенковой\ «Макцентр». – М., 2002, С. 15–58.

23. Доморощенкова М.Л., Демьяненко Т.Ф. Новые виды текстурированных соеввых белков для пищевой промышленности\\ Пищевая промышленность, 2002, №1, С. 44–46.

24. Дон Р.Н., Кученкова О.Е., Ядковская С.Э. Соевые текстуирированные продукты нового поколения\\Мясная индустрия, М., 2002, №8, С.25–26.

25. Донская Г.А., Ишмаметьева М.В. Пищевые волокна – стимуляторы роста полезной микрофлоры организма человека. // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – М., 2004. – №1. – 21 с.

26. Доронин А.Ф., Шендеров Б.А. Функциональное питание - М.:ГРАНТЪ, 2002. – 296 с.

27. Дражигост Покорн. Полная энциклопедия лечебного питания - М.:ОЛМА-ПРЕСС, 1998, 574 с.

28. Дроздова Л.И., Якуш Е.В., Орлова М.В. Лечебно-профилактические продукты на основе рыбного, растительного и животного сырья. Пища. Экология. Человек: Материалы четвертой междунар. Научно-технической конф. М.: МГУПБ, 2001. С. 21.

29. Дудкин М.С., Щелкунов Л.Ф. Пищевые волокна – новый раздел химии и технологии пищи \\ Вопросы питания № 3, 1998, С. 36–38.

30. Жаринов А.И., Макарова Л.Б., Гуль В.Е., Сизых Е.В. и др. Перспективы использования экструзионной технологии в мясной промышленности: М.:Агро НИИТЭИММП. 1991.40 с.

31. Здоровое питание. Профилактика болезней, связанных с недостаточным или неправильным питанием, в Европе – Копенгаген: Воз. Европейское региональное бюро, 1990. – Региональные публикации ВОЗ, Европейская серия.-№24, 198 с.

32. Информационный справочник по использованию соевых белковых продуктов компании «КАРГИЛЛ» в мясной промышленности. СПб. – 2000., 98 с.

33. Ипатова Л.Г., Кочеткова А.А., Шубина О.Г., Духу Т.А., Левачева М.А. Физиологические и технологические аспекты применения пищевых волокон.// Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – М., 2004. - №1. – С.14–17.

34. Карагодин В.П. Комплексное исследование Российского рынка биологически активных добавок. Журнал Medicina- altera 4 научно-практическая конференция по БАД. «Эффективность применения БАД в различных областях медицины. 16–17 мая 2000. М., С.6–9.

35 .Касьянов Г.И., Бурцев А.В., Грицких В.А. Технология производства сухих завтраков. Учебно-практическое пособие. Серия «Технология пищевых производств», Ростов н/Д: Издательский центр МорТ», 2002. – 96 с.

36. Касьянов Г.И., Запорожский А.А., Юдина С.Б. Технология продуктов питания для людей пожилого и преклонного возраста. – Ростов-на-Дону: Издательский центр «МарТ», 2001. – 192 с.

37. Кочеткова А.А., Большаков О.В. Инновационная политика в реализации технологий функциональных продуктов питания. Международная конф. «Технологии и продукты здорового питания» Москва, ВВЦ 2003, С.18–23

38. Краснов А.Е., Красуля О.Н., Николаева С.В. Моделирование рецептур мясопродуктов в условиях нестандартного качества сырьевых ингредиентов. Материалы медж. Форума «Состояние и тенденции

развития мясной индустрии в условиях рыночной экономики» (Москва, 5-8 июня 2002), – М.: АстиГрупп, 2002, С.101.

39. Краснов А.Е., Красуля О.Н., Большаков О.В., Шленская Т.В. Информаионные технологии пищевых производств в условиях неопределенности. – М.: ВНИИМП, 2001. – 496 с.

40. Красуля О.Н. Методологические основы анализа и определения перспектив развития технологии мяса и мясных продуктов в условиях информационной неопределенности. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора техн. наук. М., МГУПБ, 1999, 46 с.

41. Куприянов В.А., Семенова А.А., Кудряшов Л.С. Исследование свойств лактулозы и разработка функциональных мясных продуктов с ее использованием. Функциональные продукты. Доклады международной научной конференции - М.: ВНИИМП, 2001. – С.143–145.

42. Ладодо К.С., Дружинина Л.В. Детское питание. – М.: Колос, 1995, 335 с.

43. Липатов Н.Н. Методологические подходы к проектированию рецептур многокомпонентных пищевых продуктов 111 поколения\\Тез. докл Всес.научн.-техн.конф. «Разработка процессов получения комбинированных продуктов питания» – М., 1988. – С. 10–11.

44. Липатов Н.Н. Предпосылки компьютерного проектирования продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью. ХиПС 1995, № 3. – С. 4–9.

45. Лисицын А.Б., Чернуха И.М.. Функциональные продукты на мясной основе - путь к оздоровлению населения России.\Мясная индустрия. 2003., №1. – С. 12–14.

46. Лифляндский В.Г. Закревский В.В., Андронова М.Н. Лечебные свойства пищевых продуктов – СПб.: Азбука-Терра, 1997, Т.2, 228 с.

47. Лифляндский В.Г. Закревский В.В.,Андронова М.Н. Лечебные свойства пищевых продуктов – СПб.: Азбука–Терра, 1997, Т.1, 336 с.

48. Лузан В.Н. Научное обоснование и практические аспекты создания технологий мясопродуктов с учетом региональных особенностей

Забайкалья. Диссертация на соискание уч. степени д.т.н. М., МГУПБ, 2000, 357 с.

49. Мартинчик А.Н.,Королев А.А., Трофименко Л.С. Физиология питания, санитария и гигиена - М., Мастерство, 2000,191 с.

50. Мглинец А.И. Обогащение витаминными препаратами мясных рубленых полуфабрикатов. Тезисы докл. научно-техн. конф. «Пути развития производства и переработки животноводческого сырья в системе АПК». – М., 1988, С. 177–178.

51. Методические рекомендации по организации питания людей пожилого и старшего возраста. М.: Институт питания, 1975, 38 с.

52. Мещерякова В.А. Соя в лечебно-профилактическом питании\\Пищевая промышленность, 2002, №8, С.48–49.

53. Микляшевски П., Прянишников В.В., Пестова А.Н., Ладд Х. Соевые белки компании «Могнуция» // Мясная индустрия – М., 2002.-№11. – С.35–37.

54. Минделл Эрл. Справочник по витаминам и минеральным веществам. – М: Издательство «Медицина и питание», 2000. – 432 с.

55. Модич П., Маринкович М., Шейко С. Питательно-диетические свойства соевых продуктов и их применение в создании нового ассортимента мясной продукции. Функциональные продукты. Доклады международной научной конференции – М.: ВНИИМП, 2001. – С.227–235.

56. Мягкова А.Д. Экология городской среды как фактор дестабилизации здоровья населения. Тезисы докл. Первого симпозиума «Биологически активные добавки и продукты для оздоровлени людей в условиях мегаполюса» М, Россия, 2001, С.6–8.

57. Натарова Н.А. Биологически активные добавки к пище. Полная энциклопедия-Санкт-Петербург: ВЕСЬ, 2001, 384 с.

58. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки. – М.: Колос, 2002, 526 с.

59. Нечаев А.П.,Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А., и др. Пищевая химия. Под ред. А.П. Нечаева.-СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.

60. Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения СССР\\ Вопросы питания – 1992. – С. 6–15.

61. Патент Великобритании (GB) заявка № 2237720. Диетический заменитель соли, обогащенный калием. Публ. 15.05.91, № 20.

62. Патент Великобритании Заявка № 2242815 A23 P 1\08 A 23 1 \187. Съедобное влагоустойчивое покрытие. Публ. 91.10.16, №4,2 ВНИИПИ, 33 с .

63. Патент Германии (DE) № 4037447 Диетический продукт с пониженным содержанием фенилаланина для страдающих фенилкетонурией пациентов юношеского и зрелого возраста. Публ. 27.05.92., № 22.

64. Патент Германии (DE) № 4128260 Способ производства несодержащего фенилаланина диетического препарата в форме драже или таблеток. Публ. 04.03. № 9.

65. Патент Германии № 4037447. Диетический продукт с пониженным содержанием фенилаланина для страдающих фенилкетопурией пациентов юношеского и зрелого возраста. Публ. 27.05.94, №40.

66. Патент ЕВП (ЕР) заявка № 0454084. Способ приготовления напитка, обогащенного железом. Публ. 30.10.91, № 44.

67. Патент ЕВП № 0448938 «Способ получения масла с пониженым содержанием холестерина». Публ. 02.10.92, № 22.

68. Патент Международный РСТ (WO) №93\05666. «Вспученные и вяленые закусочные продукты и способ их приготовления». Публ. 04.01.93., № 9.

69. Патент Международный (США) № 5336515. «Пищевые продукты, содержащие гидроколлоид полисахарида». Публ. 09.08.94., Т. 1165, №2.

70. Патент Международный РСТ (WO) № 93\25093. «Способ производства биотехнического продукта, снижающего уровень холестерина в крови и биотехнический продукт». Публ. 23.12.93, № 30 .

71. Патент РСТ (WO) № 94\00024 5A 23 L 1\05 Способ приготовления пищевых продуктов, покрытых гелем. Публ. 94.01.06., №2.

72. Патент США (US) № 5310570. Пищевой продукт, подавляющий чувство голода и способ его получения. Публ. 10.05.94, Т. 1162 № 2.

73. Патент США № 5093143 Диетические питательные смеси для больных с почечной недостаточностью. Публ. 03.03.92. Том 1136 № 1.

74. Патент США№ 5093103. Диетические питательные смеси. Публ. 01.07.98. Т. 1103, №3.

75. Патент США № 5310555. Оральный питательный продукт. Публ. от 10.05. 99. Т. 1162, № 2.

76. Патент Японии № 4-73986 К Мацутани Караку Коре. Пищевой состав или продукт, содержащий пищевые волокна. Публ. 25.11.92., № 1–1850.

77. Пилат Т.Л., Иванов А.А., Егорова Г.К. Классификатор БАД к пище (ФЦ ГС ЭН РФ, Москва) Тезисы докладов 1У научно-практической конф. По БАД «Эффекттивность применения БАД в различных областях медицины. Журнал международной академии авторов научных открытий и изобретений 16–17 мая 2000 г. М. с. 35-36.

78. Плащина И.Г., Булатов М.А. и др., Гуммиарабик: функциональные свойства и области применения // Пищевая промышленность. - М.,2002.- №6.- С. 54 -55.

79. Погожева А.В. Пищевые волокна в лечебно-профилактическом питании. \ Вопросы питания №1 1998. С. 39–42

80. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза пищевых продуктов. – Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2002, 556 с.

81. Полич М., Турубатович Л., Оревич М., и др. Гидроколлоиды-функциональные свойства и применение в мясной промышленности и при изготовлении белковых продуктов. Функциональные продукты. Доклады международной научной конференции – М.: ВНИИМП, 2001. – С. 88–96.

82. Проселкова Т.И. От выбора пищевых добавок зависит качество продукции. Функциональные продукты. Доклады международной научной конф. – М.: ВНИИМП, 2001, С. 102–105.

83. Проспект компании «ПЕТРАФ». Гену каррагенаны – путь к успеху, М.,2001., 3 с.

84. Проспект фирмы CNI Fibregum биоактивное растворимое волокно из акации. Бюллетень R&D, Москва, октябрь 1998, CMT/MO 09304 08.02.99, 43 с.

85. Проспект фирмы CNI Fibregum натуральное пищевое волокно CMT\MO 09305 24\01\03. 5 с.

86. Проспект фирмы «АДМ – Пищевые продукты». Ксантановая камедь, М, 2002, 2с.

87. Проспект фирмы «Ингрид 2000», М, 6 с.

88. Проспект фирмы «Протеин Продукт». Каррагинаны.// Мясной ряд. – М., 2001. – №4. – С.40–41.

89. Проспект фирмы CNI. Натуральное пищевое волокно DB/XL/ 0226693, 24/01/1997, 4 с.

90. Проспект фирмы CNI.CMT\MO 09305 24.01.99 . FIBREGUM. 37 с.

91. Рисман М. Биологически активные добавки: неизвестное об известном \ Справочник. Пер. с англ.- М.: Арт-Бизнес-Центр, 1988, 489 с. 94.

92. Рогов И.А., Алексахина В.А., Нефедова Н.В. Биологически активные вещества и их использование в производстве диетических продуктов питания \\Обзорная информация. - М.: АгроНИИТЭИмясомолпром, 1994. – 48 с.

93. Рогов И.А., Токаев Э. С., Ковалев Ю.И. Новые тенденции развития технологии производства мясных продуктов с точки зрения теории адекватного питания.\ \Мясная индустрия 1987, №3, с.13–21.

94. Рогов И.А., Токаев Э.С., Ковалев Ю.И., Клочкова Е.А. Использование сырья с высоким содержанием пищевых волокон в техноло-

гии диетических мясных продуктов. - И.: АгроНИИТЭИмясомолпром, 1988. – 28 с.

95. Руководство по потребностям человека в пищевых вещества. 1976г. ВОЗ. Женева, 52 с.

96. Рязанова О.А., Поздняковский В.М.,Шевелева А.А. Продукты специального назначения на основе сои\\Пищевая промышленность, 2002, №8, С.42–43.

97. Самсонов М.А., Покровский А.А. Справочник по диетологии. \\ М. «Медицина». 1992. – С. 7–70, 144–150, 430–453.

98. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: энциклопедия – СПб. ГИОРД, 2003. – С. 201–203, 283–288.

99. Скобелева Н.В., Донская Г.А., Харитонов В.Д. Полифункциональные молочные фитопродукты ежедневного потребления. Функциональные продукты. Доклады международной научной конференции - М.: ВНИИМП, 2001. – С. 136–138.

100. Специализированные продукты питания для детей с различной патологией: Каталог\ под. ред. К.С. Ладодо и Г.Ю. Сажинова. М.: Минсельхозпрод РФ, 2000, 200 с.

101. Спиричев В.Б. Дефицит микронутриентов и отечественные продукты лечебно-профилактического питания для его коррекции.- М.: Валетек-продимпекс, 1998, 32 с.

102. Спиричев В.Б. Медико-биологические требования к биологически активным добавкам, как источнику витаминов и минеральных веществ. Тезисы докл. Первого симпозиума «Биологически активные добавки и продукты для оздоровлени людей в условиях мегаполюса» М, Россия, 2001, С.13–14.

103. Справочник по диетологии \Под ред. А.А.Покровского, М.А. Самсонова, 2-е изд., пер. и доп. – М.: Медицина, 1992, 464 с.

104. Технологическая инструкция по применению соевых белков при производстве всех видов мясной продукции. Группа компаний «Стар» М., 2000., 14 с.

105. Титов Е.И., Митасева Л.Ф., Черкасова Л.Г., Маслюк С.А. Специализированные продукты питания ферментированные и с эубиотиками. Обзорная информация. М., АгроНИИТЭИММП 1997, 24 с.

106. Тихомирова Н.А. Природный и рекомбинантный ангиогенин. Свойства и количественный анализ. М.: Пищевая промышленность, 1999, 137 с.

107. Тихомирова Н.А. Технология продуктов функционального питания. М.:ООО» Франтэра», 2002, 213 с.

108. Токаев Э.С., Леонова Е.Н., Ноздрина Н.И., Манукян Г.В. «Специализированные продукты энтерального питания для больных с различной потологией. Обзорная информация. М., АГРОНИИТЭИИММП, 1994, 32 с.

109. Толстогузов В.Б. Новые формы белковой пищи. – М., Агропромиздат, 1987, 304 с.

110. Тужилкин В.И., Доронин А.Ф., Кочеткова А.А., Шендоров Б.А., Нечаев А.П., Колеснов А.Ю. . Функциональные пищевые продукты - стратегия современного питания. Международная конф. «Технологии и продукты здорового питания» Москва, ВВЦ 2003, С.3–10.

111. Тутульян В.А.,Спиричев В.Б., Суханов Б.П., Кудашева В.А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека (справочное руководство по витаминам и минеральным веществам). М: Колос, 2002, 424 с.

112. Уголев А.М. Достижения физиологии и проблемы питания \\ Вестник АН СССР, 1984, №6, С.34–-35.

113. Устинова А. В. Мясные продукты для детского питания. - М.:ВНИИ мясной промышленности, 1997–252 с.

114. Файвишевский М.Л. Функциональные продукты на основе вторичного мясного сырья. Функциональные продукты. Доклады международной научной конференции – М.: ВНИИМП, 2001, С. 101–102.

115. Федеральный реестр биологически активных добавок к пище -Федеральный центр Госсанэпиднадзора МЗ РФ. – М. 2000, Когелет, 327 с.

116. Шалыгина А.М., Крусь Г.Н., Ганина В.И. и др. Современные направления в разработке молочных продуктов лечебно-профилактического назначения, М.: АгроНИИТЭИММП, 1997, 16 с.

117. Шалыгина А.М., Крусь Г.Н., Каткова Н.Н., Тихомирова Н.А. Молочные продукты для детского и диетического питания- М.: Агропромиздат, 1993, 36 с.

118. Шаманова Г.П. Производство продуктов детского питания на молочной основе.- М.: Агропромиздат, 1987, 272 с.

119. .Шендеров Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. Т. 1. Микрофлора человека и ее функции- М.:Грантъ, 1998, 287 с.

120. Шендеров. Б.А., Манвелова М.А «Пробиотики и функциональное питание. Микробиологические аспекты.». Материалы Всесоюзн. конф. с междунар. участием « Пробиотики и пробиотические продукты в профилактике и лечении наиболее распространенных заболеваний человека». 21-23 апреля 1999г. г. Москва, С. 23–24.

121. Шендоров Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание. Т.3 Пробиотики и функциональное питание. – М: Грантъ, 2001, 288 с.

122. Шишкина Л.Н. Антиоксидантная характеристика пищевых добавок. Тезисы докл. Первого симпозиума «Биологически активные добавки и продукты для оздоровлени людей в условиях мегаполюса» М, 2001, С.33–35.

123. Шюнеман Верена «Функциональное питание - актуальный обзор рынка» Материалы Всесоюзн. конф. с междунар. участием «Пробиотики и пробиотические продукты в профилактике и лечении наиболее распространенных заболеваний человека». 21-23 апреля 1999 г. М., С.96–98

124. Юдина С.Б. Теоретические и экспериментальные основы создания технологий геродиетических продуктов на базе мясного сырья: Автореферат. Дис. на соиск. уч. степени д-ра техн. наук – М., 1999. – 46 с.

Учебное электронное издание

Бобренева Ирина Владимировна

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ

Главный редактор Т.С. Кулакова
Верстка М.С. Богданов
Корректура А.К. Филатова

Издатель — ООО «Издательский центр “Интермедия”»
Почтовый адрес: 198334, Санкт-Петербург, а/я 77.
Тел./факс: (812) 923-2-239
e-mail.: intermedia.ph@gmail.com
www.intermedia-publishing.ru
Санкт-Петербург, 2012