

Н.В. Степычева, С.Н. Петрова

**РАЗРАБОТКА
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ
ИЗДЕЛИЙ:
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА**

Учебное пособие

Иваново 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации

Ивановский государственный химико-технологический университет

Н.В.Степычева, С.Н. Петрова

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ
ИЗДЕЛИЙ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА**

Учебное пособие

Иваново 2017

Степычева, Н.В.

Разработка функциональных хлебобулочных изделий: теория и практика: учебное пособие / Н.В. Степычева, С.Н. Петрова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2017. – 165 с.

В учебном пособии рассмотрены научные и практические аспекты создания функциональных хлебобулочных изделий, представлены научно обоснованные технологии создания продуктов функционального питания, реализуемые в производстве.

Приведены расчеты пищевой ценности хлебобулочных изделий, обогащенных различными функциональными пищевыми ингредиентами, которые позволяют оценить влияние выбранных добавок на макро- и микронутриентный состав продукта, определить их оптимальные дозировки и степень удовлетворения суточной потребности человека в данном ингредиенте.

Учебное пособие предназначено для подготовки студентов очной и заочной форм обучения бакалавриата по направлению "Продукты питания из растительного сырья" профиль "Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий" и может быть использовано при подготовке по дисциплинам "Функциональные хлебобулочные и кондитерские изделия" и "Проектирование комбинированных продуктов питания".

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета.

Рецензенты:

А.В. Волкова (заведующая пекарней ЗАО "ЭКСТРА" Главмаг, г. Иваново), доктор химических наук В.Г. Андрианов (ФГБОУ ВО "Ивановский государственный химико-технологический университет")

© Степычева Н.В., Петрова С.Н., 2017

© ФГБОУ ВО "Ивановский государственный химико-технологический университет", 2017

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время продукты функционального питания являются самой актуальной и быстро растущей категорией пищевых продуктов. Для отрасли хлебопекарной промышленности правительством Российской Федерации разработана "Концепция обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения путем развития функционального и специализированного хлебопечения в Российской Федерации до 2020 года (Хлеб – это здоровье)".

Задача концепции – определение путей и способов обеспечения населения страны хлебом и хлебобулочными изделиями функционального и специализированного назначения с целью сохранения и укрепления здоровья населения, профилактики заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием, в комплексе решения приоритетных задач государственной политики в области здорового питания.

Среди приоритетных мероприятий концепции – внедрение новых технологий в хлебопекарной отрасли, позволяющих значительно расширить ассортимент и увеличить производство хлебобулочных изделий нового поколения с заданными качественными характеристиками, в том числе функциональных и специализированных, содействии улучшению здоровья и качества жизни населения путем увеличения потребления указанной продукции.

Исходя из того, что данные инновационные технологии начнут активно развиваться, следует предположить, что наиболее востребованными станут выпускники со специальными знаниями. Именно для таких специалистов предназначено данное пособие.

В первой части пособия изложены основные положения концепции функционального питания, основы научного подхода к созданию продуктов функционального питания, дана характеристика функциональных пищевых ингредиентов, используемых при производстве продуктов здорового питания.

Целью второй части учебного пособия является рассмотрение практических аспектов создания продуктов функционального питания, которые позволят будущим специалистам разработать научно обоснованные технологии создания продуктов функционального питания и организовать их промышленное производство. В данном разделе изложены технологические приемы разработки функциональных хлебобулочных изделий, представлены научно обоснованные технологии создания продуктов функционального питания, реализуемые в производстве.

В третьей части пособия приведены расчеты пищевой ценности хлебобулочных изделий, обогащенных различными функциональными пищевыми ингредиентами, которые позволяют оценить влияние выбранных добавок на макро- и микронутриентный состав продукта, определить их оптимальные дозировки и степень удовлетворения суточной потребности человека в данном ингредиенте.

1. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

1.1. Функциональное питание и его место в структуре современного питания

Концепция функционального питания стала разрабатываться в последние три десятилетия в связи с получением новых данных в области метаболических аспектов фармакологии и токсикологии пищи. По мере расшифровки химического состава продовольственного сырья и пищевых продуктов и выявления корреляционных зависимостей между содержанием в них отдельных микронутриентов и биологически активных веществ и состоянием здоровья населения был сформулирован новый взгляд на пищу как на средство профилактики и лечения некоторых заболеваний. Все продукты функционального питания должны содержать ингредиенты, придающие им функциональные свойства.

Основные положения концепции функционального питания отражены на рис.1.1.

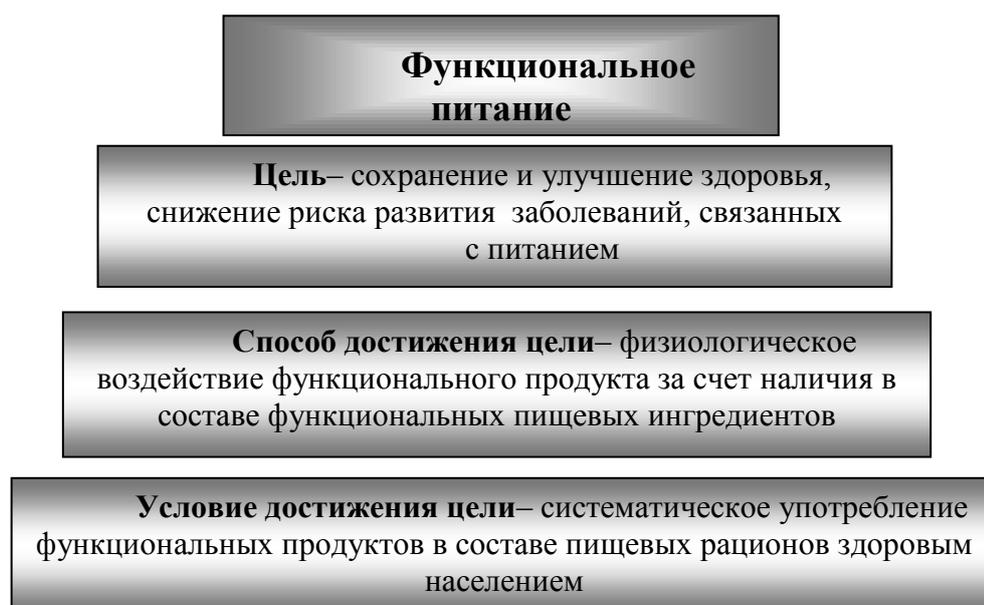


Рис.1.1. Концепция функционального питания

Россия стала первой европейской страной, в которой на государственном уровне были закреплены термины и определения, касающиеся функциональных пищевых продуктов. Специалистами Московского государственного университета пищевых производств был разработан Национальный стандарт ГОСТ Р 52349-2005 "Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определение" (с Изменением 1). Этот стандарт впервые в России законодательно устанавливает термины и определения в области функциональных пищевых продуктов, которые предназначены для применения

во всех видах документации и литературы. В стандарте даны определения следующим терминам.

Функциональный пищевой продукт (ФПП): специальный пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающий научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или восполняющий имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов.

Функциональный пищевой ингредиент (ФПИ): живые микроорганизмы, вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, входящие в состав функционального пищевого продукта в количестве не менее 15 % от суточной физиологической потребности, в расчете на одну порцию продукта, обладающие способностью оказывать научно обоснованный и подтвержденный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении содержащего их функционального пищевого продукта.

Таким образом, в настоящее время в структуре современного питания можно выделить три группы продуктов.

Продукты массового потребления – пищевые продукты, предназначенные для питания основных групп населения, выработанные по традиционной технологии.

Функциональные пищевые продукты – пищевые продукты, предназначенные для питания основных групп населения, полезные для здоровья.

Продукты лечебного питания – пищевые продукты специального назначения (для отдельных групп населения) в качестве лечебного приема в комплексной терапии заболеваний, характеризующиеся измененным химическим составом и физическими свойствами.

В структуре современного питания ФПП занимают среднее место между обычными продуктами и продуктами лечебного питания. Они относятся к продуктам массового потребления, т.е. имеют вид традиционной пищи и предназначены для питания основных групп населения, но содержат ФПИ, оказывающие позитивное воздействие на организм. Потребление таких продуктов не является лечебным приемом, но помогает предупредить некоторые болезни и старение организма.

Таким образом, в отличие от традиционных продуктов питания, потребительские свойства ФПП, наряду с пищевой ценностью и вкусовыми качествами, включают понятие физиологического воздействия (рис.1.2).

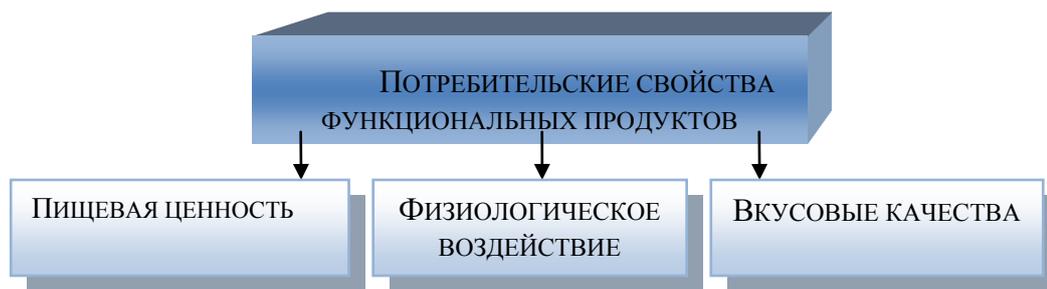


Рис.1.2. Совокупность потребительских свойств функциональных пищевых продуктов

Определены несколько физиологических функций, позитивное воздействие на которые позволило бы относить продукты питания и входящие в них отдельные ФПИ к той или иной категории ФПП:

- ✓ метаболизм тех или иных субстратов;
- ✓ деятельность сердечно-сосудистой системы;
- ✓ физиология и функция желудочно-кишечного тракта;
- ✓ состояние нормальной микрофлоры;
- ✓ антиоксидантный эффект;
- ✓ состояние зубной и костной ткани;
- ✓ состояние иммунной системы.

В изменениях, внесенных в 2010 году, ГОСТ Р 52349-2005 был дополнен следующими терминами.

Эффективность функционального пищевого продукта: совокупность характеристик или свойств ФПП, которая обеспечивает снижение риска развития заболеваний, связанных с питанием, и (или) восполнение, а также предотвращение дефицита питательных веществ, сохранение и улучшение здоровья.

Эффективность ФПП подлежит научному обоснованию и подтверждению в рамках экспериментальных исследований в порядке, установленном нормативными правовыми актами Российской Федерации, национальными и международными стандартами, сводами правил и (или) правилами и методами исследований (испытаний) и измерений, в том числе правилами отбора образцов.

Заявление об эффективности функционального пищевого продукта: маркировка, приводимая изготовителем на потребительской таре ФПП, содержащая информацию о научно обоснованных и подтвержденных функциональных свойствах, снижающих риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающих дефицит или восполняющих имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе ФПИ.

Следует отметить, что в 2012 году введен в действие ГОСТ Р 54060-2010 "Продукты пищевые функциональные. Идентификация. Общие положения".

Дополнительными для ФПП (в отличие от обычных продуктов) критериями экспертизы являются:

- наличие информации о составе продукции, включая использованные ФПИ, а также информации о пищевой и энергетической ценности;
- наличие информации о порции продукции и количестве содержащегося в ней ФПИ;
- наличие информации о научно обоснованной и подтвержденной эффективности продукции.

Для подтверждения заявленной эффективности продукта эксперт запрашивает у изготовителя (поставщика) ФПП документальные сведения об эффективности продукции. Эти сведения должны включать научное обоснование эффективности продукции и результаты экспериментальных исследований, проведенных в целях ее подтверждения, в том числе результаты клинической оценки его эффективности.

1.2. Основные категории функциональных пищевых продуктов

С учетом технологической специфики получения ФПП по сравнению с традиционными продуктами можно выделить условно три основные категории функциональных продуктов (рис.1.3).



Рис. 1.3. Основные категории функциональных пищевых продуктов

К первой категории ФПП (категории А) относятся продукты, которые содержат в нативном виде значительное количество ФПИ. В этой категории могут быть упомянуты некоторые продукты, позиционируемые как "органические". Это наименование допустимо использовать только для тех продуктов, масса которых, исключая воду и соль, по меньшей мере, на 95 % состоит из органических ингредиентов. В технологиях таких продуктов исключается применение антибиотиков, гормонов роста, пестицидов, удобрений на основе нефти или сточных вод, методов биоинженерии или ионизирующей радиации.

Необходимо отметить, что термины "функциональные" и "органические" не являются синонимами. Не следует уравнивать эти понятия, считая, что "органический" по определению соответствует критериям "полезный для здоровья".

Ко второй категории ФПП (категории Б) относятся продукты, в которых, в отличие от традиционных, технологически понижено содержание вредных для здоровья ингредиентов. В перечень таких ингредиентов включены холестерин, животные жиры с высоким содержанием насыщенных жирных кислот, гидрогенизированные масла, содержащие трансизомерные жирные кислоты, низкомолекулярные углеводы (сахароза), натрий, источником которого служит поваренная соль, и некоторые другие. Избыточное потребление перечисленных пищевых ингредиентов вредно для здоровья и причислено к факторам риска возникновения заболеваний, в частности сердечно-сосудистых.

Классический подход к решению технологической задачи по получению ФПП этой категории состоит в избирательном извлечении или разрушении таких ингредиентов. Известный технологический прием извлечения вредного компонента из пищевого объекта – селективная экстракция. В число технологических приемов, нацеленных на избирательное разрушение, входят некоторые виды ферментативной обработки пищевого сырья. Подобная обработка позволяет, в частности, технологически понизить содержание компонентов, присутствие которых в продукте препятствует проявлению биологической, или физиологической активности или биоусвояемости входящих в его состав ФПИ.

К третьей категории ФПП (категории В) относятся обогащенные пищевые продукты. Согласно ГОСТ Р 52349-2005 *обогащенный пищевой продукт* – это ФПП, получаемый добавлением одного или нескольких ФПИ к традиционным пищевым продуктам в количестве, обеспечивающем предотвращение или восполнение имеющегося в организме человека дефицита питательных веществ и (или) собственной микрофлоры.

В зависимости от количества ФПИ, вносимого в обогащаемый им продукт, могут решаться две задачи:

✓ восстановление частично или полностью потерянного в технологическом процессе ФПИ до исходного уровня (уровня содержания в исходном сырье) при условии, что этот восстановленный уровень способен обеспечить (за счет обычно употребляемой порции такого продукта)

удовлетворение не менее 15 % средней суточной потребности в восстановленном ингредиенте;

✓ обогащение, т.е. введение в состав продукта ФПИ в количестве, превышающем нормальный уровень его содержания в исходном сырье (или продукте, не подвергавшемся традиционной технологической переработке).

Технологические особенности обогащения традиционных пищевых продуктов ФПИ зависят от рецептурного состава и агрегатного состояния подлежащей обогащению пищевой системы, физических и химических свойств (включая термическую и химическую устойчивость) обогащающих ингредиентов, технологических условий получения пищевого продукта.

Выбор конкретного ФПИ или их комбинации должен осуществляться с учетом их совместимости между собой, а также с другими компонентами, входящими в состав пищевого продукта, и исключать ухудшение органолептических свойств или вероятность нежелательных взаимодействий, способных препятствовать проявлению биологической или физиологической активности или биоусвояемости введенных ФПИ.

Методология конструирования ФПП предполагает параллельное решение двух задач:

1. Формирование свойств, оказывающих выраженное полезное действие на здоровье человека. Эта выраженная польза определяется отсутствием вредных для здоровья веществ или наличием в составе продукта ФПИ в количествах, сопоставимых с уровнями потребления указанных веществ, рекомендованными Институтом питания РАМН в методических указаниях МР 2.3.1.2432-08 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации" и достоверно обеспечивающих позитивный эффект.

2. Технологический процесс формирования потребительских свойств ФПП. При всей оригинальности и новизне созданного продукта его потребительские, особенно органолептические свойства, должны оставаться традиционными, соответствующими сложившимся пищевым предпочтениям покупателей, не требующими длительного привыкания.

На этапе разработки технологии нового продукта и ее практической реализации уточняются рецептура, параметры технологического процесса, показатели качества готового продукта, сохранность ФПИ в условиях производства и хранения. На заключительном этапе создания ФПП с помощью методов доказательной медицины проверяется клиническая эффективность ФПП, в том числе определяется биодоступность обогащающего ингредиента, степень коррекции дефицита и улучшения состояния здоровья при регулярном употреблении полученных функциональных продуктов.

Ниже приведен алгоритм разработки ФПП:

- выбор и обоснование направленности ФПП;
- изучение медико-биологических требований, предъявляемых к данному виду ФПП;
- выбор основы ФПП (зерновой, молочной и т.п.);
- выбор и обоснование применения ФПИ;

- изучение прямого, вредного и побочного влияния и аллергического действия ФПИ;
- выбор и обоснование дозировки ФПИ или группы применяемых ФПИ;
- моделирование рецептуры разрабатываемого ФПП;
- моделирование технологии ФПП с отработкой технологических режимов;
- разработка технологии получения ФПП;
- исследование качественных и количественных показателей ФПП;
- разработка рекомендаций по применению ФПП;
- разработка нормативной документации на продукт;
- клинические испытания ФПП;
- выработка опытной партии ФПП;
- сертификация ФПП.

1.3. Технологические особенности создания функциональных пищевых продуктов

Исходя из положения, что функциональным называется продукт в целом, а не только входящие в его состав ФПИ, следует внимательно учитывать требования к качеству нового продукта, его пищевой ценности и доказанной пользе для здоровья по сравнению с аналогичным небогащённым продуктом. Для этого при разработке рецептуры и технологии ФПП серьезное внимание уделяется следующему:

- *медико-биологическим аспектам*, касающимся выбора пищевой системы в качестве объекта модификации, выбора обогащающего ингредиента, уровня и безопасности обогащения;
- *клинической эффективности* нового продукта, определяющей реальную эффективность проведенной модификации продукта. Её составляющей является, в частности, проверка биодоступности обогащающего ингредиента, поступающего в организм в составе именно этого продукта;
- *технологическим аспектам*, таким как достижение высоких показателей качества продукции, сохранность ФПИ, их совместимость с пищевой массой, а также взаимодействие с ее отдельными компонентами и между собой.

Технологическая эффективность модификации пищевого продукта в функциональный обеспечивается обязательным соблюдением условий, к которым относятся:

- ✓ выбор стадии технологического процесса и способа внесения ФПИ, при которых обеспечивается равномерность распределения и максимальная сохранность ингредиентов. Большое значение имеет правильный выбор этапа, на котором будет внесен ФПИ, особенно, если он не стабилен, чувствителен к изменению температуры, рН среды, влажности, присутствия воздуха, ионов металлов, окислителей;

✓ выбор способа и типа упаковки готового продукта, обеспечивающего его наилучшую сохранность.

Факторами риска при хранении обогащенных продуктов являются: свет, соприкосновение с воздухом или металлическими поверхностями, повышенная температура, влажность воздуха, присутствие во внешней среде микроорганизмов, способных ускорить микробиологическую порчу продуктов. Каждая группа продуктов требует подбора соответствующих упаковочных материалов и условий хранения в зависимости от тех введенных ингредиентов, которые проявляют максимальную чувствительность к какому-либо из перечисленных выше факторов риска.

Строгое соблюдение перечисленных принципов чрезвычайно важно с точки зрения обеспечения безопасности полученных продуктов, полного отсутствия возможных рисков, связанных с вмешательством в пищевую систему в процессе её обогащения.

При разработке ФПП существуют следующие риски.

Гигиенические риски обусловлены неправильным выбором ФПИ, возможностью уменьшить безопасность продукта за счет его введения или несоблюдения условий обогащения.

Технологические риски связаны с ухудшением потребительских свойств ФПП (цвета, вкуса, аромата, текстуры, сохранности) и снижением необходимого уровня обогащающего ингредиента.

Медико-биологические риски связаны с уменьшением биологической доступности, усвояемости вводимых ФПИ, а также с образованием и накоплением в продукте вредных веществ в процессе производства и хранения.

Таким образом, разработка ФПП предполагает научно обоснованный подход с учетом всех аспектов, формирующих здоровое питание.

1.4. Требования, предъявляемые к функциональным пищевым ингредиентам

С целью обеспечения оптимального питания в настоящее время уточнены адекватные и максимальные уровни потребления пищевых и биологически активных веществ в соответствии с физиологическими нормами их потребления для современного человека с учетом его пола, возраста, физиологического состояния, физической нагрузки и некоторых других факторов. Официальным государственным документом, определяющим понятия адекватных и максимальных уровней и их количественные значения для всех известных компонентов пищи, являются методические указания МР 2.3.1.2432-08 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации".

Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ включают два показателя – адекватный уровень потребления и верхний допустимый уровень потребления, которые установлены с помощью эпидемиологических методов и расчетов с учетом химического состава рациона

питания современного человека при его сниженных энергозатратах (2300 ккал в сутки).

Адекватный уровень потребления – уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, который установлен на основании расчетных, или экспериментально определенных величин, или оценок потребления этих веществ группой/группами практически здоровых людей (с использованием эпидемиологических методов), для которых данное потребление (с учетом показателей состояния здоровья) считается адекватным. Данное понятие используется в тех случаях, когда рекомендуемая величина (норма) потребления пищевых и биологически активных веществ не может быть определена.

Верхний допустимый уровень потребления – наибольший уровень суточного потребления пищевых и биологически активных веществ, который не представляет опасности развития неблагоприятных воздействий на состояние здоровья практически у всех лиц из общей (конкретной) популяции. По мере увеличения потребления сверх этих величин потенциальный риск неблагоприятных воздействий возрастает.

В условиях самостоятельного свободного выбора пищевых продуктов и формирования рациона с учетом правил рационального питания Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) не рекомендует потребителям принимать неоправданно большие дозы препаратов витаминов, витаминно-минеральных комплексов, белков, аминокислот, пищевых волокон и других добавок к пище. Причиной этой рекомендации является тот факт, что, как правило, в торговых формах указанных веществ (драже, таблетках и т.п.) содержится доза, полностью обеспечивающая суточную потребность или даже превышающая ее, что достаточно для профилактики нутриентного дефицита. Избыточное потребление одного пищевого или биологически активного вещества может стать причиной нарушения обмена другого или создать дополнительную нагрузку на почки при выведении из организма его излишка. С этой точки зрения употребление в пищу ФПП, содержащих ограниченные количества ФПИ, исключает подобные риски.

ФПИ должны отвечать следующим требованиям:

- 1) они должны быть полезными для питания и здоровья;
- 2) их полезные качества должны быть научно обоснованы;
- 3) их ежедневные дозы должны быть одобрены специалистами по медицине и питанию;
- 4) они должны быть безопасными с точки зрения сбалансированного питания;
- 5) должны иметь точные физико-химические показатели и точные методики их определения;
- 6) не должны уменьшать питательную ценность пищевых продуктов;
- 7) должны употребляться перорально (как обычная пища);
- 8) не должны выпускаться в таких лекарственных формах, как таблетки, капсулы, порошки;
- 9) должны быть натуральными.

1.5. Основные группы функциональных пищевых ингредиентов

В ГОСТ Р 52349-2005 (с Изменением 1) определены основные группы ФПИ. К ним относят физиологически активные, ценные и безопасные для здоровья ингредиенты с известными физико-химическими характеристиками, для которых выявлены и научно обоснованы полезные для сохранения и улучшения здоровья свойства, установлена суточная физиологическая потребность: растворимые и нерастворимые пищевые волокна (пектины и др.), витамины (витамин Е, токотриенолы, фолиевая кислота и др.), минеральные вещества (кальций, магний, железо, селен и др.), жиры и вещества, сопутствующие жирам (полиненасыщенные жирные кислоты, растительные стеролы, конъюгированные изомеры линолевой кислоты, структурированные липиды, сфинголипиды и др.), полисахариды, вторичные растительные соединения (флавоноиды/полифенолы, каротиноиды, ликопин и др.), пробиотики, пребиотики и синбиотики.

С 01.01.2012 введен в действие ГОСТ Р 54059-2010 "Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования". Настоящий стандарт распространяется на ФПП в части ФПИ и устанавливает классификацию и общие требования к кодированному обозначению ФПИ. Условием классификации ФПИ является его эффективность при систематическом употреблении в составе пищевых продуктов в рамках пищевых рационов, которая подлежит предварительному научному подтверждению и обоснованию согласно требованиям соответствующих нормативных и (или) правовых документов.

По ГОСТ Р 54059-2010 классификация ФПИ включает их классы, группы и подгруппы.

Класс А – Эффект метаболизма субстратов.

- Группа I – метаболизм питательных веществ:
 - *подгруппа 1* – активация метаболизма липидов и липолиза (флавоноиды, среднецепочечные жирные кислоты);
 - *подгруппа 2* – предотвращение новообразования жиров (витамины группы В, микроэлементы например, хром);
 - *подгруппа 3* – снижение уровня усвоения жиров (пищевые волокна);
 - *подгруппа 4* – регулирование аппетита (пищевые волокна);
 - *подгруппа 5* – прочие эффекты.
- Группа II – метаболизм углеводов:
 - *подгруппа 1* – поддержание уровня глюкозы в крови (пищевые волокна, витамин С (аскорбиновая кислота), микроэлементы (например, хром), омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты) ;
 - *подгруппа 2* – поддержание уровня инсулина в крови (омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты, микроэлементы (например, цинк), витамины В₁. В₂ и В₆);
 - *подгруппа 3* – прочие эффекты.

- Группа III – устойчивость организма к онкологическим патологиям:
 - *подгруппа 1* – молочные железы (фитоэстрогены, пищевые волокна, каротиноиды, витамин D, омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты);
 - *подгруппа 2* – толстый кишечник (пищевые волокна, пребиотики, омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты);
 - *подгруппа 3* – предстательная железа (фитоэстрогены, микроэлементы (например, цинк), пищевые волокна, антиоксиданты);
 - *подгруппа 4* – прочие эффекты.

Класс Б – Антиоксидантный эффект.

- Группа I – антиоксидантное действие:
 - *подгруппа 1* – сохранение структуры и функциональной активности ДНК (витамины С (аскорбиновая кислота) и Е, каротиноиды, флавоноиды (антоцианины));
 - *подгруппа 2* – антиоксидантная защита полиненасыщенных жирных кислот в мембранных липидах (витамины С (аскорбиновая кислота) и Е, флавоноиды (антоцианины), каротиноиды);
 - *подгруппа 3* – сохранение структуры и функциональной активности белков (витамины С (аскорбиновая кислота) и Е, каротиноиды, флавоноиды (антоцианины), микроэлементы (например, селен));
 - *подгруппа 4* – прочие эффекты.
- Группа II – синергическое увеличение антиоксидантного действия (фосфолипиды).

Класс В – Эффект поддержания деятельности сердечно-сосудистой системы.

- Группа I – функции сердечно-сосудистой системы:
 - *подгруппа 1* – антиоксидантная защита липидов клеточных мембран и липопротеидов (витамины А, С (аскорбиновая кислота) и Е, микроэлементы (например, селен, цинк));
 - *подгруппа 2* – сохранение тонуса стенок кровеносных сосудов и их проходимости (омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты, флавоноиды);
 - *подгруппа 3* – антитромботическое действие (омега-3 и омега-6 полиненасыщенные жирные кислоты, флавоноиды (антоцианины), токотриенолы, фолиевая кислота, витамины В₆, В₁₂);
 - *подгруппа 4* – сосудорасширяющий (гипотензивный эффект) (флавоноиды (антоцианины));
 - *подгруппа 5* – антиаритмический эффект (флавоноиды (антоцианины));
 - *подгруппа 6* – питание и кровоснабжение сердечной мышцы (флавоноиды (антоцианины), витамины В₁, В₁₃ (оротовая кислота));
 - *подгруппа 7* – прочие эффекты.

- Группа II – липидный обмен:
 - *подгруппа 1* – поддержание уровня триацилглицеринов в крови (моно- и полиненасыщенные жирные кислоты, фитостерины, фитостанолы, пищевые волокна, токотриенолы);
 - *подгруппа 2* – поддержание уровня общего холестерина, липопротеинов высокой и низкой плотности в крови (моно- и полиненасыщенные жирные кислоты, фитостерины, фитостанолы, пищевые волокна, токотриенолы, витамин PP);
 - *подгруппа 3* – антисклеротический эффект (витамин E, каротиноиды);
 - *подгруппа 4* – прочие эффекты.

Класс Г – Эффект поддержания деятельности желудочно-кишечного тракта.

- Группа I – пищеварение и функциональное состояние желудочно-кишечного тракта:
 - *подгруппа 1* – поддержание и улучшение состояния слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта (пребиотики);
 - *подгруппа 2* – контроль функциональных свойств кишечной иммунокомпетентной лимфатической ткани (пробиотики, пребиотики, синбиотики);
 - *подгруппа 3* – обеспечение образования и ассимиляции короткоцепочечных жирных кислот (пребиотики, синбиотики);
 - *подгруппа 4* – прочие эффекты.
- Группа II – моторно-эвакуаторная функция кишечника:
 - *подгруппа 1* – уменьшение времени транзита пищевой массы (пищевые волокна);
 - *подгруппа 2* – обеспечение формирования стула (пищевые волокна);
 - *подгруппа 3* – прочие эффекты.
- Группа III – кишечная микрофлора:
 - *подгруппа 1* – восстановление микроэкологии (увеличение популяции и видового состава нормальной микрофлоры) (пробиотики, синбиотики);
 - *подгруппа 2* – избирательная стимуляция роста и (или) биологической активности нормальной микрофлоры (пребиотики, синбиотики);
 - *подгруппа 3* – прочие эффекты.

Класс Д – эффект поддержания зубной и костной ткани.

- Группа I – снижение риска развития кариеса:
 - *подгруппа 1* – поддержание состояния зубной эмали (минеральные вещества (например, кальций, фтор));
 - *подгруппа 2* – удаление зубного налета (пищевые волокна);
 - *подгруппа 3* – прочие эффекты.

- Группа II – снижение риска развития остеопороза:
- *подгруппа 1* – формирование и поддержание минеральной плотности костной ткани (минеральные вещества (например, кальций, магний, фосфор), витамин D, фруктоолигосахариды, фитоэстрогены);
- *подгруппа 2* – обеспечение синтеза соединительной ткани, образующей каркас кости (витамины К, С, флавоноиды, микроэлементы (например, марганец, медь));
- *подгруппа 3* – прочие эффекты.

Класс Е – Эффект поддержания иммунной системы.

- Группа I – иммунокорректирующее действие:
- *подгруппа 1* – обеспечение системного иммуномодулирующего действия (витамин С (аскорбиновая кислота), пробиотики, омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты);
- *подгруппа 2* – обеспечение местного специфического и неспецифического иммунитета (витамин А)
- *подгруппа 3* – антиоксидантная защита, обеспечение структурной и функциональной целостности мембран клеток иммунной системы (витамины Е, С, (аскорбиновая кислота));
- *подгруппа 4* – поддержание формирования клеток кишечной иммунной системы (пробиотики, синбиотики);
- *подгруппа 5* – поддержание формирования иммунных клеток кишечной лимфоидной системы (пребиотики);
- *подгруппа 6* – прочие эффекты.
- Группа II – нормализация функции иммунной системы при аллергических реакциях:
- *подгруппа 1* – снижение адсорбции аллергенов в кишечнике (пищевые волокна, пребиотики);
- *подгруппа 2* – предотвращение всасывания нерасщепленных белков (микроэлементы (например, кальций));
- *подгруппа 3* – улучшение состояния местного иммунитета в кишечнике (пребиотики);
- *подгруппа 4* – прочие эффекты.

Класс Ж – прекласс. В прекласс Ж могут входить ингредиенты с известными физико-химическими характеристиками, эффективность которых находится в стадии научного обоснования и подтверждения.

Структура кодированного обозначения ФПИ. Кодированное обозначение ФПИ состоит из четырех комбинаций знаков и буквенно-цифровой ссылки на настоящий стандарт.

Обозначение может быть приведено в различных видах документации на продукцию вместе с названием ФПИ. При этом кодированное обозначение заключают в скобки и указывают после названия ингредиента.

➤ *Первую комбинацию* знаков кодированного обозначения образует буква, обозначающая класс ингредиента.

➤ *Вторую комбинацию* знаков образует цифровое обозначение группы ингредиента.

➤ *Третью комбинацию* знаков образует цифра, характеризующая подгруппу.

➤ *Четвертую комбинацию* знаков образует буквенное обозначение других классов, в которые на основании подтвержденной эффективности может быть включен классифицируемый ингредиент. Если ингредиент проявляет эффективность, которая позволяет классифицировать его только в одном классе, в четвертой комбинации знаков приводят знак нуля.

Для классификации ФПИ, эффективность которых подтверждена для двух и более классов, в виде первой комбинации знаков приводят буквенное обозначение класса, занимающего первое место в последовательности, указанной выше. Так, например, если эффективность ингредиента "N" подтверждена для классов А, В, Г, то в кодированном обозначении данного ингредиента в первом знаке используют обозначение класса А. В четвертой комбинации знаков приводят буквенные обозначения классов В, Г.

При классификации ФПИ, которые по результатам оценки эффективности могут быть отнесены к двум и более группам (подгруппам) внутри одного класса, используют аналогичный принцип построения структуры кодированного обозначения.

Пример обозначения ФПИ, классифицируемого исключительно в одном классе (группе и подгруппе):

Витамин В₁₃ – оротовая кислота (В-І-6-0 ГОСТ Р 54059–2010),

где В – обозначение класса "Эффект поддержания сердечно-сосудистой системы";

І – обозначение группы "Функции сердечно-сосудистой системы" класса В;

6 – обозначение подгруппы "Питание и кровоснабжение сердечной мышцы" группы І класса В;

0 – эффективность ингредиента научно обоснована и подтверждена только для указанного класса.

Пример обозначения ФПИ, классифицируемого в двух и более классах и (или) в двух и более группах (подгруппах) внутри одного класса:

Витамин С – аскорбиновая кислота (А-ІІ-1-БВДЕ ГОСТ Р 54059–2010),

где А – обозначение класса "Эффект метаболизма субстратов";

ІІ – обозначение группы "Метаболизм углеводов" класса А;

1 – обозначение подгруппы "Поддержание уровня глюкозы в крови" группы ІІ класса А;

БВДЕ – буквенные обозначения классов, для которых подтверждена и научно обоснована эффективность ингредиента.

1.5.1. Пищевые волокна как компоненты продуктов функционального питания

Пищевые волокна (ПВ) – высокомолекулярные углеводы (целлюлоза, пектины и другое, в т.ч. некоторые резистентные к амилазе виды крахмалов) главным образом растительной природы, устойчивые к перевариванию и усвоению в желудочно-кишечном тракте. В группу ПВ входят полисахариды, в основном растительные, которые перевариваются в толстом кишечнике в незначительной степени и существенно влияют на процессы переваривания, усвоения, микробиоциноз и эвакуацию пищи (МР 2.3.1.2432-08).

По данным Департамента по питанию и пище при Академии наук США установлена физиологическая потребность в ПВ взрослого человека от 25 до 38 г/сут.

Нормы физиологической потребности в ПВ для взрослого человека в Российской Федерации согласно МР 2.3.1.2432-08 установлены на уровне 20 г/сут.

К сожалению, в настоящее время жители крупных городов в среднем получают в своем рационе около 10 г ПВ в день. Содержание ПВ в ряде продуктов питания представлено в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Содержание клетчатки в пищевых продуктах

Содержание клетчатки	Пищевые продукты
Очень большое (2, 5 г и более)	Отруби пшеничные, фасоль, овсяная крупа, орехи, финики, клубника, смородина, малина, инжир, клюква, крыжовник, сухофрукты
Большое (1...2 г)	Крупа гречневая, перловая, ячневая, горох лущеный, картофель, морковь, капуста белокочанная, горошек зеленый, перец сладкий, тыква, щавель, апельсины, лимоны, брусника, грибы
Умеренное (0,6...0,9 г)	Хлеб ржаной, пшено, крупа кукурузная, лук зеленый, огурцы, свекла, томаты, редис, капуста цветная, дыня, абрикосы, груши, персики, яблоки, виноград, бананы, мандарины
Малое (0,3...0,5 г)	Хлеб пшеничный из муки 2 сорта и обойной, рис, крупа пшеничная, кабачки, салат, арбуз, вишня, слива, черешня
Очень малое (0,1...0,2 г)	Хлеб пшеничный из муки 1 и высшего сортов, манная крупа, макароны, печенье

ПВ классифицируют по следующим признакам:

- химическому строению (полисахариды, неуглеводные ПВ);
- сырьевым источникам (традиционные высшие растения, нетрадиционные высшие растения, низшие растения, грибы, синтетические полисахариды);
- методам выделения из сырья (неочищенные, очищенные);
- растворимости в воде (растворимые, нерастворимые);

- степени микробной ферментации в толстой кишке (полностью ферментируемые, частично ферментируемые, неферментируемые);
- основным медико-биологическим эффектам (ускоряющие и повышающие чувство насыщения, ингибирующие эвакуаторную функцию желудка, стимулирующие моторную функцию толстой кишки, сорбирующие желчные кислоты, холестерин, токсины и радионуклиды, замедляющие всасывание углеводов, снижающие уровень глюкозы и инсулина в крови, оказывающие антиоксидантное действие, обладающие пребиотическими свойствами).

В пищевых технологиях находят применение следующие виды ПВ: пектины, камеди, каррагинаны, альгинаты, целлюлоза и ее производные (монокристаллическая целлюлоза, метилцеллюлоза, карбоксиметилцеллюлоза, гидроксипропил-целлюлоза, метилэтилцеллюлоза) и др.

Физиологические аспекты обогащения ФПП пищевыми волокнами.

Позитивное физиологическое воздействие ПВ на организм человека связано в основном с работой желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Общим свойством как растворимых, так и нерастворимых ПВ является их устойчивость к воздействию пищеварительных ферментов желудка и тонкого кишечника. В итоге ПВ достигают толстого кишечника в неизменном виде. Содержащиеся здесь бактерии обладают ферментами, способными метаболизировать некоторые волокна и, в первую очередь, растворимые. За счет ферментации бактерии получают энергию для размножения и строительства новых клеток. Нерастворимые ПВ, которые не подвергаются действию ферментов бактерий, удерживают воду в кишечнике. Благодаря водопоглотительной способности ПВ стимулируют перистальтику, способствуют продвижению остатков пищи вследствие большого объема стула.

Исследованиями, проведенными в Институте питания РАМН, установлена положительная роль ПВ на функциональную деятельность организма человека. К ней относят: снижение уровня усвоения жиров, регулирование аппетита (ускорение и повышение чувства насыщения), поддержание уровня глюкозы, триацилглицеринов, общего холестерина, липопротеинов высокой и низкой плотности в крови, повышение устойчивости организма к онкологическим патологиям, стимулирование моторно-эвакуаторной функции кишечника, удаление зубного налета, снижение адсорбции аллергенов в кишечнике, пребиотические свойства.

Технологические аспекты обогащения ФПП пищевыми волокнами.

Они применяются в качестве технологических добавок, изменяющих структуру и физико-химические свойства пищевых продуктов, и выполняют функции загустителей, гелеобразователей, эмульгаторов и стабилизаторов пищевых систем, имеют способность образовывать жироподобную структуру, тем самым позволяют получать продукты с пониженным содержанием жира, улучшенными текстурой и вкусовыми качествами.

Однако введение ПВ в продукт в качестве ФПИ целесообразно в физиологически значимых количествах, сопоставимых с суточной нормой, а

применение их в качестве пищевой добавки требует минимальных количеств, необходимых для достижения конкретных технологических целей.

Так, в соответствии с приложением А ГОСТ Р 55577-2013 "Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности (с Изменением N 1)" продукт, в 100 г которого содержится 3 г ПВ или как минимум 1,5 г ПВ на 100 ккал рассматривается как источник ФПИ. При содержании 6 г ПВ в 100 г или как минимум 3 г ПВ на 100 ккал считается продуктом с высоким содержанием ПВ. В тоже время при введении ПВ в качестве пищевой добавки диапазон концентраций в пищевых продуктах может составлять 0,05...2,0 %. Основной задачей технологов является балансирование между удовлетворением потребностей организма человека в ПВ, как в ФПИ и сохранением традиционного качества обогащенного продукта.

Существуют различные способы обогащения продуктов ПВ (рис. 1.4), каждый из которых обладает определенными достоинствами и недостатками.



Рис.1.4. Основные способы обогащения продуктов ПВ

1. *Использование в полном объеме сырья, содержащего ПВ.* Чаще всего таким сырьем служит цельное зерно. В 2000 г. ААСС приняла четкое определение этого понятия: "цельным считается неповрежденное, дробленое или расплющенное зерно, главные анатомические компоненты которого – крахмальный эндосперм, зародыш (семя) и отруби – присутствуют в таких же относительных пропорциях, в каких они существуют в исходном зерне".

В последнее время с целью обогащения ПВ широко используется мука из цельносмолотого зерна пшеницы и ржи, мука грубого помола, нетрадиционные виды муки (овсяная, ячменная, гороховая, пшенная), а также текстурированная мука, полученная с применением экструзионных методов обработки зерна.

Достоинства способа:

- сохранение нативных свойств пищевых волокон;
- низкая стоимость.

Недостатки:

- ограниченность применения из-за нарушения потребительских свойств обогащенных продуктов;
- присутствие чужеродных соединений: остатков пестицидов, токсинов и других контаминантов;
- необходимость постоянного микробиологического контроля.

2. *Добавление вторичных продуктов с высоким содержанием ПВ.* Такими источниками ПВ служат овощные, крупяные, фруктовые добавки, отруби злаковых. Этот способ широко применяется для обогащения продуктов на основе злаков, кондитерских изделий, напитков.

Достоинства способа:

- возможность комплексного использования растительного сырья;
- отсутствие нежелательных сопутствующих компонентов и вредных примесей.

Недостатки:

- труднопрогнозируемый технологический эффект;
- нестабильность химического состава и свойств;
- неконтролируемое изменение нативных свойств;
- присутствие чужеродных соединений: остатков пестицидов, токсинов и других контаминантов;
- необходимость постоянного микробиологического контроля.

3. *Введение очищенных препаратов ПВ.* Предварительное выделение из злаков, вторичного растительного сырья или различных нетрадиционных растительных источников – концентратов ПВ позволяет использовать их в виде очищенных препаратов. Сегодня на рынке пищевых ингредиентов представлено большое количество очищенных препаратов ПВ. При этом часто, наряду с обогащением продукта, решается технологическая задача формирования необходимой консистенции или улучшения его свойств.

Достоинства способа:

- высокое содержание основного вещества;
- снижение затрат, связанных с хранением очищенных препаратов;
- простота использования препарата в технологическом процессе;
- прогнозируемый технологический эффект;
- возможность комбинирования волокон с другими ФПИ;
- получение продукта с заданными органолептическими и физико-химическими свойствами.

Недостаток: высокая стоимость препаратов.

Определение общей массовой доли растворимых и нерастворимых ПВ, в том числе гемицеллюлоз, целлюлозы, пектинов, резистентных крахмалов, лигнина и других в функциональных пищевых продуктах, проводят по ГОСТ Р 54014-2010 "Продукты пищевые функциональные. Определение растворимых и нерастворимых пищевых волокон ферментативно-гравиметрическим методом".

1.5.2. Витамины как компоненты продуктов функционального питания

Витамины – группа эссенциальных микронутриентов, участвующих в регуляции и ферментативном обеспечении большинства метаболических процессов (МР 2.3.1.2432-08).

Массовые обследования, проводимые Институтом питания РАМН, показали, что 80...90 % россиян имеют недостаток витамина С. У 40...80 % населения обнаруживается недостаточная обеспеченность витаминами В₁, В₂, В₆, фолиевой кислотой; 40...55 % населения испытывают дефицит каротина. Дефицит фолиевой кислоты отмечается у 70...100 % беременных женщин.

Причины дефицита витаминов в рационе современного человека связывают с уменьшением общего количества потребляемой пищи, однообразием рациона, увеличением потребления рафинированных, высококалорийных, но бедных витаминами продуктов, интенсивной технологической переработкой пищевого сырья, консервированием и длительным хранением пищевых продуктов, повышенной потребностью в витаминах у детей в период роста, беременных и кормящих женщин, лиц, страдающих тяжелыми инфекционными и хроническими соматическими заболеваниями или подвергающихся стрессовым воздействиям, принимающих противозачаточные гормональные средства или другое длительное медикаментозное лечение, приемом алкоголя, курением и т.д.

Витамины – минорные компоненты пищи. Они не обладают пластическими или энергетическими функциями, но без них не происходит ни одна биохимическая реакция. Многие витамины синтезируются микроорганизмами, однако они, тем не менее, относятся к незаменимым факторам питания и должны поступать с пищей в необходимом количестве. Суточные потребности человека в витаминах колеблются в широких диапазонах – от микрограмм (витамин В₁₂) до десятков миллиграмм (витамин С).

В настоящее время известны 13 витаминов, абсолютная необходимость которых для организма не вызывает сомнения. Каждый витамин обладает определенной, только ему присущей функцией. Ниже для каждого витамина приведены его основные физиологические функции и физиологическая потребность в нем в соответствии с Методическими указаниями МР 2.3.1.2432-08 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации". Приведены также технологические свойства и информация, выносимая на маркировку пищевого продукта – источника витамина, об его эффективности в соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 "Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности (с Изменением N 1)" приложение А.

Водорастворимые витамины

Витамин С (аскорбиновая кислота)

Физиологические функции. Витамин С (формы и метаболиты аскорбиновой кислоты) участвует в окислительно-восстановительных реакциях, функционировании иммунной системы, способствует усвоению железа. Дефицит приводит к рыхлости и кровоточивости десен, носовым кровотечениям вследствие повышенной проницаемости и ломкости кровеносных капилляров. Среднее потребление варьирует в разных странах 70...170 мг/сут, в РФ 55...70 мг/сут. Установленный уровень физиологической потребности в разных странах 45...110 мг/сут. Верхний допустимый уровень потребления 2000 мг/сут. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 90 мг/сут. Физиологическая потребность для детей от 30 до 90 мг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках витамина С приводят информацию: "Способствует защите клеток организма от окислительного стресса", "Способствует нормализации образования коллагена и улучшению работы кровеносных сосудов", "Способствует образованию и улучшению функционирования коллагена костей" и "Улучшает всасывание железа".

Технологические свойства. Аскорбиновая кислота чувствительна к окислению. В кислой среде более устойчива. Для витаминизации пищевых продуктов применяют различные формы аскорбиновой кислоты, например, для обогащения жиросодержащих продуктов используют диспергируемые в жире эфиры аскорбиновой и высших жирных кислот (аскорбилпальмитат и аскорбилстеарат). В пищевых технологиях применяется в качестве пищевой добавки с технологической функцией антиоксиданта.

Витамин В₁ (тиамин)

Физиологические функции. Тиамин в форме образующегося из него тиаминдифосфата входит в состав важнейших ферментов углеводного и энергетического обмена, обеспечивающих организм энергией и пластическими веществами, а также метаболизм разветвленных аминокислот. Недостаток этого витамина ведет к серьезным нарушениям со стороны нервной,

пищеварительной и сердечно-сосудистой систем. Среднее потребление варьирует в разных странах 1,1...2,3 мг/сут, в США до 6,7 мг/сут, в РФ 1,3...1,5 мг/сут. Установленный уровень потребности в разных странах 0,9...2,0 мг/сут. Верхний допустимый уровень не установлен. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 1,5 мг/сут. Физиологическая потребность для детей от 0,3 до 1,5 мг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках витамина В₁ приводят информацию: "Способствует нормализации энергетического обмена".

Технологические свойства. Тиамин устойчив к нагреванию и действию окислителей в кислой среде, но разрушается при нагревании в щелочной среде. Препараты тиамина в виде солей гидрохлорида или мононитрата производятся в форме порошка.

Витамин В₂ (рибофлавин)

Физиологические функции. Рибофлавин в форме коферментов участвует в окислительно-восстановительных реакциях, способствует повышению восприимчивости цвета зрительным анализатором и темновой адаптации. Недостаточное потребление витамина В₂ сопровождается нарушением состояния кожных покровов, слизистых оболочек, нарушением светового и сумеречного зрения. Среднее потребление в разных странах от 1,5...7,0 мг/сут, в РФ 1,0...1,3 мг/сут. Установленный уровень потребности в разных странах 1,1...2,8 мг/сут. Верхний допустимый уровень не установлен. При потреблении витамина В₂ в размере 1,8 мг/сут и более у подавляющего большинства обследованных лиц концентрация рибофлавина в сыворотке крови находится в пределах физиологической нормы. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 1,8 мг/сут. Физиологическая потребность для детей 0,4 до 1,8 мг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках витамина В₂ приводят информацию: "Способствует нормализации энергетического обмена".

Технологические свойства. Рибофлавин устойчив к нагреванию в сухом виде, нейтральных и кислых растворах, сохраняется при пастеризации и стерилизации, а также при замораживании продуктов в отсутствие щелочей и доступа света. Под действием прямого солнечного света рибофлавин расщепляется. Порошкообразные препараты витамина В₂ в виде рибофлавина и рибофлавин-5'-фосфата натрия используют в качестве пищевых добавок с технологической функцией красителя (желтый цвет).

Витамин В₆ (пиридоксин)

Физиологические функции. Пиридоксин в форме своих коферментов участвует в превращениях аминокислот, метаболизме триптофана, липидов и нуклеиновых кислот, в поддержании иммунной системы, в процессах торможения и возбуждения в центральной нервной системе, способствует нормальному формированию эритроцитов, поддержанию нормального уровня гомоцистеина в крови. Недостаточное потребление витамина В₆ сопровождается снижением аппетита, нарушением состояния кожных

покровов, развитием гомоцистеинемии, анемии. Среднее потребление в разных странах 1,6...3,6 мг/сут, в РФ 2,1...2,4 мг/сут. Недостаточная обеспеченность этим витамином обнаруживается у 50...70 % населения РФ. Установленный уровень потребности в разных странах 1,1...2,6 мг/сут. Верхний допустимый уровень потребления 25 мг/сут. Физиологическая потребность для взрослых 2,0 мг/сут. Физиологическая потребность для детей от 0,4 до 2,0 мг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках витамина В₆ приводят информацию: "Способствует нормализации энергетического обмена" и "Способствует нормальному функционированию нервной системы".

Технологические свойства. Пиридоксин неустойчив к действию высокой температуры. При тепловой обработке теряется 20...35 % витамина, при замораживании и хранении продуктов в замороженном виде потери незначительны.

Витамин В₃ (никотиновая кислота, ниацин)

Физиологические функции. Ниацин в качестве кофермента участвует в окислительно-восстановительных реакциях энергетического метаболизма. Недостаточное потребление витамина сопровождается нарушением нормального состояния кожных покровов, желудочно-кишечного тракта и нервной системы. Среднее потребление в разных странах 12...40 мг/сут, в РФ 13...15 мг/сут. Ниацин может синтезироваться из триптофана (из 60 мг триптофана образуется 1 мг ниацина). Установленный уровень потребности в разных странах 11...25 мг/сут. Верхний допустимый уровень потребления ниацина 60 мг/сут. Физиологическая потребность для взрослых 20 мг/сут. Физиологическая потребность для детей от 5 до 20 мг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках витамина В₃ приводят информацию: "Способствует нормализации энергетического обмена" и "Способствует нормальному функционированию нервной системы".

Технологические свойства. Ниацин остается сравнительно стабильным под действием высоких температур, в том числе в условиях автоклавирования при 120 °С и при кипячении в кислой и щелочной среде. При тепловой обработке пищевых продуктов его потери составляют 15...20 %, аналогичное количество ниацина теряется при консервировании и длительном хранении. В условиях сушки и замораживания продуктов никотиновая кислота полностью сохраняется. В пищевых технологиях применяется в качестве пищевой добавки с технологической функцией стабилизатора цвета.

Витамин В₁₂ (кобаламин)

Физиологические функции. Витамин В₁₂ играет важную роль в метаболизме и превращениях аминокислот. Фолат и витамин В₁₂ являются взаимосвязанными витаминами, участвуют в кроветворении. Недостаток витамина В₁₂ приводит к развитию частичной или вторичной недостаточности фолатов, а также анемии, лейкопении, тромбоцитопении. Среднее потребление в разных странах 4...17 мкг/сут, в РФ около 3 мкг/сут. Установленный уровень потребности в разных странах 1,4...3,0 мкг/сут. Верхний допустимый уровень

потребления не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 3 мкг/сут. Физиологическая потребность для детей от 0,3 до 3,0 мкг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках витамина В₁₂ приводят информацию: "Способствует нормализации состава крови (усвоению железа)".

Технологические свойства. Витамин В₁₂ устойчив к нагреванию в слабокислой водной среде, при рН 4...6 он практически полностью сохраняется при автоклавировании под давлением при 120 °С в течение 15 мин. Разрушающее действие на витамин оказывает свет, а также присутствие в растворе аскорбиновой и никотиновой кислот или антагонистов В₁₂. В основном используют кристаллические и порошкообразные препараты цианокобаламина.

Витамин В₉ (фолиевая кислота)

Физиологические функции. Фолаты в качестве кофермента участвуют в метаболизме нуклеиновых и аминокислот. Дефицит фолатов ведет к нарушению синтеза нуклеиновых кислот и белка, следствием чего является торможение роста и деления клеток, особенно в быстро пролиферирующих тканях: костный мозг, эпителий кишечника и др. Недостаточное потребление фолата во время беременности является одной из причин недоношенности, гипотрофии, врожденных уродств и нарушений развития ребенка. Показана выраженная связь между уровнем фолата, гомоцистеина и риском возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. Среднее потребление в разных странах 210...400 мкг/сут. Установленный уровень потребности в разных странах 150...400 мкг/сут. Верхний допустимый уровень потребления 1000 мкг/сут. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 400 мкг/сут. Физиологическая потребность для детей от 50 до 400 мкг/сут.

Технологические свойства. Фолиевая кислота очень чувствительна к воздействию высоких температур, действию света, окислителей и восстановителей. Потери при кулинарной обработке возрастают до 90 %.

Витамин В₅ (пантотеновая кислота)

Физиологические функции. Пантотеновая кислота участвует в белковом, жировом, углеводном обмене, обмене холестерина, синтезе ряда гормонов, гемоглобина, способствует всасыванию аминокислот и сахаров в кишечнике, поддерживает функцию коры надпочечников. Недостаток пантотеновой кислоты может вести к поражению кожи и слизистых. Среднее потребление в разных странах 4,3...6,3 мг/сут. Установленный уровень потребности в разных странах 4...12 мг/сут. Верхний допустимый уровень потребления не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 5 мг/сут. Физиологическая потребность для детей от 1,0 до 5,0 мг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках витамина В₅ приводят информацию: "Способствует нормализации энергетического обмена".

Технологические свойства. Пантотеновая кислота устойчива к действию света, окислению и восстановлению, стабильна в нейтральной среде, но разрушается в кислой и щелочной средах, а также в горячих растворах. Часто применяется для обогащения в форме D-пантотената кальция.

Биотин

Физиологические функции. Биотин участвует в синтезе жиров, гликогена, метаболизме аминокислот. Недостаточное потребление этого витамина может привести к нарушению нормального состояния кожных покровов. Среднее потребление в разных странах 20...53 мкг/сут. Установленный уровень потребности в разных странах 15...100 мкг/сут. Верхний допустимый уровень потребления не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 50 мкг/сут. Физиологическая потребность для детей от 10 до 50 мкг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках биотина приводят информацию: "Способствует нормализации энергетического обмена", "Способствует нормальному функционированию нервной системы" и "Способствует поддержанию нормального состояния волос".

Технологические свойства. Биотин относительно устойчив к действию высоких температур, света, кислорода воздуха. Не разрушается в слабокислых или слабощелочных растворах, но теряет биологическую активность в сильнокислых и сильнощелочных средах. При кулинарной обработке он практически не разрушается.

Жирорастворимые витамины

Витамин А (ретинол)

Физиологические функции. Витамин А играет важную роль в процессах роста и репродукции, дифференцировки эпителиальной и костной ткани, поддержания иммунитета и зрения. Дефицит витамина А ведет к нарушению темновой адаптации ("куриная слепота" или гемералопия), ороговению кожных покровов, снижает устойчивость к инфекциям. Среднее потребление в разных странах 530...2000 мкг рет. экв./сут, в РФ 500...620 мкг рет. экв./сут. Установленный уровень физиологической потребности в разных странах 600...1500 мкг рет. экв./сут. Верхний допустимый уровень потребления 3000 мкг рет. экв./сут. При потреблении витамина А в размере более 900 мкг рет. экв./сут у подавляющего большинства обследованных концентрация ретинола находится в пределах физиологической нормы. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 900 мкг рет. экв./сут. Физиологическая потребность для детей от 400 до 1000 мкг рет. экв./сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках витамина А приводят информацию: "Способствует поддержанию нормального состояния кожных покровов и слизистых оболочек".

Технологические свойства. Витамин А чрезвычайно чувствителен к действию солнечного света, окислителей. Разрушительное воздействие на него оказывают также кислая среда, высокая температура. При тепловой обработке теряется до 40 % витамина. Продукты, содержащие витамин А, должны

храниться при низкой температуре, без доступа света и воздуха. Для предотвращения окисления витамина А в такие продукты добавляют антиоксиданты, чаще всего токоферол. Определение витамина А в ФПП проводят по ГОСТ Р 54635-2011 "Продукты пищевые функциональные. Метод определения витамина А".

β-каротин

Физиологические функции. β-каротин является провитамином А и обладает антиоксидантными свойствами. 6 мкг β-каротина эквивалентны 1 мкг витамина А. Среднее потребление в разных странах 1,8...5,0 мг/сут. Верхний допустимый уровень потребления не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 5 мг/сут.

Технологические свойства. В процессе хранения продуктов, содержащих β-каротин, его биологическая активность снижается. Воздействие ферментов, света, факторов окисления, тепловой обработки приводит к потере до 30 % β-каротина. В ходе технологической обработки – бланшировки, стерилизации и замораживания – β-каротин сохраняет активность, тогда как сушка способствует потере его биологической активности. В пищевых технологиях применяется в качестве пищевой добавки с технологической функцией пищевого красителя (красно-желтая гамма). Возможность применения β-каротина в разнообразных пищевых продуктах обусловлена существованием его жирорастворимой (масляной) и водно-дисперсионной (эмульсионной, порошкообразной) форм. Определение β-каротина в ФПП проводят по ГОСТ Р 54058-2010 "Продукты пищевые функциональные. Метод определения каротиноидов".

Витамин Е (токоферолы)

Физиологические функции. Витамин Е представлен группой токоферолов и токотриенолов, которые обладают антиоксидантными свойствами. Является универсальным стабилизатором клеточных мембран. Необходим для функционирования половых желез, сердечной мышцы. При дефиците витамина Е наблюдаются гемолиз эритроцитов, неврологические нарушения. Среднее потребление в разных странах 6,7...14,6 мг ток. экв./сут, в РФ 17,8...24,6 мг ток. экв./сут. Установленный уровень физиологической потребности в разных странах 7...25 мг ток. экв. /сут. Верхний допустимый уровень потребления 300 мг ток. экв./сут. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 15 мг ток. экв./сут. Физиологическая потребность для детей от 3 до 15 мг ток. экв./сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках витамина Е приводят информацию: "Способствует защите клеток организма от окислительного стресса".

Технологические свойства. Токоферолы сохраняют стабильность при нагревании, в присутствии кислот и щелочей, но разрушаются на свету, под влиянием кислорода воздуха и других окислителей, т.к. активно взаимодействуют со свободными радикалами кислорода. В то же время, благодаря такой способности, токоферолы, окисляясь сами, защищают от прогоркания ненасыщенные жирные кислоты растительных масел. В пищевых

технологиях применяется в качестве пищевой добавки с технологической функцией антиоксиданта для стабилизации жиросодержащих продуктов.

С целью обогащения продуктов витамином Е его вводят в форме d- α -токоферилацетата, производимого промышленностью в виде масляных или порошкообразных препаратов. Стабильность этой формы в жировых продуктах высока. Попадая в организм, токоферилацетат превращается в токоферол и проявляет свою биологическую активность. Определение витамина Е в ФПП проводят по ГОСТ Р 54634-2011 "Продукты пищевые функциональные. Метод определения витамина Е".

Витамин D(3) (кальциферолы)

Физиологические функции. Основные функции витамина D(3) связаны с поддержанием гомеостаза кальция и фосфора, осуществлением процессов минерализации костной ткани. Недостаток витамина D приводит к нарушению обмена кальция и фосфора в костях, усилению деминерализации костной ткани, что приводит к увеличению риска развития остеопороза. Среднее потребление в разных странах 2,5...11,2 мкг/сут. Установленный уровень потребности в разных странах 0...11 мкг/сут. Верхний допустимый уровень потребления 50 мкг/сут. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 10 мкг/сут, для лиц старше 60 лет 15 мкг/сут. Физиологическая потребность для детей 10 мкг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках витамина D(3) приводят информацию: "Способствует поддержанию нормального состояния костей и зубов", "Способствует нормализации всасывания/усвоению кальция и фосфора", "Способствует поддержанию нормальной концентрации кальция в крови", "Способствует нормализации состояния костей", "Необходим для роста и нормального развития детей".

Технологические свойства. Кальциферолы очень чувствительны к действию света и кислорода воздуха, инициирующего их окисление; нагревание также способствует их разрушению. Препараты витамина D существуют в кристаллической, масляной и порошкообразных формах. Определение витамина D(3) в ФПП проводят по ГОСТ Р 54637-2011 "Продукты пищевые функциональные. Метод определения витамина D(3)".

Витамин К (хиноны)

Физиологические функции. Метаболическая роль витамина К обусловлена его участием в модификации ряда белков свертывающей системы крови и костной ткани. Недостаток витамина К приводит к увеличению времени свертывания крови, пониженному содержанию протромбина в крови. Среднее потребление в разных странах 50...250 мкг/сут. Установленный уровень потребности в разных странах 55...120 мкг/сут. Верхний допустимый уровень потребления не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 120 мкг/сут. Физиологическая потребность для детей от 30 до 75 мкг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках витамина К приводят информацию: "Способствует нормализации свертывания крови".

Технологические свойства. Хиноны неустойчивы к действию окислителей, прямого солнечного света и кислорода воздуха, однако стабильны при нагревании в процессе кулинарной обработки продуктов. Витамин К сохраняется в замороженных продуктах. Препараты выпускаются промышленностью в масляной или порошкообразной форме, требуют разведения в воде перед употреблением.

1.5.3 Минеральные элементы как компоненты продуктов функционального питания

Необходимые для нормального питания неорганические вещества делятся на две группы: макроэлементы (кальций, фосфор, магний, калий, натрий, хлор), содержащиеся в пище в относительно больших количествах, и микроэлементы (железо, цинк, йод, медь, марганец, селен, хром, молибден, фтор), концентрация которых невелика. Общее содержание минеральных веществ составляет 3...5 % массы тела. Содержание их в продуктах питания невелико 0,03...1,9 %.

Ниже приведены основные функции минеральных веществ и физиологические потребности в них в соответствии с Методическими указаниями МР 2.3.1.2432-08 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации". Приведена информация, выносимая на маркировку пищевого продукта – источника минерального элемента, об его эффективности в соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 "Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности (с Изменением N 1)" приложение А.

Макроэлементы

Кальций. Необходимый элемент минерального матрикса кости, выступает регулятором нервной системы, участвует в мышечном сокращении. Дефицит кальция приводит к деминерализации позвоночника, костей таза и нижних конечностей, повышает риск развития остеопороза. Среднее потребление в разных странах 680...950 мг/сут, в РФ 500...750 мг/сут. Установленный уровень потребности 500...1200 мг/сут. Верхний допустимый уровень 2500 мг/сут. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 1000 мг/сутки, для лиц старше 60 лет 1200 мг/сут. Физиологическая потребность для детей от 400 до 1200 мг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках кальция приводят информацию: "Способствует поддержанию нормального состояния костей".

Фосфор. В форме фосфатов принимает участие во многих физиологических процессах, включая энергетический обмен (в виде высокоэнергетического АТФ), регуляцию кислотно-щелочного баланса, входит в состав фосфолипидов, нуклеотидов и нуклеиновых кислот, участвует в клеточной регуляции путем фосфорилирования ферментов, необходим для

минерализации костей и зубов. Дефицит приводит к анорексии, анемии, рахиту. Оптимальное для всасывания и усвоения кальция соотношение содержания кальция к фосфору в рационе составляет 1:1, а в рационе россиян приближается к 1:2. Среднее потребление в разных странах 1110...1570 мг/сут, в РФ 1200 мг/сут. Установленные уровни потребности 550...1400 мг/сут. Верхний допустимый уровень не установлен. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 800 мг/сут. Физиологическая потребность для детей от 300 до 1200 мг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках фосфора приводят информацию: "Способствует поддержанию нормального состояния костей".

Магний. Является кофактором многих ферментов, в том числе энергетического метаболизма, участвует в синтезе белков, нуклеиновых кислот, обладает стабилизирующим действием для мембран, необходим для поддержания гомеостаза кальция, калия и натрия. Недостаток магния приводит к гипомагниемии, повышению риска развития гипертензии, болезней сердца. Среднее потребление в разных странах 210...350 мг/сут, в РФ 300 мг/сут. Установленные уровни потребности 200...500 мг/сут. Верхний допустимый уровень не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 400 мг/сут. Физиологическая потребность для детей от 55 до 400 мг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках магния приводят информацию: "Способствует поддержанию нормального состояния костей" и "Способствует нормальному функционированию мышц, включая сердечную мышцу".

Калий. Калий является основным внутриклеточным ионом, принимающим участие в регуляции водного, кислотного и электролитного баланса, участвует в процессах проведения нервных импульсов, регуляции давления. Среднее потребление в разных странах 2650...4140 мг/сут, в РФ 3100 мг/сут. Установленные уровни потребности 1000...4000 мг/сут. Верхний допустимый уровень не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 2500 мг/сут. Физиологическая потребность для детей от 400 до 2500 мг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках калия приводят информацию: "Способствует нормальному функционированию нервной и мышечной системы", "Способствует нормализации кровяного давления".

Натрий. Основной внеклеточный ион, принимающий участие в переносе воды, глюкозы крови, генерации и передаче электрических нервных сигналов, мышечном сокращении. Клинические проявления гипонатриемии выражаются как общая слабость, апатия, головные боли, гипотония, мышечные подергивания. Среднее потребление 3000...5000 мг/сут. Установленный уровень потребности 1300...1600 мг/сут. Верхний допустимый уровень не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 1300 мг/сут. Физиологическая потребность для детей от 200 до 1300 мг/сут.

Хлориды. Хлор необходим для образования и секреции соляной кислоты в организме. Среднее потребление 5000...7000 мг/сут. Установленный уровень потребности 2000...2500 мг/сут. Верхний допустимый уровень потребления не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 2300 мг/сут. Физиологическая потребность детей от 300 до 2300 мг/сут.

Микроэлементы

Железо. Входит в состав различных по своей функции белков, в том числе ферментов. Участвует в транспорте электронов, кислорода, обеспечивает протекание окислительно-восстановительных реакций и активацию перекисного окисления. Недостаточное потребление ведет к гипохромной анемии, миоглобиндефицитной атонии скелетных мышц, повышенной утомляемости, миокардиопатии, атрофическому гастриту. Среднее потребление в разных странах 10...22 мг/сут, в РФ 17 мг/сут. Установленные уровни потребностей для мужчин 8...10 мг/сутки и для женщин 15...20 мг/сут. Верхний допустимый уровень не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 10 мг/сут (для мужчин) и 18 мг/сут (для женщин). Физиологическая потребность для детей от 4 до 18 мг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках железа приводят информацию: "Способствует нормализации энергетического обмена", "Способствует нормализации синтеза гемоглобина и миоглобина", "Способствует нормализации транспорта кислорода в организме".

Цинк. Входит в состав более 300 ферментов, участвует в процессах синтеза и распада углеводов, белков, жиров, нуклеиновых кислот и в регуляции экспрессии ряда генов. Недостаточное потребление приводит к анемии, вторичному иммунодефициту, циррозу печени, половой дисфункции, наличию пороков развития плода. Исследованиями последних лет установлено, что высокие дозы цинка нарушают усвоение меди и тем самым способствуют развитию анемии. Среднее потребление 7,5...17,0 мг/сут. Установленные уровни потребности 9,5...15,0 мг/сут. Верхний допустимый уровень 25 мг/сут. Уточненная физиологическая потребность для взрослых 12 мг/сут. Физиологическая потребность для детей от 3 до 12 мг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках цинка приводят информацию: "Способствует нормализации кислотно-щелочного баланса".

Йод. Участвует в функционировании щитовидной железы, обеспечивая образование гормонов (тироксина и трийодтиронина). Необходим для роста и дифференцировки клеток всех тканей организма человека, митохондриального дыхания, регуляции трансмембранного транспорта натрия и гормонов. Недостаточное поступление приводит к эндемическому зобу с гипотиреозом и замедлению обмена веществ, артериальной гипотензии, отставанию в росте и умственном развитии у детей. Потребление йода с пищей широко варьирует в различных геохимических регионах: 65...230 мкг/сут. Установленные уровни потребности 130...200 мкг/сут. Верхний допустимый уровень 600 мкг/сут.

Физиологическая потребность для взрослых 150 мкг/сут. Физиологическая потребность для детей от 60 до 150 мкг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках йода приводят информацию: "Поддерживает нормальное функционирование щитовидной железы и продукцию тиреоидных гормонов", "Способствует нормализации когнитивной (познавательной) деятельности".

Медь. Входит в состав ферментов, обладающих окислительно-восстановительной активностью и принимающих участие в метаболизме железа, стимулирует усвоение белков и углеводов. Участвует в процессах обеспечения тканей организма человека кислородом. Клинические проявления недостаточного потребления проявляются нарушениями формирования сердечно-сосудистой системы и скелета, развитием дисплазии соединительной ткани. Среднее потребление 0,9...2,3 мг/сут. Установленные уровни потребности 0,9...3,0 мг/сут. Верхний допустимый уровень потребления 5 мг/сут. Физиологическая потребность для взрослых 1,0 мг/сут. Физиологическая потребность для детей от 0,5 до 1,0 мг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках меди приводят информацию: "Способствует улучшению состояния соединительных тканей", "Способствует нормализации энергетического обмена" и "Способствует нормализации транспорта железа в организм".

Марганец. Участвует в образовании костной и соединительной ткани, входит в состав ферментов, включающихся в метаболизм аминокислот, углеводов, катехоламинов; необходим для синтеза холестерина и нуклеотидов. Недостаточное потребление сопровождается замедлением роста, нарушениями в репродуктивной системе, повышенной хрупкостью костной ткани, нарушениями углеводного и липидного обмена. Среднее потребление 1...10 мг/сут. Установленные уровни потребности 2...5 мг/сут. Верхний допустимый уровень потребления 5 мг/сут. Физиологическая потребность для взрослых 2 мг/сут.

Селен. Эссенциальный элемент антиоксидантной системы защиты организма человека, обладает иммуномодулирующим действием, участвует в регуляции действия тиреоидных гормонов. Дефицит приводит к болезни Кашина-Бека (остеоартроз с множественной деформацией суставов, позвоночника и конечностей), болезни Кешана (эндемическая миокардиопатия), наследственной тромбастении. Среднее потребление 28...110 мкг/сут. Установленные уровни потребности 30...75 мкг/сут. Верхний допустимый уровень потребления 300 мкг/сут. Физиологическая потребность для взрослых 55 мкг/сут (для женщин); 70 мкг/сут (для мужчин). Физиологическая потребность для детей от 10 до 50 мкг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках селена приводят информацию: "Способствует защите клеток организма от окислительного повреждения", "Способствует нормализации функции щитовидной железы и надпочечников".

Хром. Участвует в регуляции уровня глюкозы крови, усиливая действие инсулина. Дефицит приводит к снижению толерантности к глюкозе. Среднее

потребление 25...160 мкг/сут. Установленные уровни потребности 30...100 мкг/сут. Верхний допустимый уровень не установлен. Физиологическая потребность для взрослых 50 мкг/сут. Физиологическая потребность для детей от 11 до 35 мкг/сут.

Молибден. Является кофактором многих ферментов, обеспечивающих метаболизм серосодержащих аминокислот, пуринов и пиримидинов. Среднее потребление 44...500 мкг/сут. Установленные уровни потребности 45...100 мкг/сут. Верхний допустимый уровень 600 мкг/сут. Физиологическая потребность для взрослых 70 мкг/сут.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 на пищевых продуктах – источниках молибдена приводят информацию: "Способствует нормализации метаболизма серосодержащих аминокислот".

Фтор. Иницирует минерализацию костей. Недостаточное потребление приводит к кариесу, преждевременному стиранию эмали зубов. Среднее потребление 0,5...6,0 мг/сут. Установленные уровни потребности 1,5...4,0 мг/сут. Верхний допустимый уровень потребления 10 мг/сут. Рекомендуемая физиологическая потребность для взрослых 4 мг/сут. Физиологическая потребность для детей от 1,0 до 4,0 г/сут.

Основные принципы обогащения микронутриентами пищевых продуктов

Пищевые продукты, обогащенные витаминами и минеральными веществами, входят в обширную группу продуктов функционального назначения. При их разработке и производстве необходимо руководствоваться следующими принципами.

Принцип первый. Для обогащения пищевых продуктов следует использовать те микронутриенты, дефицит которых реально имеет место, достаточно широко распространен и небезопасен для здоровья. В условиях России это, прежде всего, витамин С, витамины группы В, фолиевая кислота, β-каротин, из минеральных веществ – йод, железо и кальций.

Принцип второй. Обогащать витаминами и минеральными веществами следует прежде всего продукты массового потребления, доступные для всех групп детского и взрослого населения и регулярно используемые в ежедневном питании. К ним, в первую очередь, относятся мука и хлебобулочные изделия, молоко, кисло-молочные продукты, соль, сахар, напитки, продукты детского питания.

Принцип третий. Добавляемые витамины и минеральные вещества не должны ухудшать потребительские свойства продуктов: уменьшать содержание и усвояемость других имеющихся в них пищевых веществ, существенно изменять вкус, аромат, свежесть, сокращать срок их хранения.

Принцип четвертый. Необходимо учитывать возможность химического взаимодействия обогащающих добавок между собой и с компонентами обогащаемого продукта и выбирать такие их сочетания, формы, способы и

стадии внесения, которые обеспечивают их максимальную сохранность в процессе производства и хранения.

Принцип пятый. Рекомендуемое, т.е. гарантируемое производителем, содержание витаминов и минеральных веществ в обогащенном ими продукте питания должно быть достаточным для удовлетворения не менее 15 % (оптимально 25...50 %) средней суточной потребности в этих микронутриентах при обычном уровне потребления обогащенного продукта.

Принцип шестой. Количество витаминов и минеральных веществ, дополнительно вносимых в обогащаемые ими продукты, должно быть рассчитано с учетом их возможного естественного содержания в исходном продукте или сырье, используемом для его изготовления, а также потерь в процессе производства и хранения с тем, чтобы обеспечить содержание этих минеральных веществ на уровне не ниже регламентируемого и в течение всего срока годности обогащенного продукта.

Принцип седьмой. Регламентируемое содержание витаминов и минеральных веществ в обогащаемых ими продуктах должно быть указано на индивидуальной упаковке и строго контролироваться как производителем, так и органами государственного надзора.

Принцип восьмой. Эффективность обогащенных продуктов должна быть убедительно подтверждена апробацией на репрезентативных группах людей, демонстрирующей не только их полную безопасность и приемлемые качества, но также хорошую усвояемость, способность существенно улучшать обеспеченность организма витаминами и минеральными веществами и связанные с этими веществами показатели здоровья.

В соответствии с приложением А ГОСТ Р 55577-2013 "Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности (с Изменением N 1)" информация о том, что пищевой продукт является источником витаминов и/или минералов, может быть приведена в маркировке пищевого продукта только при условии, если витамины и минеральные вещества составляют не менее 15 % от суточной потребности в витаминах и минеральных веществах на 100 г или для жидкостей на 100 см³ либо на одну порцию, если ее размер составляет менее 100 г или для жидкостей менее 100 см³.

Информация о том, что пищевой продукт имеет высокое содержание витаминов и/или минералов, может быть приведена только при условии, если витамины и/или минеральные вещества составляют не менее 30 % от суточной потребности в витаминах и минеральных веществах на 100 г, для жидкостей на 100 см³ или на одну порцию, если ее размер составляет менее чем 100 г (для жидкостей менее 100 см³).

1.5.4. Ненасыщенные жирные кислоты как компоненты продуктов функционального питания

Жирные кислоты с двумя и более двойными связями между углеродными атомами называются полиненасыщенными (ПНЖК). Двумя основными группами ПНЖК являются кислоты семейств ω -6 и ω -3:

- ❖ *кислоты семейства ω -3.* В структуре жирной кислоты первая двойная связь находится у третьего атома углерода, считая от концевой метильной группы:
 - α -линоленовая (цис-9,12,15-октадекатриеновая) $C_{18:3}$
 $CH_3-CH_2-(CH=CH-CH_2)_3-(CH_2)_6COOH$;
 - эйкозапентаеновая (цис-5,8,11,14,17-эйкозапентаеновая) $C_{20:5}$
 $CH_3-CH_2-(CH=CH-CH_2)_5-(CH_2)_2COOH$;
 - докозапентаеновая (цис-7,10,13,16,19-докозапентаеновая) $C_{22:5}$,
 $CH_3-CH_2-(CH=CH-CH_2)_5-(CH_2)_4COOH$;
 - цис-4,7,10,13,16,19-докозагексаеновая $C_{22:6}$
 $CH_3-CH_2-(CH=CH-CH_2)_6-CH_2COOH$;
- ❖ *кислоты семейства ω -6.* В структуре жирной кислоты первая двойная связь находится у шестого атома углерода, считая от концевой метильной группы:
 - линолевая (цис-9,12-октадекадиеновая) $C_{18:2}$
 $CH_3(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$;
 - γ -линоленовая (цис-6,9,12-октадекатриеновая) $C_{18:3}$
 $CH_3(CH_2)_4-(CH=CH-CH_2)_3-(CH_2)_3-COOH$;
 - арахидоновая (цис-5,8,11,14-эйкозатетраеновая) $C_{20:4}$
 $CH_3(CH_2)_4-(CH=CH-CH_2)_4-(CH_2)_2-COOH$.

Особое значение для организма человека имеют такие ПНЖК, как линолевая $C_{18:2}$, линоленовая $C_{18:3}$, являющиеся структурными элементами клеточных мембран и обеспечивающие нормальное развитие и адаптацию организма человека к неблагоприятным факторам окружающей среды. ПНЖК являются предшественниками образующихся из них биорегуляторов – эйкозаноидов.

Физиологические аспекты обогащения ФПП полиненасыщенными жирными кислотами. Физиологическая потребность в ПНЖК для взрослых составляет 6...10 % от калорийности суточного рациона. Физиологическая потребность в ПНЖК для детей – 5...10 % от калорийности суточного рациона.

Физиологическая потребность для взрослых составляет для ω -6: 8...10 г/сут ω -6 жирных кислот или 5...8 % от калорийности суточного рациона; для ω -3: 0,8...1,6 г/сут жирных кислот или 1...2 % от калорийности суточного рациона.

Жирные кислоты семейств ω -3 и ω -6 проявляют следующие физиологические функции:

- участвуют в метаболизме углеводов (поддержание уровня глюкозы и инсулина в крови);

- повышают устойчивость организма к онкологическим патологиям;
- улучшают функции сердечно-сосудистой системы (способствуют сохранению тонуса стенок кровеносных сосудов и их проходимости, проявляют антитромботическое действие);
- участвуют в липидном обмене (поддержание уровня триацилглицеринов, общего холестерина, липопротеинов высокой и низкой плотности в крови).

Не все жирные кислоты могут быть синтезированы в организме, т.к. синтез ненасыщенных жирных кислот из-за отсутствия соответствующих ферментов прерывается на олеиновой кислоте. К несинтезируемым в организме относятся жирные кислоты с двумя и более ненасыщенными связями (γ -линолевая и α -линоленовая кислоты), называемые незаменимыми или эссенциальными.

В организме человека из линолевой кислоты $C_{18:2}$ синтезируются арахидоновая $C_{20:4}$ и докозапентаеновая $C_{22:5}$ кислоты, а α -линоленовая кислота $C_{18:3}$ может трансформироваться в эйкозапентаеновую $C_{20:5}$ и докозагексаеновую $C_{22:6}$ кислоты.

Для нормальной жизнедеятельности каждому человеку ежедневно требуется 2 г арахидоновой кислоты $C_{20:4}$. Но она практически не поступает с пищей, а синтезируется в организме человека из линолевой кислоты, взаимодействуя с витаминами группы В. Однако любой её избыток запускает целую серию смертельно опасных процессов. Поэтому всегда необходимо блокировать источник её синтеза – линолевую кислоту $C_{18:2}$ при помощи линоленовой кислоты $C_{18:3}$.

Таким образом, ПНЖК могут поступать в организм человека с рационом питания в разных количествах, но реализация их биологического действия возможна только при соблюдении конкретного соотношения кислот ω -6 и ω -3. Согласно методическим указаниям МР 2.3.1.2432-08 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации" оптимальное соотношение в суточном рационе ПНЖК семейств ω -6: ω -3 должно составлять (5...10):1.

Оптимальное соотношение в суточном рационе ω -6 к ω -3 жирных кислот диктуется тем, что при одновременном поступлении в организм возникают конкурентные взаимоотношения в метаболизме этих кислот, что влияет на синтез арахидоновой кислоты.

Технологические аспекты обогащения ФПП полиненасыщенными жирными кислотами. Анализ фактического питания в отдельных странах выявил значительные различия в потреблении эссенциальных жирных кислот и их соотношениях: так, у эскимосов соотношение ω -6: ω -3 составляет 1:0,37; в Англии 8:1; в США 10:1; в Дании 1:3,6; в Норвегии 1:4,7; в Японии 2:1. Мониторинг фактического питания населения России свидетельствует о том, что реально эти ПНЖК поступают в организм в соотношении от 10:1 до 30:1. Таким образом, мы постоянно испытываем дефицит ПНЖК семейства ω -3.

Жирные кислоты ω -6 содержатся практически во всех растительных маслах и орехах. Жирные кислоты ω -3 также содержатся в ряде масел

(льняном, из семян крестоцветных, соевом). Основным пищевым источником ω -3 жирных кислот являются жирные сорта рыб и некоторые морепродукты.

Исследование жирно-кислотного состава природных масел показало, что в природе не существует "идеального" масла с составом, обеспечивающим поступление в организм человека необходимых жирных кислот в нужном количестве и правильном соотношении. Так, соотношение ПНЖК семейств ω -6: ω -3 в растительных маслах составляет: в подсолнечном 830:1, кукурузном 62:1, соевом 6:1, рапсовом низкоэруковым 2:1, рыжиковом 0,48:1, льняном 0,26:1 и т.д. Наиболее приближено к оптимальному соотношению ω -6: ω -3 кислот в оливковом масле.

Существует несколько путей обеспечения организма ПНЖК:

- увеличение в питании доли масел с повышенным содержанием ω -3 ПНЖК (льняное, рыжиковое, рапсовое масла);

- применение в питании биологически активных добавок в виде масляных препаратов и порошков с высоким (до 30 %) содержанием ПНЖК ω -3;

- получение и применение в питании купажированных растительных масел с требуемым содержанием и соотношением кислот ω -6 и ω -3;

- использование купажированных растительных масел в производстве продуктов питания (молочные, жировые продукты, продукты детского питания).

Наиболее эффективным способом получения сбалансированных по составу и соотношению ПНЖК семейств ω -6 и ω -3 является использование купажированных растительных масел. При этом источником γ -линолевой кислоты служат растительные масла: подсолнечное, кукурузное, хлопковое, где эта кислота составляет более половины суммы всех жирных кислот. Соевое, рапсовое, горчичное, льняное, рыжиковое, конопляное масла служат источником α -линоленовой кислоты.

Результатом многолетней работы ВНИИ жиров стал утвержденный СТО ВНИИЖ 001-00334534-2007 "Масла растительные – смеси с оптимизированным жирно-кислотным составом". В данном стандарте представлены 11 рецептур смесей, состоящих также из доступных, технологически удобных масел – в основном подсолнечного и пяти других видов масел: соевого, рапсового, кукурузного, оливкового, горчичного разной степени очистки. Стандарт преследует цель расширить ассортимент масел со сбалансированным жирно-кислотным составом и установить единые требования к смесям масел.

Преимущества использования растительных масел для коррекции недостаточности ПНЖК перед содержащими их биологически активными добавками заключаются в том, что растительные масла являются традиционным пищевым продуктом, не дают осложнений и побочных реакций в организме, а также значительно дешевле биологически активных добавок, что важно для малообеспеченных групп населения.

Другим приемом коррекции жирового рациона является обогащение продуктов коммерческими препаратами кислот семейств ω -3 и ω -6. Ведущие производители пищевых ингредиентов выпускают ряд препаратов, представляющих собой рыбий жир, масляные экстракты растений – источников ПНЖК или очищенные формы последних.

Введение в пищевую систему ПНЖК обязывает производителя уделять особое внимание предотвращению окисления этих веществ. Эффективное обогащение ими продуктов питания возможно при соблюдении ряда обязательных условий:

- ✓ в ходе технологического процесса воздействие тепла, света, влаги, кислорода должно быть минимальным;
- ✓ для предотвращения окисления ПНЖК в обогащаемые продукты следует добавлять антиоксиданты;
- ✓ следует использовать оборудование из нержавеющей стали, т. к. соприкосновение с ионами металлов приводит к появлению посторонних запахов в продукте, может ускорить окислительный процесс;
- ✓ при выборе ароматизатора следует учитывать, что ПНЖК могут взаимодействовать с ним с образованием посторонних запахов;
- ✓ при использовании масляных форм ПНЖК часть рецептурного количества жиров и масел должна быть замещена соответствующим количеством масла препарата;
- ✓ препараты в порошкообразной форме вносятся вместе с другими сыпучими ингредиентами после тщательного перемешивания с ними;
- ✓ препарат должен храниться в упаковке, защищающей его от нагревания, действия света и кислорода в течение всего срока годности;
- ✓ препараты ПНЖК хранят в сухом прохладном месте или в морозильной камере.

В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 "Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности (с Изменением N 1)" приложение А информация о том, что пищевой продукт является источником ω -3 жирных кислот, может быть приведена в маркировке пищевого продукта только при условии, если сумма ω -3 жирных кислот составляет не менее 0,2 г на 100 г или для жидкостей на 100 см³, а для жиров и масел растительных или животных, а также жировых продуктов с массовой долей общего жира не менее 98 % – сумма ω -3 жирных кислот составляет не менее 1,2 г на 100 г или для жидкостей на 100 см³.

Информация о том, что пищевой продукт является источником высокого содержания ω -3 жирных кислот, может быть приведена, если сумма ω -3 жирных кислот составляет не менее чем 0,4 г на 100 г или для жидкостей на 100 см³, а для продуктов с массовой долей общего жира не менее 98 % – сумма ω -3 жирных кислот составляет не менее 2,4 г на 100 г или для жидкостей на 100 см³.

1.5.5. Пробиотики как компоненты продуктов функционального питания

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 *пробиотик* – функциональный пищевой ингредиент в виде полезных для человека (непатогенных и нетоксичных) живых микроорганизмов, обеспечивающий при систематическом употреблении человеком в пищу непосредственно в виде препаратов или биологически активных добавок к пище, либо в составе пищевых продуктов благоприятное воздействие на организм в результате нормализации состава и/или повышения биологической активности нормальной микрофлоры кишечника.

В ГОСТ Р 56139-2014 "Продукты пищевые функциональные. Методы определения и подсчета пробиотических микроорганизмов" дано определение пробиотических микроорганизмов и приведены их характеристики.

Пробиотические микроорганизмы – живые непатогенные, нетоксигенные микроорганизмы, поступающие в организм человека с пищей, благотворно воздействующие на организм человека и нормализующие состав и биологическую активность микрофлоры пищеварительного тракта (микроорганизмы родов *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Propionibacterium*, а также используемые в ассоциациях с ними бактерии рода *Lactococcus*, вида *Streptococcus thermophilus*).

Ниже дана краткая характеристика пробиотических микроорганизмов.

Лактобациллы (Lactobacillus): грамположительные, неподвижные, неспорообразующие палочковидные бактерии, имеющие форму от длинных и тонких палочек до коротких коккобацилл, обладают выраженным полиморфизмом, температурные пределы культивирования 5...53 °С, оптимум обычно 30...40 °С; факультативные анаэробы или микроаэрофилы, кислотолюбивые (рН 5,5...5,8 и менее), хемоорганотрофы; метаболизм сахаролитический по гомо- или гетероферментативному типу, всегда с образованием молочной кислоты, с образованием газа или без него; каталаза-, нитратредуктаза- и цитохром-оксидазаотрицательные.

Бифидобактерии (Bifidobacterium): грамположительные, неподвижные, неспорообразующие бактерии, обладающие выраженным полиморфизмом: прямые, изогнутые или разветвленные палочки, часто раздвоенные Y- или V-образной формы, булавовидные, расположены одиночно, цепочками или скоплениями в виде "китайских иероглифов"; неустойчивы в кислой среде, температурные пределы культивирования 34...41 °С, оптимальная температура 36...38 °С; анаэробы, но при высоких концентрациях CO₂ толерантны к кислороду; хемоорганотрофы; метаболизм сахаролитический; газа не образуют; глюкозу сбраживают преимущественно до уксусной и молочной кислот; каталазаотрицательные, но могут вырабатывать каталазу, если растут в аэробных условиях.

Пропионовокислые бактерии (Propionibacterium): грамположительные, неподвижные, неспорообразующие плеоморфные палочковидные бактерии, в зависимости от условий культивирования и цикла развития способны менять форму до кокковидной, изогнутой, булавовидной или раздвоенной; располагаются поодиночке, парами, цепочками или группами; температурный

диапазон для роста 25...46 °С, оптимальная температура 30...37 °С и рН около 7,0; предпочитают строго анаэробные условия, но многие представители аэротолерантны; хемоорганотрофы; метаболизм сахаролитический; сбраживают субстраты преимущественно до пропионовой и уксусной кислот и углекислого газа.

Стрептококки вида *Streptococcus thermophilus*: грамположительные молочно-кислые кокки, неподвижные, располагаются длинными цепочками; оптимальная температура развития 40...45 °С факультативные анаэробы, свертывают молоко при 50 °С; предел кислотообразования 100...115 °Т; каталазаотрицательные; дифференциальные признаки – не развиваются при наличии в молоке 0,1 % метиленового голубого, не дают роста в питательных средах с рН 9,6 и с содержанием 6,5 % NaCl.

Бактерии рода *Lactococcus*: мезофильные грамположительные, неподвижные, неспорообразующие молочно-кислые кокки; факультативные анаэробы, свертывающие молоко в течение первых 24 ч, формирующие точечные круглые колонии на плотных селективных средах при 30 °С; оптимальная температура для культивирования 30...35 °С, сбраживают лактозу до молочной кислоты, растущие культуры имеют форму стрептококка.

В методических указаниях по санитарно-эпидемиологической оценке безопасности и функционального потенциала пробиотических микроорганизмов, используемых для производства пищевых продуктов (МУ 2.3.2.2789-10 от 06 декабря 2010 года №2.3.2.2789-10), определены требования к микробиологической, биохимической, молекулярно-генетической и гигиенической оценке штаммов, используемых в качестве стартовых культур для изготовления пробиотических заквасок, включая закваски прямого внесения, бактериальных концентратов и микробной биомассы для производства пробиотических пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище, и необходимые методы лабораторных исследований для её осуществления.

Для обеспечения безопасности и пригодности пробиотических пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище, содержащих живые микроорганизмы, штаммы для производства должны отвечать следующим требованиям:

1) должны быть преимущественно изолированы из представителей симбиотической резидентной микрофлоры желудочно-кишечного тракта здоровых людей;

2) таксономическая принадлежность должна быть установлена до уровня штамма;

3) номенклатурное название штамма должно приводиться в соответствии с кодами современной международной классификации и включать обозначение рода, вида и штамма;

4) должны быть депонированы в национальных или международных коллекциях микробных культур РФ на условиях контрольного хранения, сопровождаться справкой о депонировании и паспортом штамма;

5) должны принадлежать к видам, имеющим документированную историю применения в пищу человеку, не должны обладать факторами патогенности, токсигенности и не вызывать заболеваний у людей и теплокровных животных;

6) должны иметь изученный профиль антибиотикорезистентности в отношении современных применяемых в медицине антибиотиков и не обладать антибиотикорезистентностью трансмиссивного типа;

7) должны иметь стабильные фенотипические, генотипические и технологические характеристики;

8) не должны обладать способностью к транслокации в лимфоузлы, паренхиматозные органы, кровь у человека и теплокровных животных, обладающих иммунодефицитностью;

9) не должны обладать способностью к иммуносупрессии или избыточной иммуностимуляции, а также генерации провоспалительного эффекта *in vitro* и *in vivo*;

10) не должны обладать способностью образовывать новые метаболитические продукты или избыток известных продуктов в количествах, способных вызывать побочные эффекты;

11) не должны ингибировать рост представителей нормальной резидентной микрофлоры желудочно-кишечного тракта человека и теплокровных животных.

Изучение штаммов по показателям, характеризующим их безопасность, проводится путем тестирования *in vitro* и в экспериментах *in vivo* (на моделях конвенциональных линейных лабораторных животных обоего пола, обычно применяемых в нутрициологии – мышах, крысах, морских свинках, кроликах, с пероральным введением стандартных и аггравированных доз (до 10^{11} КОЕ и более в 1 г инокулята, но не менее 10^9 КОЕ на животное). В необходимых случаях могут быть использованы животные-гнотобионты.

Различают следующие категории пробиотиков:

❖ монопробиотики – пробиотики, приготовленные на основе одного вида вышеуказанных микроорганизмов;

❖ ассоциированные пробиотики – пробиотики, приготовленные из штаммов нескольких видов микроорганизмов (от 2 до 30);

❖ гомопробиотики – пробиотики действительным началом которых являются штаммы нормальной микрофлоры, происхождение которой совпадает с видовой принадлежностью реципиента (от человека к человеку);

❖ гетеропробиотики – пробиотики, действительным началом которых являются штаммы нормальной микрофлоры, происхождение которой не совпадает с видовой принадлежностью реципиента (от животного к человеку);

❖ аутопробиотики – штаммы нормальной микрофлоры, изолированные (выделенные) от конкретного индивидуума и предназначенные для коррекции его микробиоценоза.

Физиологические аспекты обогащения ФПП пробиотиками

Пробиотические микроорганизмы, стимулирующие развитие нормальной микрофлоры человека, представляют собой важный компонент ФПП. Они

ведут масштабную работу в организме человека. Впервые это было установлено российским ученым И.И.Мечниковым, удостоенным за это открытие Нобелевской премии.

Перед использованием потенциальных пробиотических штаммов в составе ФПП они должны быть охарактеризованы на наличие у них следующих *функциональных (пробиотических) свойств*:

а) у всех штаммов должна быть изучена выживаемость в проксимальных отделах ЖКТ и пролиферация в толстом кишечнике, устойчивость к действию кислотности желудка, желчи, адгезия к эпителиальным клеткам человека и клеточным культурам, антагонистическая активность против патогенных и условно-патогенных микроорганизмов-возбудителей острых кишечных инфекций и других инфекций с пищевым путем передачи, способность снижать их адгезию в кишечнике, способность к гидролизу желчных кислот.

б) в необходимых случаях штаммы должны быть охарактеризованы на способность к продукции биологически активных веществ (иммуно-пептидов, антимикробных веществ, в т.ч. бактериоцинов, органических кислот, в т.ч. короткоцепочечных жирных кислот, экзополисахаридов) и других факторов, обуславливающих пробиотический эффект (профиль взаимодействия с клетками иммунной системы и модуляции цитокинов, расщеплению холестерина, антиоксидантной активности и т.д.).

Тестирование функциональных свойств должно совмещать скрининг *in vitro* с экспериментальной оценкой *in vivo* на животных; в необходимых случаях должны предусматриваться клинические испытания выработанных с включением штаммов опытно-промышленных образцов пробиотических продуктов и БАД к пище.

Основные физиологические эффекты пробиотиков.

Эффект поддержания деятельности желудочно-кишечного тракта:

- восстановление микроэкологии (увеличение популяции и видового состава нормальной микрофлоры);
- контроль функциональных свойств кишечной иммунокомпетентной лимфатической ткани.

Эффект поддержаний иммунной системы:

- обеспечение системного иммуномодулирующего действия;
- поддержание формирования клеток кишечной иммунной системы;
- нормализация функции иммунной системы при аллергических реакциях.

Технологические аспекты обогащения ФПП пробиотиками.

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 "*пробиотический пищевой продукт – функциональный пищевой продукт, содержащий в качестве функционального пищевого ингредиента специально выделенные штаммы полезных для человека (непатогенных и нетоксикогенных) живых микроорганизмов, которые благоприятно воздействуют на организм человека через нормализацию микрофлоры пищеварительного тракта*".

Из всех групп микроорганизмов наиболее широко в пищевых пробиотических продуктах используются бифидобактерии. Это связано с тем,

что 85...98 % всех бактерий, обитающих в кишечнике человека, занимают именно бифидобактерии. FAO/ВОЗ по проблемам питания, обозначая прогностическую модель нового поколения здоровых продуктов питания XXI в., считает, что новый век для производства пищевых продуктов будет веком "бифидомании".

Введение бифидобактерий в пищевые продукты задача не простая. Общеизвестно, что бифидобактерии – это анаэробные микроорганизмы, т.е. бактерии, живущие в бескислородной среде. Кроме того, они весьма чувствительны к кислой среде и температурным воздействиям. И наконец, бифидобактерии занимают весьма определенную экологическую нишу в биоценозе кишечника "хозяина".

Из перечисления этих свойств бифидобактерий при оценке потенциальных пробиотических штаммов, используемых в качестве стартовых культур для изготовления пробиотических заквасок, обращают внимание на следующие аспекты:

✓ способность клеток бифидобактерий к выживанию в процессе производства и хранения продуктов, в которые они внесены. Факторами риска на этой стадии являются:

– высокая концентрация молочной, уксусной или других кислот в культуральной среде;

– технологическая обработка (центрифугирование, ультрафильтрация);

– жесткие температурные режимы (замораживание, сушка);

– действие кислорода;

– повышенное осмотическое давление, вызванное присутствием соли или сахара;

– консерванты, содержащиеся в продуктах.

✓ выживаемость бифидобактерий по пути к толстому кишечнику, т.е. в кислой среде человеческого желудка и при контакте с солями желчных кислот в верхнем отделе тонкого кишечника. Выживание бифидобактерий опять же необходимо в больших количествах для их положительного воздействия на весь бактериальный пул кишечника;

✓ приживаемость бифидобактерий-интервентов в большом кишечнике, где они должны выдержать конкуренцию с "родной" микрофлорой "хозяина" за питание и месторасположение (нишу) в колонии.

Таким образом, у пробиотических штаммов, используемых для производства пробиотических ФПП, должны быть охарактеризованы следующие *технологические характеристики*:

а) штаммы, отбираемые для заквасок, бакконцентратов или биомасс, должны сохранять жизнеспособность, генетическую стабильность, функциональные пробиотические характеристики на всех этапах производства, транспортировки и хранения, не сообщать продукту неудовлетворительных вкусов и запахов.

б) штаммы, отбираемые для производства многокомпонентных продуктов, должны быть испытаны на совместимость и хранимоспособность в течение всего срока годности.

Определение и подсчет пробиотических микроорганизмов в ФПП проводят по ГОСТ Р 56139-2014 "Продукты пищевые функциональные. Методы определения и подсчета пробиотических микроорганизмов".

Итак, учитывая все сказанное, можно констатировать, что "метод интервенции" бифидобактерий в составе продуктов питания в организм "хозяина" весьма ограничен и что разработчики пищевых продуктов вынуждены подбирать не наиболее необходимые человеку культуры бифидобактерий, а их наиболее устойчивые культуры.

1.5.6. Пребиотики как компоненты продуктов функционального питания

Кроме применения пробиотиков существует и иной подход как к производству ФПП, так и к способу воздействия на микрофлору кишечника. Он базируется на свойствах некоторых пищевых материалов достигать в неизменном виде толстого кишечника, где они служат питательной средой бифидофлоры. Метод воздействия с их помощью на флору кишечника называется "методом поддержки". В отличие от "метода интервенции", когда чужие бифидобактерии внедряются в организм "хозяина", при "методе поддержки" делается ставка на собственные ("родные") бифидобактерии "хозяина", пусть даже и находящиеся в угнетенном состоянии. Речь идет о пребиотиках – ФПИ, способствующих повышению биологической активности нормальной микрофлоры кишечника.

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 "*пребиотик* – это функциональный пищевой ингредиент в виде вещества или комплекса веществ, обеспечивающий при систематическом употреблении в пищу человеком в составе пищевых продуктов благоприятное воздействие на организм человека в результате избирательной стимуляции роста и/или повышения биологической активности нормальной микрофлоры кишечника". Основные отличия пребиотиков от пробиотиков приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2. Сравнительная характеристика про- и пребиотиков

Параметр	Пробиотики	Пребиотики
1	2	3
Состав	Содержат живые клетки нормофлоры кишечника: бифидобактерии, лактобациллы и проч.	Содержат вещества, являющиеся нутрицевтиками (пищей) для нормофлоры кишечника
Действие	Инфицируют (заселяют) кишечник экзогенной (чужеродной) микрофлорой	Стимулируют рост индигенной (собственной) микрофлоры кишечника

1	2	3
Пройодимость	5...10 % живых бактерий, содержащихся в пробиотиках, достигает толстой кишки	Не перевариваются в верхних отделах ЖКТ и в неизменном виде достигают толстой кишки
Селективность	Из 500 видов нормофлоры кишечника, препараты-пробиотики содержат только 1...2 штамма полезных бактерий	Стимулируют всю популяцию полезных бактерий
Хранение	В темном, прохладном месте: количество живых бактерий зависит от условий и срока хранения	Условия и сроки хранения которых почти не влияют на их бифидогенные свойства

Пребиотики – вещества разнообразные по происхождению и по свойствам. В классической теории, сформулированной учеными более 10 лет назад, к пребиотикам относили только три вещества: инулин (и олигофруктозу), галактоолигосахариды (встречаются в грудном молоке) и лактулозу.

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 основными видами пребиотиков являются: ди- и трисахариды; олиго- и полисахариды; многоатомные спирты; аминокислоты и пептиды; ферменты; органические низкомолекулярные и ненасыщенные высшие жирные кислоты; антиоксиданты; полезные для человека растительные и микробные экстракты и другие (табл.1.3).

Таблица 1.3. Основные виды пребиотиков

Группа	Ростостимулирующее вещество
Спирты	Ксилит, сорбит и др.
Олигосахариды	Лактулоза, соевые олигосахариды, фруктоолигосахариды, галактоолигосахариды, изомальтоолигосахариды, ксилоолигосахариды, арабиногалактоолигосахариды и др.
Полисахариды	Пектины, пуллулан, декстрины, инулин и др.
Ферменты	β -Галактозидазы микробного генеза, лизоцим, протеазы сахаромикетов и др.
Пептиды	Соевые, молочные и др.
Аминокислоты	Валин, аргинин, глутаминовая кислота и др.
Антиоксиданты	Витамины А, С, Е, α -, β -каротины, другие каротиноиды, глутатион, убихинон, соли селена и др.
Ненасыщенные жирные кислоты	Эйкозапентаеновая кислота и др.
Органические кислоты	Пропионовая, уксусная, лимонная и др.
Растительные и микробные экстракты	Морковный, картофельный, кукурузный, рисовый, тыквенный, чесночный, экстракты дрожжей, водорослей и др.
Другие	Лецитин, парааминометилбензойная кислота, пищевые волокна, лактоферрин, глюконовая кислота и др.

Физиологические аспекты обогащения ФПП пребиотиками. Основные виды пребиотиков – это углеводы, которые состоят из нескольких молекул, соединенных между собой β -гликозидными связями. Так как в человеческой ферментной системе отсутствует специфический фермент, расщепляющий β -гликозидные связи, то пребиотические углеводы не расщепляются ферментами верхних отделов ЖКТ и доходят в неизменном виде до толстого кишечника. Там они подвергаются процессу ферментации бифидобактериями и служат для них факторами роста. Таким образом, ключевым моментом в характеристике пребиотиков является их избирательное стимулирование полезных для человеческого организма представителей кишечной микрофлоры, к которым, в первую очередь, относятся бифидобактерии и лактобациллы.

При регулярном употреблении пребиотиков в течение двух недель численность полезной бифидофлоры может увеличиться до 10 раз и составить до 80 % общей массы, содержащихся в кишечнике бактерий, что, в свою очередь, приведет к уменьшению численности патогенной микрофлоры.

Пребиотики проявляют бифидогенные свойства, т.е. способность ФПП или их компонентов избирательно стимулировать рост и (или) функциональную активность защитных популяций (микроорганизмов родов *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*) нормальной микрофлоры кишечника.

Пребиотики проявляют следующие физиологические функции.

Эффект поддержания деятельности желудочно-кишечного тракта:

- избирательная стимуляция роста и (или) биологической активности нормальной микрофлоры;
- поддержание и улучшение состояния слизистой оболочки;
- контроль функциональных свойств кишечной иммунокомпетентной лимфатической ткани;
- обеспечение образования и ассимиляции короткоцепочечных жирных кислот.

Эффект поддержания иммунной системы:

- поддержание формирования клеток кишечной иммунной системы и кишечной лимфоидной системы;
- снижение адсорбции аллергенов в кишечнике;
- улучшение состояния местного иммунитета в кишечнике.

Технологические аспекты обогащения ФПП пребиотиками. Поведение пребиотиков в технологических процессах зависит от их принадлежности к определенному классу химических соединений, химического строения и физико-химических свойств.

Пребиотики должны:

- ✓ хорошо растворяться в воде;
- ✓ оставаться стабильными в кислой среде;
- ✓ проявлять устойчивость к действию высоких и низких температур;
- ✓ обладать способностью к связыванию воды и жира, что является важным качеством для получения заданной консистенции и текстуры функциональных продуктов;
- ✓ не должны ухудшать органолептические свойства продуктов.

В ряде стран пребиотики производятся в промышленном масштабе, при этом большую часть такой продукции составляют олигосахариды, такие как фруктоолигосахариды (*FOS*), трансгалактозилированные олигосахариды (*TOS*), соевые олигосахариды (*SOE*), лактулоза, а также полисахариды – инулин, пектины.

Эти ингредиенты нашли широкое применение во множестве разнообразных пищевых продуктов и напитков – всех без исключения молочных продуктах, хлебобулочных и макаронных изделиях, продуктах детского питания, включая заменители грудного молока, безалкогольных и порошковых напитках, кондитерских изделиях, масложировых, мясных и зерновых продуктах.

Они могут добавляться в пищевые продукты как в качестве функциональной добавки, так и для замены жира, улучшения вкуса и текстуры, а в напитки как заменитель сахара. Так, например, коэффициент сладости *FOS* по сравнению с обычным сахаром составляет 0,4...0,6. Он обладает низкой калорийностью и может быть рекомендован людям, склонным к ожирению.

Доказанная полезность для здоровья данных ФПИ, их высокая технологичность, способность понижать содержание жира и сахара, а значит, и калорийность, прекрасные потребительские качества обеспечивают готовым продуктам функциональные свойства и делают их инновационными пищевыми ингредиентами, открывающими новые горизонты перед производителями продуктов питания и напитков в создании продуктов будущего. Предполагается, что в ближайшее время мировое производство подобных пребиотиков достигнет сотен тысяч тонн.

Основные методы определения бифидогенных свойств ФПП с пребиотиками изложены в ГОСТ Р 56201-2014 "Продукты пищевые функциональные. Методы определения бифидогенных свойств".

1.5.7. Синбиотики как компоненты продуктов функционального питания

Синбиотиком (ГОСТ Р 52349-2005) называется функциональный пищевой ингредиент, представляющий собой комбинацию пробиотиков и пребиотиков, в которой пробиотики и пребиотики оказывают взаимно усиливающее воздействие на физиологические функции и процессы обмена веществ в организме человека.

Повышенный физиологический эффект синбиотиков обусловлен тем, что в присутствии пребиотиков полезные бактерии развиваются в 1,5...2 раза быстрее. Кроме того, в процессе приготовления синбиотических продуктов пробиотические культуры активно развиваются и продуцируют биологически активные метаболиты (витамины, ферменты), которые сразу проявляют свои свойства. Пребиотики углеводной природы обеспечивают прикрепление клеток некоторых видов бактерий на слизистой оболочке кишечника.

Не вызывает сомнения, что научнообоснованное использование данных ФПИ, а также ФПП на их основе является важным приемом сохранения и восстановления здоровья нации. Следует надеяться, что в XXI веке

микроэкологические подходы сохраняют достойное место среди современных технологий профилактической и восстановительной медицины. Важным фактом является и то, что пересматриваются и научно обосновываются пути нормализации микрофлоры кишечника, где на первое место выходят про- и пребиотики, а не биотерапевтические агенты или антибиотики.

1.5.8. Вторичные растительные соединения как компоненты продуктов функционального питания

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 к ФПИ принадлежат также вторичные растительные соединения (флавоноиды/полифенолы, каротиноиды, ликопин и др.). Их можно отнести к минорным или биологически активным веществам пищи с установленным физиологическим действием. В соответствии с Методическими указаниями МР 2.3.1.2432-08 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации" *минорные или биологически активные вещества пищи с установленным физиологическим действием* – это природные вещества пищи установленной химической структуры, которые присутствуют в ней в миллиграммах и микрограммах, играют важную и доказанную роль в адаптационных реакциях организма, поддержании здоровья, но не являются эссенциальными пищевыми веществами. К ним отнесены витаминоподобные соединения, некоторые микроэлементы, индольные соединения, флавоноиды, изофлавоны, изофлавоногликозиды, растительные стерины (фитостерины), глюкозамин сульфат.

Витминоподобные соединения

Инозит. Участвует в обмене веществ, вместе с холином участвует в синтезе лецитина, оказывает липотропное действие. Рекомендуемые уровни потребления: для взрослых – 500 мг/сут; для детей 4...6 лет – 80...100 мг/сут; для детей 7...18 лет – от 200 до 500 мг/сут.

L-Карнитин. Играет важную роль в энергетическом обмене, осуществляя перенос длинноцепочечных жирных кислот через внутреннюю мембрану митохондрий для последующего их окисления и тем самым снижает накопление жира в тканях. Дефицит карнитина способствует нарушению липидного обмена, в т.ч. развитию ожирения, а также развитию дистрофических процессов в миокарде. Рекомендуемые уровни потребления: для взрослых – 300 мг/сут; для детей 4...6 лет – 60...90 мг/сут; для детей 7...18 лет – от 100 до 300 мг/сут.

Коэнзим Q10 (убихинон). Соединение, участвующее в энергетическом обмене и сократительной деятельности сердечной мышцы. Рекомендуемый уровень потребления для взрослых – 30 мг/сут.

Липоевая кислота. Оказывает липотропный эффект, детоксицирующее действие, участвует в обмене аминокислот и жирных кислот. Рекомендуемый уровень потребления для взрослых – 30 мг/сут.

Метилметионинсульфоний (витамин U). Участвует в метилировании гистамина, что способствует нормализации кислотности желудочного сока и

проявлению антиаллергического действия. Рекомендуемый уровень потребления для взрослых – 200 мг/сут.

Оротовая кислота (витамин В₁₃). Участвует в синтезе нуклеиновых кислот, фосфолипидов и билирубина. Рекомендуемый уровень потребления для взрослых – 300 мг/сут.

Парааминобензойная кислота. Участвует в метаболизме белков и кроветворении. Рекомендуемый уровень потребления для взрослых – 100 мг/сут.

Холин. Входит в состав лецитина, играет роль в синтезе и обмене фосфолипидов в печени, является источником свободных метильных групп, действует как липотропный фактор. В обычном рационе содержится 500...900 мг. Верхний допустимый уровень потребления – 1000...2000 мг/сут для детей до 14 лет, 3000...3500 мг/сут для детей старше 14 лет и взрослых. Рекомендуемые уровни потребления: для взрослых – 500 мг/сут; для детей 4...6 лет – от 100 до 200 мг/сут; 7...18 лет – от 200 до 500 мг/сут.

Ликопин. Относится к каротиноидам, но не обладает А-витаминной активностью. Основная функция ликопина в человеческом организме – антиоксидантная (почти в три раза более активен, чем β-каротин). Потребление ликопина, а также ликопинсодержащих продуктов (томат, абрикос, розовый грейпфрут, гуава, арбуз и папайя) приводит к достоверному уменьшению маркеров окислительного стресса у человека. Снижение окислительного стресса, в свою очередь, замедляет развитие атеросклероза, а также обеспечивает защиту ДНК, что может предотвращать онкогенез. Ликопин самый сильный каротиноид-антиоксидант, присутствующий в крови человека.

Микроэлементы

Кобальт. Входит в состав витамина В₁₂. Активирует ферменты обмена жирных кислот и метаболизма фолиевой кислоты. Среднее потребление в РФ 10 мкг/сут. Верхний допустимый уровень потребления не установлен. Рекомендуемый уровень потребления для взрослых 10 мкг/сут.

Кремний. Кремний входит в качестве структурного компонента в состав гликозаминогликанов и стимулирует синтез коллагена. Среднее потребление 20...50 мг/сут. Верхний допустимый уровень потребления не установлен. Рекомендуемый уровень потребления для взрослых 30 мг/сут.

Индольные соединения

Индол-3-карбинол. Индолы относятся к продуктам гидролиза глюкозинолатов растений семейства крестоцветных. Биологическая активность пищевых индолов (индол-3-карбинол, аскорбиген, индол-3-ацетонитрил) связана с их способностью индуцировать активность монооксигеназной системы и некоторых ферментов II фазы метаболизма ксенобиотиков (глутатион-трансферазы). Имеются данные эпидемиологических наблюдений о существовании определенной связи между высоким уровнем потребления индол-3-карбинола и снижением частоты риска развития некоторых видов гормонозависимых опухолей. Рекомендуемый уровень потребления для взрослых 50 мкг/сут.

Флавоноиды широко представлены в пищевых продуктах растительного происхождения. Регулярное потребление этих соединений приводит к достоверному снижению риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Высокая биологическая активность флавоноидов обусловлена наличием антиоксидантных свойств. Установлена также важная роль флавоноидов в регуляции активности ферментов метаболизма ксенобиотиков. Рекомендуемые уровни потребления: для взрослых – 250 мг/сут (в т.ч. катехинов – 100 мг/сут), для детей 7...18 лет – от 150 до 250 мг/сут (в т.ч. катехинов от 50 до 100 мг/сут).

Изофлавоны, изофлавоногликозиды. Содержатся в бобовых. Не являясь стероидными соединениями, они способствуют нормализации холестерина обмена, оказывают антиоксидантное действие, способствуют нормализации обмена кальция, гормонального баланса. Рекомендуемый уровень потребления для взрослых 50 мг/сут.

Растительные стерины (фитостерины) содержатся в различных видах растительной пищи человека и в морепродуктах. Они являются обязательным компонентом растительных масел. Существенно снижают уровень свободного холестерина в липопротеидах низкой плотности, способны вытеснять холестерин из мембранных структур. Потребление фитостеринов 150...450 мг/сут. Рекомендуемый уровень потребления растительных стерина (фитостеринов) для взрослых 300 мг/сут.

Глюкозамин сульфат – полисахарид хрящевой ткани животных и рыб, входит в состав гликопротеинов. Естественный компонент пищи человека. Участвует в формировании ногтей, связок, кожи, костей, сухожилий, суставных поверхностей, клапанов сердца и др. Положительное действие глюкозамин сульфата на организм человека и функциональную активность опорно-двигательного аппарата доказано в клинических исследованиях. Рекомендуемый уровень потребления для взрослых 700 мг/сут.

2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

2.1. Пищевая ценность хлебобулочных изделий

Пищевая ценность хлебобулочных изделий определяется содержанием в них различных питательных веществ, энергетической ценностью, усвояемостью. На усвояемость оказывает влияние структура мякиша, его разрыхленность, вкус и аромат, привлекательность внешнего вида.

Рекомендуемая норма потребления хлебных продуктов составляет 96 кг/год/чел или примерно 250...300 г в сутки, причем доля хлеба из ржаной муки должна составлять около 50 %.

2.1.1. Энергетическая ценность хлеба

Характеристика роли хлеба как одного из источников покрытия потребности человека в энергии складывается из суточной потребности человека в энергии и отдельных пищевых веществах; энергетической ценности хлеба и содержания в нем отдельных необходимых организму человека пищевых веществ; суточного потребления хлебобулочных изделий.

Энергетическая ценность – это количество энергии (ккал, кДж), высвобождаемой в организме человека из пищевых веществ продуктов питания для обеспечения его физиологических функций. Энергетическая ценность хлебных изделий зависит от рецептуры и химического состава ингредиентов и от влажности мякиша хлеба (чем больше влажность, тем ниже калорийность). Внесение в тесто сахара и жира значительно увеличивает энергетическую ценность изделий.

Фактическая (или физиологическая) энергетическая ценность хлеба рассчитывается с учетом усвояемости содержащихся в данном продукте белков, жиров и углеводов, то есть коэффициента усвояемости, определяемого опытным путем. Усвояемость человеком белков, жиров и углеводов зависит от многих факторов: возраста, пола, состояния здоровья, времени года, суточного рациона, а также характеристик пищевого продукта (химического состава, структуры, внешнего вида и т. д.).

Энергетическая ценность хлебных изделий колеблется от 170 до 400 ккал. При потреблении человеком 300 г хлеба в день средняя суточная энергетическая потребность, которая составляет 2775 ккал, покрывается на 19 %.

Усвояемость хлебных изделий зависит от состояния организма человека, от химического состава и структуры мякиша хлеба и других факторов. Белки хлеба усваиваются на 70...86 %, жиры – на 85...93 %, углеводы – на 92...98 %. Установлено, что с увеличением выхода муки усвояемость белков, жиров и углеводов снижается.

2.1.2. Биологическая ценность хлеба

Хлеб является одним из важнейших источников растительного белка для организма человека. Содержание белка в хлебобулочных изделиях зависит от вида и сорта муки и составляет от 5,6 до 9,0 г на 100 г. Величина ежедневной потребности человека в белках колеблется от 45 до 120 г в зависимости от многих факторов. Из расчета суточного потребления человеком 350 г хлеба человек получает с хлебом около 20...23 г белка, при этом на 26 % удовлетворяя свою среднесуточную потребность в белке.

Растительные белки играют важную роль в питании людей. Оптимальное соотношение животных и растительных белков находится в пределах 60:40 и 50:50. При этом растительные белки в большинстве являются неполноценными, так как содержат некоторые незаменимые аминокислоты в значительно меньших количествах, чем идеальный белок (белок, содержащий незаменимые и заменимые аминокислоты в оптимальном соотношении).

Биологическая ценность белков хлеба зависит от аминокислотного состава, содержания в них незаменимых аминокислот. Незаменимые аминокислоты в сумме (с учетом также цистина и тирозина) должны составлять примерно 36 % от суммы аминокислот в питании взрослых, то есть при суточной норме белка 80...90 г должно потребляться около 30 г незаменимых аминокислот в оптимальном соотношении. По аминокислотному составу белки ржи являются более полноценными и характеризуются лучшей сбалансированностью в сравнении с белками пшеницы. В белках ржаного хлеба содержится больше лизина на 35...65 %, метионина – на 35 %, но на 16...22 % меньше триптофана по сравнению с пшеничным хлебом. Пшеничный хлеб имеет существенный дефицит по трем важнейшим незаменимым аминокислотам – лизину (аминокислотный скор 45...50 %), треонину (аминокислотный скор 75...79 %) и триптофану.

С повышением сорта муки полноценность белков снижается. Белки в хлебе находятся в денатурированном состоянии, что облегчает их перевариваемость организмом человека.

На аминокислотный состав хлеба влияют химический состав, вид и сорт муки, из которой он был приготовлен, состав других рецептурных компонентов и потери, связанные с технологией приготовления хлеба.

Аминокислотный состав хлебобулочных изделий зависит от способа выпечки: в процессе выпечки хлеба содержание лизина, особенно в корке, снижается.

2.1.3. Биологическая эффективность хлеба

Для питания человека большое значение имеют растительные жиры, определяющие биологическую эффективность продукта – показатель качества жировых компонентов пищевого продукта, отражающий содержание в нем ненасыщенных жирных кислот.

Средняя суточная потребность взрослого человека в жирах составляет 80...100 г, в том числе растительных – 25 г, незаменимых полиненасыщенных

жирных кислот – 3...6 г. Хлеб является источником растительных жиров и покрывает потребность в них на 5...6 %.

Как показали исследования, липиды ржаной и пшеничной муки, а следовательно, и хлеба, представлены собственно липидами (моно-, ди- и триглицеридами), фосфолипидами, глюколипидами, токоферолом.

Биологическая ценность жиров определяется наличием полиненасыщенных жирных кислот, липидов и жирорастворимых витаминов. Три основные полиненасыщенные жирные кислоты – арахидоновая, линолевая и линоленовая – являются незаменимыми факторами питания, т.к. не синтезируются организмом человека. Содержание линолевой кислоты в ржаном хлебе составляет около 50 %, а в пшеничном 40...45 % от общего количества содержания жирных кислот. С повышением сорта муки происходит снижение доли линолевой кислоты. Содержание жиров в хлебе и их жирно-кислотный состав существенно зависят от рецептуры изделий.

2.1.4. Углеводы хлеба и удовлетворение потребности в них

Углеводы являются важным энергетическим компонентом продуктов питания, выполняют пластические и защитные функции в организме человека. На долю углеводов приходится большая часть сухих веществ хлеба. В среднем в хлебе содержится углеводов от 40 до 54 г на 100 г изделий.

Углеводная часть пищевого рациона человека состоит преимущественно из крахмала и включает также целлюлозу, гемицеллюлозу, пектин, ди- и моносахариды (сахарозу, лактозу, глюкозу, фруктозу и др.). Содержание моно- и дисахаридов в суточном рационе не должно превышать 50...100 г. При этом доля неусвояемых углеводов должна составлять 10...15 г, в том числе клетчатки – 9...10 г, пектиновых веществ 5...6 г. С повышением сорта муки в хлебе снижается количество ПВ, которые находятся в оболочках, алейроновом слое зерна и удаляются при производстве сортовой муки.

Крахмал является основным углеводным компонентом хлебобулочных изделий. Содержание моно- и дисахаридов зависит от сорта муки и рецептуры хлебобулочных изделий.

Физиологами установлено, что усвоение питательных веществ пищи зависит от соотношения белков и углеводов, наиболее оптимальным является 1:4. В хлебе углеводов содержится значительно больше, и это соотношение составляет 1:8. Поэтому с целью получения более благоприятного химического состава хлеба целесообразно повышать его белковую ценность.

2.1.5. Витаминная ценность хлеба

Зерно и продукты его переработки, включая хлебобулочные изделия, являются основными источниками витаминов группы В в питании человека. Содержание витаминов В₁, В₂, В₃, В₆, Е и фолиевой кислоты в зерне пшеницы, ржи, других культурах сбалансировано в соответствии с потребностями человека и 100 г зерна покрывают 20...30 % суточной потребности в каждом из этих витаминов.

Количество витаминов, содержащихся в хлебе, зависит от вида и сорта муки. В хлебе из пшеничной муки содержится больше витаминов В₁ и В₃, чем в ржаном хлебе. С повышением сорта муки количество всех витаминов в хлебе (как в ржаном, так и в пшеничном) резко снижается. Хлеб из ржаной обойной муки обеспечивает организм витаминами на 9,6...27,7 %, хлеб из пшеничной муки второго сорта – на 14,7...44,4 %, хлеб из пшеничной муки высшего сорта – на 10...20 %.

Количество витаминов в зерновых культурах значительно колеблется в зависимости от их видовых и сортовых особенностей, условий выращивания. Содержание витаминов в муке изменяется в зависимости от вида и сорта муки, а также технологии помола.

Важным фактором витаминной ценности хлеба является стабильность витаминного состава в процессе приготовления теста и особенно выпечки хлеба. Различные стадии технологического процесса оказывают неодинаковое влияние на разные группы витаминов: замес теста в основном влияет на окисляемые, выпечка – на термолабильные витамины.

Максимальные потери витаминов отмечаются при выработке из зерна пшеницы муки высшего сорта: для В₁ – 63 %, В₂ – 70 %, витамина В₃ – 78 %, фолиевой кислоты – 33 %. При замесе теста содержание каротиноидов снижается на 30...75 %. Содержание водорастворимых витаминов существенно снижается при выпечке хлеба. В корке хлеба существенно снижается содержание витаминов группы В. О степени разрушения витамина В₁ свидетельствует тот факт, что разница между его содержанием в корке и мякише хлеба составляет 35 %.

Установлено, что витамин В₁, сохраняется в хлебе из ржаной муки на 70 %, из пшеничной обойной – на 80 %, из пшеничной муки I сорта – на 88 %, II сорта – на 88 %; витамин В₂ соответственно на 88, 47, 64 и 69 %. Наибольшей стабильностью характеризуется витамин В₃ сохраняется при приготовлении хлеба на 95...100 %.

2.1.6. Минеральная ценность хлеба

Минеральные вещества играют важную роль в обменных процессах организма. В хлебе в значительных количествах содержатся калий, фосфор, магний, кальций, натрий, хлор, в меньших – железо, цинк, марганец, медь и др. Содержание минеральных веществ зависит от вида и сорта муки, из которых он изготовлен. Наибольшее количество их в хлебных изделиях из муки грубого помола. Содержание минеральных элементов и зольность минимальны в эндосперме зерна, значительные их количества находятся в алейроновом слое, оболочках и зародыше зерна. С уменьшением выхода муки зольность и содержание в ней минеральных элементов снижаются.

Установлено наибольшее физиологическое значение в питании человека минеральных веществ, содержащихся в продуктах переработки зерна: кальция, фосфора, железа.

Анализ минерального состава хлеба указывает на значительное содержание в нем фосфора и недостаточность кальция.

Соотношение кальция и фосфора в зерне пшеницы и ржи, а следовательно, в пшеничном и ржаном хлебе составляет соответственно 1:7,5 и 1:5, что является физиологически неблагоприятным для усвоения кальция организмом человека. Оптимальным соотношением в пище кальция и фосфора является соотношение в пределах от 1:1,5 до 1:2. Неблагоприятное соотношение кальция и фосфора усугубляется тем, что часть фосфора находится в виде фитиновых соединений, которые снижают усвояемость кальция в пище.

В среднем за счет потребления хлеба человек покрывает суточную потребность в кальции, фосфоре, магнии и железе соответственно на 16,1; 51,8; 63,8 и 5,8 %.

Хлебобулочные изделия как продукты массового и ежедневного потребления являются источником натрия в рационе питания, количество которого целесообразно ограничивать.

2.2. Состояние и перспективы развития производства функциональных хлебобулочных изделий

Хлеб – один из важнейших продуктов питания, он играет важнейшую роль в физиологии питания. За счет потребления хлеба человек примерно на 30 % обеспечивает свою физиологическую потребность в пищевых веществах и энергии. Рекомендуемые нормы потребления хлебных продуктов в России составляют 96 кг/год/чел.

Производственная база хлебопекарной промышленности РФ включает в себя около 1500 заводов по производству хлеба и более 5000 мини-пекарен, которые обеспечивают ежегодную выработку примерно 21 млн тонн хлебной продукции, в том числе около 12,7 млн тонн вырабатывается на крупных хлебозаводах.

Анализ ассортиментной политики предприятий хлебопекарной отрасли свидетельствует о том, что всего 13,0 % предприятий хлебопекарного сектора осуществляют выпуск продукции функционального и специализированного назначения. В соответствии с предназначением их можно разделить на две категории (рис. 2.1).

Доля производства обогащенной продукции от общего объема производимых продуктов питания пока недостаточна и не обеспечивает необходимые потребности населения. Хлеб – один из наиболее употребляемых населением продуктов питания. Введение в его рецептуру компонентов, придающих функциональные свойства, позволит эффективно решить проблему профилактики и лечения различных заболеваний, связанных с дефицитом тех или иных веществ.



Рис. 2.1. Ассортимент хлебобулочных изделий для здорового питания

В настоящее время по инициативе Российской гильдии пекарей и кондитеров при участии Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, ФГБУ "Научно-исследовательский институт питания" РАМН разработана "Концепция обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения путем развития функционального и специализированного хлебопечения в Российской Федерации до 2020 года (Хлеб – это здоровье)".

Задача Концепции – определение путей и способов обеспечения населения страны хлебом и хлебобулочными изделиями функционального и специализированного назначения с целью сохранения и укрепления здоровья населения, профилактики заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием в комплексе решения приоритетных задач государственной политики в области здорового питания.

2.3. Факторы, влияющие на пищевую ценность зерновых продуктов

Пищевая ценность продуктов на основе злаков во многом зависит от того, насколько в них будут сохранены макро- и микронутриенты исходного зерна. Схематично факторы, обуславливающие изменение пищевой ценности зерновых продуктов, отображены на рис. 2.2.

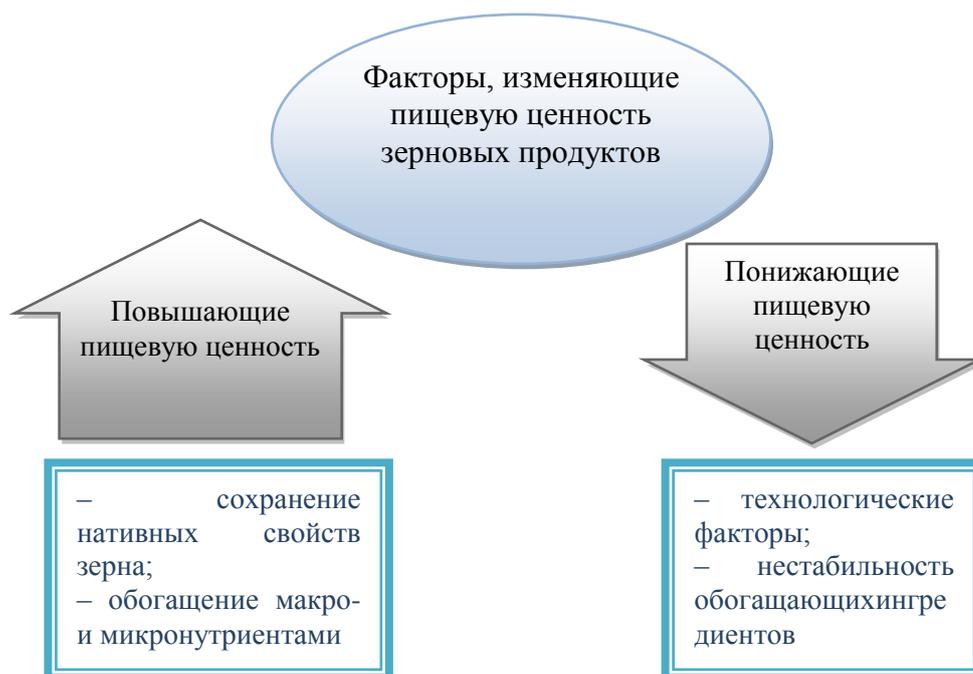


Рис. 2.2. Технологические факторы, изменяющие пищевую ценность зерновых продуктов

При традиционном подходе к переработке зерна, направленном на максимальное удаление оболочек и получение муки высшего сорта, содержание этих компонентов неизбежно снижается. В дальнейшем этот процесс продолжается под влиянием технологических параметров на всех стадиях производства и хранения продуктов. Мука высшего сорта значительно беднее витаминами и минералами, чем мука более низких сортов. На этапе производства готовых продуктов происходит дальнейшее снижение содержания физиологически ценных веществ, в частности, витаминов В₁, В₂, В₃, В₆, фолиевой кислоты, витамина Е, β-каротина, магния, калия, фосфора, железа (табл. 2.1).

Потеря пищевой ценности и снижение концентрации функциональных веществ в зерновых продуктах обусловлены рядом факторов:

- ✓ технологические режимы помола муки или других способов подготовки зерна (варки, сушки, экструзии, плющения);
- ✓ способ тестоприготовления;
- ✓ интенсивность замеса, воздействие на пищевую массу кислорода воздуха;
- ✓ рН полуфабрикатов (кислотность опары, закваски);
- ✓ способ и температурный режим выпечки;
- ✓ нестабильные обогащающие добавки;
- ✓ взаимодействие обогащающих ингредиентов с другими компонентами пищевой системы;
- ✓ продолжительность хранения готовых изделий.

Таблица 2.1. Изменение содержания микронутриентов в зерне пшеницы и в продуктах его переработки

Показатели пищевой ценности	Зерно пшеницы	Мука пшеничная		Хлеб из муки	
		обойная	в/с	обойной	в/с
Энергетическая ценность, ккал	305	312	334	208	262
Белки, г	11,8	11,5	10,3	8,0	7,5
Жиры, г	2,2	2,2	1,1	1,5	2,9
Углеводы, г	59,5	61,5	70,6	40,1	51,4
Пищевые волокна, г	10,8	9,3	3,5	6,8	2,5
Витамины, мг/100 г:					
В ₁ ,	0,37-0,46	0,41	0,17	0,23	0,11
В ₂ ,	0,10-0,17	0,15	0,04	0,09	0,03
В ₃ ,	4,94-5,58	5,5	1,2	3,7	0,9
В ₆ ,	0,5-0,6	0,55	0,17	0,29	0,1
фолиевая кислота (мкг),	35,0-46,0	40,0	27,1	26,0	22,5
витамин Е,	6,02-6,5	5,5	2,57	3,2	1,68
β-каротин	0,014-0,015	0,01	0	0,006	0
Минеральные вещества, мг:					
натрий,	8	7	3	356	427
калий,	337	310	122	217	92
кальций,	54	39	18	33	19
магний,	108	94	16	66	13
фосфор,	370	336	86	234	65
железо	5,4	4,7	1,2	4,4	1,2

Следовательно, функциональные свойства зерновых продуктов могут быть обеспечены двумя способами:

- сохранением оболочек и алейронового слоя, содержащих наибольшее количество микронутриентов и биологически активных веществ зерна;
- обогащением продуктов ФПИ в процессе их производства.

Первый способ включает использование в пищу продуктов из цельного зерна – цельнозернового хлеба, хлопьев, круп из нешлифованного зерна, а также изделий из муки грубого помола.

Второй способ связан с введением в муку, крупу или готовые продукты витаминно-минеральных комплексов, растительных добавок – источников пищевых волокон, пробиотиков, пребиотиков и других обогащающих ингредиентов.

2.4. Функциональные хлебобулочные изделия с использованием пищевых волокон

В условиях нашей страны большая часть ПВ поступает в организм человека с зернопродуктами. Именно в хлебе и хлебобулочных изделиях (особенно из муки грубого помола) содержится повышенное количество ПВ – целлюлозы, лигнина и геммицеллюз.

В пшеничном хлебе из муки различного выхода содержится около 1...2,5 % ПВ, в ржаном – около 5...6 %, в хлебе из цельного зерна пшеницы – около 8,5 %, а в пшеничных отрубях – около 50 %.

В результате выработки высокосортной муки при отделении от эндосперма оболочек, алейронового слоя, зародыша зерна в конечном продукте резко сокращается количество важных для здоровья балластных веществ. При современном ассортиментном составе хлеба и хлебобулочных изделий население РФ с указанными видами продуктов питания получает не более 15...20 % необходимого количества ПВ.

Решение задачи повышения содержания ПВ в хлебобулочных изделиях может быть достигнуто следующими способами:

- использованием в полном объеме сырья, содержащего ПВ;
- добавлением вторичных продуктов с высоким содержанием ПВ;
- введением очищенных препаратов ПВ.

2.4.1. Использование в полном объеме сырья, содержащего пищевые волокна

Разработаны многочисленные рекомендации о целесообразности использования нативного зерна для производства хлеба массового потребления и специального назначения. В последнее время с целью обогащения хлебобулочных изделий ПВ широко используется мука из цельносмолотого зерна пшеницы и ржи, мука грубого помола, нетрадиционные виды муки (овсяная, ячменная, гороховая, пшенная), текстурированная мука, полученная с применением экструзионных методов обработки зерна, а также пророщенное зерно.

Решение задачи повышения содержания ПВ в хлебобулочных изделиях может быть достигнуто следующими способами:

- выработка хлеба из цельносмолотого зерна;
- выработка хлеба с использованием пророщенного зерна;
- выработка хлеба с использованием экструдатов зерна.

Выработка хлеба из цельносмолотого зерна. Цельное зерно богато ПВ, витаминами, минералами. Среди этих защитных элементов – растительный лигнин, фитиновая кислота, антиоксиданты и другие соединения. При традиционном размоле зерна ржи и пшеницы из него удаляются ценные компоненты, которые содержатся в периферийных частях и зародыше. Для их сохранения более рациональным является использование зерна в виде крупки (пшеничной, ячневой и др.), хлопьев (пшеничных, ячменных, ржаных) или в виде предварительно замоченных зерен.

Для оценки возможности применения муки из цельносмолотого зерна пшеницы в литературе предложен целый ряд технологий производства зернового хлеба.

Согласно одному из предложенных способов промытое, высушенное нешелушенное зерно пшеницы измельчают в муку, просеивают и замешивают тесто из муки цельносмолотого зерна, лимонной кислоты, пищевой поваренной

соли и питьевой воды. Замешивание теста осуществляют в сбивальной камере при частоте вращения месильного органа 15 с^{-1} в течение 5...15 мин, затем в камеру подают воздух под давлением 0,4 МПа и осуществляют сбивание теста при температуре $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 6...12 мин при частоте вращения месильного органа 20 с^{-1} . По завершении процесса сбивания формуют тестовые заготовки массой 0,25 кг под давлением 0,4 МПа и производят выпечку при температуре 228...232 $^{\circ}\text{C}$. В результате удается получить продукт лечебно-профилактического назначения, повысить качество готового изделия, увеличить выход хлеба, улучшить вкус и аромат изделий, усилить окраску корочки, увеличить срок сохранения свежести готовых изделий, повысить значение суммарной антиоксидантной активности, получить продукт высокой пищевой и биологической ценности, снизить трудоемкость и энергоемкость процесса производства.

Предложен способ получения продукта функционального назначения, который предусматривает использование целого зерна ржи с предварительной обработкой в воде, а затем в культуральной среде с молочнокислыми бактериями *Lactobacillus plantarum*. Изобретение позволяет повысить качество готовых изделий за счет повышения пищевой и биологической ценности, снизить энергетическую ценность, увеличить выход хлеба, срок сохранения свежести, снизить себестоимость продукции.

Добавление муки овсяной сортовой или ячменной сортовой в значительных количествах (более 60 %) позволяет улучшить физико-химические и органолептические показатели качества хлеба, а также содержание ПВ в хлебе. Однако меньшие добавки не оказывают существенного влияния на объем хлеба и структуру мякиша, а только увеличивают содержание β -глюкана в готовом хлебе. При этом лучшие результаты достигаются при приготовлении хлеба на опаре либо при добавлении муки в виде заварки.

Найдено решение по использованию вместо овсяной муки более дешевого и доступного сырья – овсяной крупы и хлопьев. Особенностью разработанной технологии является использование в качестве компонента теста зернового овсяного полуфабриката, полученного измельчением предварительно замоченной крупы или хлопьев.

В качестве источников ПВ и биологически активных веществ, предложено использовать пшеничную, овсяную и гречневую муку в соотношении 75:50:25. При потреблении 100 г такого хлеба удовлетворялось на 10 % суточной потребности в витамине B_1 , 25 % – в Fe, 15,5 % – в P, 37,5 % – в Zn и 10 % – в ПВ. Такой хлеб может быть рекомендован для применения в диетотерапии людей, страдающих ожирением.

Для обогащения хлеба и хлебобулочных изделий предложены композитные смеси из муки пшеничной, гречневой, овсяной, а также овсяное толокно и зародышевые хлопья пшеницы. Установлено, что при внесении в тесто данных композитов повышается содержание белка, ПВ, минеральных веществ, витаминов группы B; улучшается качество изделий по органолептическим и физико-химическим показателям, увеличивается срок сохранения свежести изделий.

При внесении композитной смеси из гречневой, гороховой, пшеничной и зародышевых хлопьев пшеницы в количестве 8...12 % к массе пшеничной муки первого сорта, количество ПВ возрастает в 15 раз по сравнению с контролем, содержание белка увеличивается в среднем на 23 %, углеводов в 4 раза, жира в 3,5 раза. Употребление суточной нормы такого хлеба позволяет удовлетворять суточную потребность в ПВ, витаминах и минеральных веществах.

Установлено, что хлеб удовлетворительного качества с повышенной пищевой ценностью может быть выработан при замене ≥ 42 % пшеничной муки мукой из нута и гороха. Готовое изделие имеет повышенное содержание ПВ, отличается невысокой степенью гидролиза крахмала, пониженным содержанием быстро перевариваемого крахмала, невысоким гликемическим индексом, органолептическими свойствами, соответствует стандарту.

Из бобовых культур применение находят фасоловая и клеверная мука, которые также способствуют обогащению пшеничного хлеба ПВ, незаменимыми аминокислотами, минеральными веществами и витаминами. Установлено, что энергетическая ценность разработанного изделия снизилась до 201,3 ккал (контроль – 240 ккал). В связи с повышением содержания белка изменилось и соотношение "белки : углеводы", которое составило 1:3,6 (контроль 1:6,1).

С целью расширения ассортимента, повышения пищевой ценности и улучшения качества хлебобулочных изделий были разработаны технологии производства хлеба с добавлением нетрадиционных видов муки.

Цельносмолотая мука из семян и шрота амаранта обладает ценным химическим составом, в ней содержится больше ПВ, минеральных веществ, витаминов, белка, чем в пшеничной и ржаной муке. Использование такой добавки до 10 % при производстве хлеба из пшеничной муки и до 20 % при производстве ржано-пшеничного хлеба позволяет улучшить свойства углеводно-амилазного и белково-протеиназного комплексов муки; способствует повышению качества и пищевой ценности изделий.

Мука льняная характеризуется высоким содержанием незаменимых серусодержащих аминокислот и растительного белка, наличием значительного количества ПВ, омега-3 и омега-6 ПНЖК, микроэлементов. Рассмотрена возможность ее использования для выпечки специализированных продуктов для оздоровительного и профилактического питания.

Получение мучных продуктов для здорового питания со сбалансированным составом, улучшенными структурно-механическими свойствами теста можно достичь путем использования при замесе полбяной муки грубого помола с выходом 78...96 % или сухой мелкой полбяной крупки с выходом 50...60 % и рецептурных компонентов.

Для производства зернового хлеба предложено использовать муку из цельносмолотого зерна пшеницы и тритикале с добавлением порошка из шрота растительного сырья, что позволяет сократить продолжительность брожения теста. Композиция из тритикалевой муки в рецептуре кондитерских изделий позволяет снизить калорийность и повысить пищевую ценность, а также увеличить срок хранения до 4 месяцев.

Богатая волокнистыми веществами фракция муки чиа белой содержит 29,56 г/100 г сырой клетчатки и 56,46 г/100 г общих ПВ, в том числе 3,01 г/100 г растворимых ПВ. Установлена способность готового продукта связывать воду (15,41 г/г), жир (2,02 г/г), волокнистые вещества проявляют эмульсионные и антиокислительные свойства.

Выработка хлеба с использованием пророщенного зерна. Пророщенное зерно представляет собой набухшее зерно с росточком не более 2 мм. Именно с таким росточком зерна содержат в себе, то количество минералов и витаминов, которое способно обеспечить потребности всего организма в этих компонентах. В проростках пшеницы и ржи содержится богатый набор витаминов и микроэлементов в легкоусвояемой форме (табл.2.2).

Таблица 2.2. Содержание химических элементов и витаминов в пшеничном хлебе и муке, в зернах и проростках пшеницы (мг/100 г)

Микронутриент	Пшеничный хлеб из муки в/с	Мука пшеничная, в/с	Зерно пшеницы	Зерно пшеницы пророщенное
Калий	93	122	337	850
Кальций	19	18	39	70
Фосфор	66	86	370	1100
Магний	13	16	94	400
Железо	0,9	1,2	5,4	10
Цинк	0,57	0,7	4,1	20
В ₁	0,11	0,17	0,37-0,46	2
В ₂	0,03	0,04	0,10-0,17	0,7
В ₃	0,9	1,2	4,94-5,58	4,5
В ₆	0,1	0,17	0,5-0,6	3
Фолиевая кислота, (мкг)	22,5	27,1	35,0-46,0	35,0
Витамин Е	1,68	2,57	6,02-6,5	21

Применение диспергированного пророщенного зерна в составе хлеба повышает уровень содержания пищевых и биологически активных веществ, но одновременно усложняет технологический процесс получения хлеба.

При замене пшеничной муки на муку из пророщенного зерна, возникают такие проблемы, как снижение количества клейковинных белков, высокая активность амилолитических ферментов. Возникают значительные дефекты готовых изделий: мелкопористый, неэластичный мякиш хлеба, низкий удельный объем и формоустойчивость, поражение плесенью и картофельной болезнью при хранении. Рекомендовано добавлять к зерновому полуфабрикату не более 20...40 % пророщенных в течение 3 суток зерен, брожение зернового полуфабриката проводить в течение 3...4 ч. Готовые образцы обладают приятным зерновым запахом и свойственным зерновому хлебу вкусом.

Примером продукта с использованием пророщенного зерна является хлеб "ТОНУС" для лечебно-профилактического питания. Его принципиальной отличительной особенностью от других видов хлеба является то, что он изготовлен полностью из цельного зерна, минуя фазу мукомольного процесса. Зерно очищают от примесей, проращивают, затем диспергируют (измельчают),

получая тестовую массу из зерна, и далее проводят выпечку на традиционном оборудовании с измененными режимами. При выпечке в зерновую тестовую массу добавляются только дрожжи и соль, мука и хлебопекарные улучшители не используются. Выпеченный хлеб имеет неповторимый вкус и запах натурального зерна. В нем сохраняются в своем естественном природном виде практически все вещества, содержащиеся в целом зерне, в том числе пищевые волокна, оболочка, зародыш, витамины, аминокислоты, минеральные вещества, белок и др.

Выработка хлеба с использованием экструдатов зерна. Одно из перспективных направлений обогащения хлебобулочных изделий ПВ основано на использовании добавок, полученных путем термомеханической обработки зерна и крупяных культур (ячменной, гречневой, пшеничной, рисовой, кукурузной). Термомеханическая обработка основана на сочетании теплового воздействия и деформации за счет избыточного внутреннего давления, что приводит к взрыву, вспучиванию зерна.

Термомеханическая обработка включает такие методы, как экструдирование, высокотемпературная микронизация (ВТМ), баротермическая обработка (БТО).

❖ *Экструзия* – это способ обработки, представляющий собой непрерывный процесс воздействия на зерна давления и высокой температуры, что приводит к многократному увеличению объема зерна. В области воздействия температура достигает 150...200 °С, давление 35...40 атм.

Обработка проводится в аппаратах, называемых экструдерами, в которые загружают увлажненную паром или водой муку, крупу и другие компоненты рецептурной смеси (отруби, солод, пшеничные зародыши). Под действием значительных скоростей сдвига, высоких скоростей и давления, происходит переход механической энергии в тепловую, что приводит к различным по глубине изменениям в качественных показателях перерабатываемого сырья: происходит денатурация белка, клейстеризация крахмала, а также другие биохимические изменения.

Продукты, полученные методом экструзии, не только сохраняют все пищевые свойства исходных зерновых культур, но и превосходят их по некоторым показателям:

✓ экструдированные продукты содержат меньше влаги, следовательно, отличаются более высокой концентрацией микро- и макронутриентов, в том числе ПВ, способствующих нормальному функционированию кишечника;

✓ экструзионные продукты не нуждаются в дополнительной тепловой кулинарной обработке, при которой происходят потери витаминов, т.к. они готовы для непосредственного употребления;

✓ зерновые продукты, обработанные в процессе экструзии, способны легко размачиваться и гидролизоваться под действием пищеварительных соков в желудочно-кишечном тракте, что способствует их эффективному перевариванию и усвоению.

В последние годы для обогащения хлебобулочных и кондитерских изделий ПВ широко стали использовать муку натуральную текстурированную (МНТ). Физико-химические и технологические свойства МНТ приведены в табл.2.3.

Таблица 2.3. Физико-химические и технологические свойства МНТ

Наименование МНТ	Соотношение МНТ : вода	Массовая доля, %		
		белка	жира	углеводов
Пшеничная	1:3,5	12,5	2,5	77,0
Овсяная	1:3,5	11,0	6,1	55,0
Ячменная	1:4	10,0	1,1	71,0
Гречневая	1:3	12,6	3,3	70,0
Рисовая	1:5	7,0	1,0	71,0
Кукурузная	1:3	8,3	1,2	73,0
Ржаная	1:3,5	8,5	2,2	70,0
Из солода	1:3	8,3	2,0	78,0
Фасолевая	1:3	21,0	2,0	50,0

Использование МНТ повышает эффективность производства хлебобулочных и кондитерских изделий:

- ✓ высокая водопоглотительная способность МНТ позволяет получать эластичное, сухое на ощупь тесто, нормальной консистенции. Тесто хорошо обрабатывается, улучшается форма и внешний вид готовых изделий;
- ✓ позволяет увеличить выход готовых изделий за счет добавления дополнительной воды;
- ✓ улучшает газообразующую способность муки, ускоряет процесс брожения теста;
- ✓ углеводно-амилазный комплекс в МНТ позволяет выпускать готовые изделия с высокими органолептическими свойствами при уменьшении количества или отсутствии сахара в рецептуре. Это дает возможность получить не только хороший экономический эффект, но и производить продукцию диетического направления;
- ✓ исключает липкость, крошковатость мякиша и придает ему равномерную пористость;
- ✓ замедляет процесс черствения;
- ✓ МНТ из солода ржаного ферментативного усиливает характерный аромат и цвет в заварных изделиях;
- ✓ улучшает структуру бисквитного теста;
- ✓ при производстве пряников частично заменяет патоку и инвертный сироп, увеличивает объём изделия и срок хранения;
- ✓ благодаря хорошей жиросвязывающей способности, МНТ удобна в приготовлении жировых начинок;
- ✓ МНТ может использоваться как загуститель и стабилизатор в различных начинках;
- ✓ не усложняет ведение технологического процесса;
- ✓ увеличивает ассортимент готовой продукции.

❖ *Высокотемпературная микронизация (ВТМ)* – это процесс быстрого, в течение 50...90 с, нагрева зерна или круп в потоке инфракрасного (ИК) излучения при нагреве выше 100 °С.

Данная обработка вызывает значительные изменения химического состава, физико-химических свойств и микробиологической обсемененности зерна, которые обусловлены следующими процессами:

- при поглощении ИК-излучения в зерне закипает внутриклеточная влага;
- под воздействием высокой температуры и избыточного внутреннего давления внутри зерна ускоряются биохимические и микробиологические процессы, а также происходит механическое разрушение эндосперма с формированием пористой структуры;

- под действием высокого давления молекулы крахмала разрываются, приводя к увеличению в 4...5 раз содержание декстринов и сахаров, которые легче усваиваются организмом;

- происходит снижение плотности зерновки, на 20...30 % уменьшается объемная масса термообработанных круп;

- содержание водорастворимых веществ увеличивается, что положительно влияет на органолептические свойства и консистенцию продукта, облегчает его усвоение;

- уничтожается внешняя и внутренняя микрофлора, обеспечивая обеззараживание продукта.

ИК-излучение применяют для предварительной обработки зерна перед замачиванием в технологии хлеба из целого зерна пшеницы. Установлено, что ИК-обработка зерна пшеницы регулирует активность амилолитических ферментов, стабилизирует реологические свойства тестовых полуфабрикатов и повышает качество зернового хлеба. Такая технология позволяет расширить ассортимент хлебобулочных изделий с повышенным содержанием пищевых волокон за счет возможности использования нешелушенного зерна, повысить микробиологические показатели и качество зернового хлеба.

❖ *Баротермическая обработка* заключается в воздействии на находящиеся в барокамере зерно, крупу или семена температуры и высокого давления с последующим резким сбросом давления. В результате такой обработки в объеме продукта возникает избыточное внутреннее давление, продукт вспучивается, увеличиваясь в размерах, принимая неправильную форму и приобретая пористую структуру с низкой плотностью.

Технологический процесс характеризуется следующими технологическими параметрами: температура 250...300 °С, давление 8...10 атм, влажность сырья 16...20 %, продолжительность 2...30 мин. Критерием оценки эффективности процесса является степень вспучивания зерна (увеличение его объема), а также степень денатурации белков и содержание декстринов как показатель степени гидролиза крахмала.

Барометрическая обработка зерна предусматривает жесткие условия технологического процесса, ведущие к потерям термолабильных микронутриентов и биологически активных веществ. Применение в здоровом питании вспученного зерна обусловлено в основном высоким содержанием ПВ.

Однако пищевая ценность таких продуктов может быть повышена путем их обогащения витаминно-минеральными премиксами на стадии расфасовки готовых изделий.

По результатам исследований разработаны проекты технической документации на хлеб ржано-пшеничный с экструдатом ржи (РЦ, ТИ 9113-001-02069929-2008) и хлеб пшеничный с ПВ (РЦ, ТИ 9114-002-02069929-2008). Проведена производственная апробация способа производства хлеба с внесением экструдата ржи на ОАО "Ростовский хлебозавод №1"

Московский филиал "Наше наследие" ООО "ДОННИНА" освоил выпуск оздоровительных продуктов с использованием метода микронизации. Глубина трансформации полезных веществ в два раза выше, чем в проросших зернах, крахмал трансформируется на 70 %. Минеральные вещества хелатированы, т.е. находятся в естественном состоянии – связаны с аминокислотами и поэтому хорошо усваиваются человеческим организмом.

На Можайском хлебокомбинате ОАО "Хлеб" в соответствии с рекомендациями ГосНИИХП, после проведенных там ранее исследований и испытаний злаковых зерен баротермической обработки были проведены полномасштабные промышленные испытания по производству зернового хлеба "Вкусвам".

2.4.2. Добавление в хлебобулочные изделия вторичных продуктов с высоким содержанием пищевых волокон

Вторичными продуктами с высоким содержанием ПВ, которые можно использовать для обогащения хлеба и хлебобулочных изделий являются овощные, крупяные, фруктовые добавки, отруби злаковых. Это направление широко применяется для обогащения продуктов на основе злаковых, хлебобулочных и кондитерских изделий.

Наиболее доступным и дешевым источником натуральных ПВ являются пшеничные отруби. Содержание ПВ в пшеничных отрубях в 3...5 раз выше, чем в овощах и фруктах, и в 10 раз выше, чем в муке.

Однако экспериментально установлено, что питательные вещества алейронового слоя не усваиваются организмом человека. Разработаны способы, позволяющие повысить усвояемость питательных веществ отрубей и одновременно улучшить качество хлеба с их применением:

- использование тонкодиспергированных отрубей;
- замачивание отрубей в 1 % растворе хлорида натрия с последующим высушиванием и измельчением;
- биохимическая обработка отрубей при помощи молочнокислых заквасок;
- заваривание и осахаривание отрубей;
- экструзионная обработка отрубей.

Однако многие из описанных выше способов не находят широкого применения из-за своей трудоемкости.

С применением отрубей производится достаточно широкий ассортимент хлебобулочных изделий, в том числе хлеб "Отрубной", булочка "Докторская" и др. Однако диетологи отмечают необходимость строгого контроля качества отрубей. Они могут содержать токсичные вещества от применения ядохимикатов, используемых при возделывании пшеницы.

Для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий в качестве источника ПВ могут быть использованы растительные полифункциональные добавки в виде растительных порошков, в том числе полученных криогенной технологией. В табл. 2.4 приведены некоторые примеры разработок в этой области.

Таблица 2.4. Обогащение мучных кондитерских и хлебобулочных изделий вторичными продуктами переработки растительного сырья с высоким содержанием ПВ

Источник ПВ	Обогащаемые изделия, результат обогащения
1	2
Порошок арабиногалактана из древесины лиственницы сибирской и гмелина	Мучные кондитерские и хлебобулочные изделия. Изделия, обладают профилактическими свойствами, имеют интенсивную окраску поверхности, более сладкий вкус, что позволяет уменьшить долю рецептурного количества сахара-песка, тем самым снижая калорийность изделий
Арбузный пектин; БАД "Арбуз"	Хлеб и хлебобулочные изделия. Добавка улучшает удельный объем, пористость и формоустойчивость хлеба, приготовленного из муки из зерна с примесью зерен, пораженных клопом-черепашкой, а также изделий из муки из зерна с примесью проросших зерен. Положительный эффект от внесения БАД "Арбуз" в тесто наблюдается при приготовлении теста опарным способом и внесении БАД в виде суспензии в воде при соотношении БАД "Арбуз": вода, равном 1:4, и дозировке БАД "Арбуз" – 5,0 % к массе муки
Пектинсодержащий порошок плодов боярышника	Бисквитный полуфабрикат, кекс "Столичный", сдобный хлеб "Гармония". Добавка 10 % к массе пшеничной муки существенно обогащает аромат, улучшает физико-химические и органолептические показатели качества, повышает его пищевую ценность и функциональные свойства
Пектинсодержащий порошок шиповника; порошок из шрота плодов шиповника	Бисквитный полуфабрикат, кекс "Столичный", хлеб и хлебобулочные изделия. При добавлении 1 % вязкость теста повышается на 4 %, а адгезионная прочность снижается на 4,7 % по сравнению с контролем. Расплываемость шарика теста снижается, изменяется структура пшеничного теста в сторону упрочнения, замедляется процесс черствения и повышается пищевая ценность. Суточная потребность в ПВ удовлетворяется на 31,8 %

1	2
Пектинсодержащий порошок яблока; сушеные яблоки; яблочная клетчатка; порошок кожуры яблок	Бисквитный полуфабрикат, кекс "Столичный", кекс "Студенческий", хлеб и хлебобулочные изделия. ПВ яблок благодаря высокой водосвязывающей и водоудерживающей способности обеспечивают выход готового продукта, замедление процесса черствения и продление сроков хранения продукта, улучшают структуру мякиша
Порошок бурой водоросли костарии ребристой	Формовой и подовый хлеб. Добавка в количестве от 1 до 3 % оказывала положительное влияние на качество хлеба
Добавки из семян, кожицы и гребней винограда	Хлеб "Семейный". Натуральная добавка повышает пористость, удельный объем, формоустойчивость изделий, улучшая их пищевую и биологическую ценность
Порошок из выжимок рябины обыкновенной, порошок плодов рябины	Хлебобулочные изделия. При добавлении 1 % вязкость теста повышается на 4 %, а адгезионная прочность снижается на 4,7 % по сравнению с контролем. Расплываемость шарика теста снижается. Внесение добавки изменяет структуру пшеничного теста в сторону упрочнения.
Околоплодная оболочка (околоядровая пленка) кедровых орехов; жмыха ядра кедрового ореха	Пшеничный хлеб. Введение добавки в количестве 2,5; 5; 10 и 15 % от массы пшеничной муки увеличивает содержание клетчатки и зольности, снижает сумму усвояемых углеводов и незначительно изменяет содержание белка и жира, позволяет выпекать изделия стандартного качества с оригинальным вкусом и ароматом, обуславливает пониженную скорость черствения
Порошок из грибов вешенка	Хлебобулочные изделия. Введение добавки в количестве 3...5 % увеличивает пористость, удельный объем и формоустойчивость изделий, повышается содержание белковых веществ, ПВ, витаминов и минеральных веществ, сокращается длительность их приготовления
Порошок из створок зеленого гороха; клеточные стенки и оболочки гороха; ПВ гороха	Хлебобулочные изделия. Использование добавки в количестве 9 % от массы муки обеспечивает приятный вкус и аромат изделий, равномерную пористость, эластичный мякиш и светло-коричневую окраску. Происходит обогащение ПВ, витаминами, минеральными веществами
Порошок исландского мха	Ржано-пшеничный хлеб. Внесение добавки способствует укреплению клейковины, увеличению силы муки, снижает газообразование в тесте и ингибирует действие α -амилазы муки. Улучшаются реологические свойства теста и формоудерживающая способность. Возможность переработки пшеничной и ржаной муки с нестандартными параметрами: слабую, с низким содержанием клейковины, с повышенной автолитической активностью и газообразующей способностью.

1	2
Порошок из очищенных от кожуры желудей дуба	Хлебобулочные изделия. Введение в тесто в количестве 3...5 % к массе муки позволяет получить продукт высокого качества с увеличенным сроком хранения
Концентрат овсяных пищевых волокон (КОПВ); овсяная клетчатка	Хлеб и хлебобулочные изделия. Введение 10 % КОПВ обеспечивает требуемый уровень обогащения ПВ, замедляет процесс черствения и продлевает сроков хранения продукта, улучшает структуру мякиша, а также обеспечивает выход готового продукта
Порошок листьев крапивы	Хлеб и хлебобулочные изделия. Внесение добавки замедляет процесс черствения и повышает пищевую ценность изделия. Суточная потребность в ПВ удовлетворяется на 31,8 %
Сухая кукурузная барда; кукурузная мезга; оболочки кукурузы; ПВ кукурузы	<p>Кукурузный хлеб, хлебобулочные изделия, хлебцы, хлеб, не содержащий клейковину. Максимально допустимое количество вводимой добавки – кукурузной барды составляет 20...25 г/100 г продукта. Добавка не влияет на влажность хлеба, но хлеб с бардой становится темнее.</p> <p>Использование кукурузной мезги позволяет увеличить активность бродильной микрофлоры, сократить процесс брожения, улучшить пищевую ценность, расширить ассортимент и сырьевую базу.</p> <p>При введении оболочек кукурузы в опытных образцах хлебцев повышалось содержание сахара, за счет чего возможно соответствующее уменьшение количества сахара в рецептуре.</p> <p>ПВ кукурузы оказывают положительное влияние на пищевые и органолептические свойства хлеба. Хлеб с добавлением ПВ в количестве 9 г/100 г увеличивался в объеме на 218 % в сравнении с контролем, но имел меньшую оценку по органолептическим характеристикам, чем хлеб с добавлением 3 или 6 г/100 г ПВ</p>
Порошок выжимок и семян облепихи; порошок из высушенных плодов облепихи; облепиховый шрот	<p>Хлеб, хлебобулочные и макаронные изделия.</p> <p>Введение порошка из выжимок облепихи в количестве 3 % и из семян облепихи в количестве 5 % может быть использовано для повышения пищевой ценности, оказывает укрепляющее действие на клейковину.</p> <p>При добавлении 5...7 % облепихового шрота удельный объем хлеба увеличивается на 3,9...7 %, пористость на 4...6,7 %, структура мякиша становится более равномерной и тонкостенной по сравнению с контрольным образцом</p>

1	2
Порошок моркови	Хлеб "Дар осени", хлеб "Дар осени тостовый" и хлебобулочные изделия. Овощная добавка в количестве 4 % обеспечивает получение готовых изделий с хорошими органолептическими свойствами, воздушными мякишем, привлекательным цветом с золотистой корочкой, обогащает ПВ, витаминами, минеральными веществами, позволяет снизить количество вносимого сахара
Порошок тыквы; порошок семян тыквы сорта Голосеменная; тыквенное пюре	Хлеб "Дар осени", хлеб "Дар осени тостовый" и хлебобулочные изделия. Овощная добавка в количестве 5 % обеспечивает получение готовых изделий с хорошими органолептическими свойствами, воздушными мякишем, привлекательным цветом с золотистой корочкой, обогащает витаминами, пектиновыми и минеральными веществами, позволяет снизить количество вносимого сахара
Порошок сладкого перца	Хлеб "Дар осени" и хлеб "Дар осени тостовый". Овощная добавка придает хорошие органолептические свойства готовому изделию, делает воздушными мякишем и придает привлекательный золотистый цвет корочке
Порошок из возвратных отходов свеклосахарного производства (ПВС); ПВ из сахарной свеклы; свекловичный пектин	Ржано-пшеничный хлеб "Дарницкий", хлеб "Таловский с пектином", хлебобулочные и пряничные изделия. Пробы хлеба с применением ПВС в количестве 5...7 % по органолептическим показателям отличаются более гладкой поверхностью, большим объемом, развитой пористостью, более эластичным мякишем, происходит обогащение ПВ; Добавление ПВ из сахарной свеклы увеличивает выход, но снижает объем теста и хлеба, а также ухудшает качество мякиша. Наилучшие результаты получены при введении в тесто ≥ 10 % ПВ сахарной свеклы в сочетании с клейковиной. В результате их использования повышается водоудерживающая способность изделий, замедляется процесс черствения
Пивная дробина	Хлеб и хлебобулочные изделия. Добавка существенно увеличивает содержание ПВ в продукте, но осложняет получение продукта с хорошей структурой и высоким объемом. При совместном использовании с ферментными препаратами – улучшается текстура, увеличивается объем и допустимая продолжительность хранения хлеба
Порошок из черники	Хлебобулочные и кондитерские изделия. Целесообразно использование пищевой добавки для обогащения изделий ПВ, минеральными веществами, витаминами, эссенциальными жирными кислотами

1	2
Порошок лишайника <i>Cetraria islandica</i>	Хлеб и хлебобулочные изделия. При введении в муку в количестве 1...3 % к массе муки повышается биологическая и пищевая ценности, увеличиваются сроки хранения
Порошок их семенной оболочки сои	Хлебобулочные изделия. Введением при замесе теста добавки в количестве 7 % к массе пшеничной муки позволяет увеличить пористость, удельный объем, формоустойчивость, а также повысить содержание белков, ПВ, минеральных веществ
Рисовая шелуха	Галеты. При добавлении 7 % к массе муки первого сорта получали изделия с повышенным содержанием ПВ, которые можно рекомендовать для лечебно-профилактического питания
Продукты переработки цикория	Хлеб "Благодатный", хлеб "Цикориевый", хлеб "Нагорный". Такие добавки способствуют интенсификации технологического процесса, повышают белковую ценность готовых изделий, придают им пребиотические свойства
Порошок клубней топинамбура	Хлеб и печенье. Добавка ценна высоким содержанием белков, ПВ, витаминов С, группы В, микроэлемента Fe и является перспективной для функционального питания
Клетчатка какао	Хлеб и хлебобулочные изделия. ПВ какао благодаря высокой водосвязывающей и водоудерживающей способности обеспечивают выход готового продукта, замедление процесса черствения и продление сроков хранения продукта, улучшают структуру мякиша
Пектиновая смесь (ПВ, морская капуста, цитрат Са, аскорбиновая кислота)	Хлеб и хлебобулочные изделия. Повышается пищевая ценность за счет обогащения различными биологически активными веществами: растворимыми и нерастворимыми ПВ, йодом и др.
"Смесь пектиновая № 1"	"Лаваш станичный", "Лаваш отрубной". Предназначена для расширения ассортимента и повышения пищевой ценности
"Смесь пектиновая № 3" и "Ингредиент КХ"	Хлеб "Старорусский на хмелю". Добавка оказывает благоприятное воздействие за счет содержания биологически активных компонентов
Отруби	Хлеб пшеничный с отрубями, хлеб "Молочно-отрубной", хлеб ржано-пшеничный с отрубями, хлеб "Добряк", хлеб ржано-отрубной, хлебцы, овсяное печенье, кексы. Для увеличения содержания ПВ в состав теста вводят отруби (пшеничные, овсяные или ржаные), которые позволяют увеличить содержание ПВ, дополнительно обогатить продукт витаминами группы В, снизить энергетическую ценность готовых изделий, увеличить срок сохранения свежести изделий, придать продукту функциональные свойства, расширить ассортимент

Однако при использовании растительных полифункциональных добавок возникает целый ряд проблем:

✓ нестабильность количественного и качественного состава вносимых с растительными добавками биологически активных веществ. Это создает трудности в обеспечении реального содержания вносимых БАВ в обогащаемом продукте на одном и том же регламентируемом уровне;

✓ растительные добавки часто содержат эссенциальные нутриенты в труднодоступной для организма форме, блокированной стенками клеток растений, не гидролизующиеся пищеварительными ферментами, что затрудняет их усвояемость;

✓ для повышения усвояемости питательных веществ требуются специальные методы дополнительной температурной обработки добавок в сочетании с повышенным давлением, криоизмельчением, ферментацией, что усложняет технологию;

✓ добавки природного происхождения используются в рецептурах пищевых продуктов взамен основного рецептурного компонента в ограниченных количествах, поскольку более высокие дозировки ухудшают органолептические показатели и поэтому, как правило, не могут внести существенного вклада в увеличение содержания того или иного эссенциального нутриента в продукте до рекомендуемых уровней.

2.4.3. Введение в хлебобулочные изделия очищенных препаратов пищевых волокон

Предварительное выделение из злаков, вторичного растительного сырья или различных нетрадиционных растительных источников концентратов ПВ позволяет использовать их в виде очищенных препаратов. Сегодня на рынке пищевых ингредиентов представлено большое количество очищенных препаратов ПВ (табл. 2.5). Отмечая сравнительно высокую стоимость этих препаратов, следует учитывать, что во многих случаях она компенсируется высоким содержанием основного вещества, простотой использования препарата в технологическом процессе, а также снижением затрат, связанных с его хранением. Все это дает возможность регулировать цену обогащенных продуктов в рамках средних цен на определенные виды пищевых изделий. При этом, наряду с обогащением продукта, решается технологическая задача формирования необходимой консистенции или улучшения свойств продукта.

Таблица 2.5. Коммерческие препараты пищевых волокон, области их применения

Препарат пищевого волокна	Обогащенные продукты
1	2
Инулин BENEО™HR, GR ("ОРАФТИ"); инулинсодержащее сырье (ИСС) – ST, Synergy1, P95, L85; порошок инулина "Рафтилин-HP"	Печеные изделия, кекс "Серебряный ярлык", ржаной хлеб, бисквитный полуфабрикат, ржано-пшеничный заварной хлеб
Олигофруктоза BENEО™ P95 ("ОРАФТИ")	Печеные изделия, кекс "Серебряный ярлык", ржано-пшеничный заварной хлеб
Пищевые ПВ "Citri-Fi"	Кондитерские изделия, безглютеновый хлеб
Порошкообразная смесь разнообразных натуральных ПВ и растительных белков "SolaGrain"	Кондитерские и хлебобулочные изделия, напитки

1	2
Растительная клетчатка зерновых культур, плодов и овощей "Витацель"	Кондитерские и хлебобулочные изделия
Изолят β -глюкана из зерна ячменя Glucagel [®]	Хлеб и хлебобулочные изделия
Пшеничное волокно "Камецель FW 200"	Хлебобулочные изделия
Концентрированный инулинсодержащий экстракт "АНИ" из клубней топинамбура и кисло-молочного продукта "Нор Нарине"	Затяжное печенье
Резистентный крахмал "Hi-maize"	Хлеб и хлебобулочные изделия
Пребиотик растворимых бифидогенных ПВ Beneo [™] Synergyl – синбиотическая добавка	Вафельные изделия
Натуральное пищевое волокно EQUACIA [™]	Кондитерские и мучные кондитерские изделия
ПВ морских гидробионтов – БАД "Фуколам-С" и БАД "Изостерит"	Хлебобулочные изделия
Соевые ПВ "Фибрим"	Хлеб и хлебобулочные изделия
Модифицированная целлюлоза "Cescol-50000"	Хлеб пшеничный с отрубями, безглютеновый хлеб и хлебобулочные изделия
Гуммиарабик; аравийская камедь; камедь рожкового дерева; ксантановые слизи	Кондитерские и мучные кондитерские изделия, бисквитный полуфабрикат, хлеб подовый
Каррагинаны	Бисквитный полуфабрикат
Алигинаты Na и другие соли альгиновой кислоты	Бисквитный полуфабрикат, мучные изделия, лапша
Агар	Выпекаемые мучные изделия, лапша

В производстве хлебобулочных и кондитерских изделий наибольшее распространение получили очищенные препараты ПВ: инулин и фруктоолигосахариды, которые дополнительно обладают пребиотическими свойствами. Наиболее широко в производстве используют инулин и олигофруктозу торговой марки BENEО[™], производимые компанией "ОРАФТИ", содержащие ПВ соответственно 95 и 55...95 (% от сухого веса).

Доказана целесообразность применения инулина марок Beneo HP, Beneo GR и олигофруктозы Beneo P 95 при производстве ржано-пшеничного заварного хлеба функционального назначения, позволяющего значительно улучшить органолептические и физико-химические показатели, снизить упек и усушку, повысить выход хлеба. Исследование остаточного содержания инулина и олигофруктозы в изделии установило, что этот показатель связан со степенью полимеризации (СП) биополимеров. Целесообразней применять для обогащения хлеба ПВ инулин Beneo HP с СП не менее 23 гексозных единиц, а не инулин Beneo GR (СП 10...14) и Beneo P 95 (СП 2...8).

Установлено, что добавление препаратов инулина с различной степенью полимеризации фруктанов в количестве 2,5...7,5 % к массе пшеничной муки увеличивало продолжительность замеса и стабильность теста, но снижало уровень размягчения и водопоглощение по фаринографу. Уровень воздействия зависел от степени полимеризации инулина.

При сравнении физико-химических показателей качества изделий с внесением 3 % инулина марок Veneo HP, Veneo GR и олигофруктозы Veneo P 95 с показателями качества контрольного образца, установлено, что при внесении данных марок инулина и олигофруктозы наблюдается увеличение удельного объема хлеба на 22,9; 30,2 и 32,1 % соответственно. Пористость хлеба с внесением инулина увеличивается по сравнению с контрольным образцом на 9,7; 4,6 и 6,6 % соответственно, что связано с повышением удельного объема хлеба. При внесении инулина происходит снижение упека на 0,1; 2,0 и 1,5 % соответственно по сравнению с контрольным образцом. Усушка снижается на 1,0; 0,2 и 0,7 % соответственно. Выход хлеба с внесением инулина увеличивается на 5,0; 5,2 и 4,6 % по сравнению с выходом контрольного образца. Удовлетворение суточной потребности в пищевых волокнах при употреблении 100 г хлеба превышает во всех случаях на 30 %.

ПВ обладают интересными технологическими свойствами, позволяя получать продукты с пониженным содержанием жира и сахара. Установлено, что оптимальное количество инулина и олигофруктозы для замены жира и сахара при производстве песочного полуфабриката составляет 20 и 55 % соответственно; при производстве кекса "Серебряный ярлык" 10 и 45 % соответственно, что обеспечивает снижение энергетической ценности песочных изделий на 12 %, кексов – на 13 %.

"Citri-Fi" – цитрусовое диетическое волокно, которое извлекается из клеточного материала высушенной апельсиновой мякоти путем механической обработки без использования химических реагентов. Исследована возможность производства функциональных изделий, в которых в качестве функционального ингредиента используют ПВ "Citri-Fi". При дозировке "Citri-Fi" в рецептуру безглютенового хлеба – 0,9 % – хлеб имел больший удельный объем, был правильной формы, с более ярко окрашенной коркой, чем контрольный образец, а также обладал развитой мелкой однородной пористостью и более выраженным вкусом. Увеличение дозировки свыше 0,9 % приводит к ухудшению органолептических и физико-химических показателей безглютенового хлеба.

В качестве источника ПВ может быть использована пшеничная клетчатка "Витацель WF-60" фирмы "Могунция". Она содержит в своем составе 87 % нерастворимых ПВ и 2 % – растворимых ПВ. Водопоглотительная способность пшеничной клетчатки составляет 5,4 мл воды на 1 г ПВ. Введение ее в рецептуру позволяет снизить содержание сахара и жира, готовый продукт обладает меньшей энергетической ценностью в сравнении с контрольным образцом. При внесении ПВ в количестве 0,5...2,0 % к массе муки удельный объем хлеба увеличивается от 1,5 до 16 %. Показатели реологических свойств мякиша хлебобулочных изделий находятся в эмпирической зависимости к показателям (удельный объем, общая деформация сжатия мякиша) готовых изделий.

Перспективным источником ПВ являются соевые ПВ "Фибрим". В составе хлеба и хлебобулочных изделий ПВ благодаря высокой водосвязывающей и водоудерживающей способности обеспечивают выход

готового продукта, замедление процесса черствения и продление сроков хранения продукта, улучшают структуру мякиша.

Обсуждается возможность выработки хлеба из теста, в котором 1...5 % пшеничной муки заменено карбоксиметилцеллюлозой (КМЦ). Исследования влияния негидратированной (НГКМЦ) и гидратированной карбоксиметилцеллюлозы (ГКМЦ) при дозировке 0,5 % к массе муки показывают, что общая деформация сжатия увеличивается при хранении с добавлением НГКМЦ с 1,5 % (1 сутки) до 76,2 % (7 сутки), а с ГКМЦ – с 6,7 % до 170,6 %. Остаточная деформация сжатия также увеличивается при хранении готовых изделий с внесением НГКМЦ – с 15 % (1 сутки) до 91,6 % (7 сутки), а с ГКМЦ – с 21,8 % до 213,2 %. С внесением КМЦ образцы мякиша лучше сжимаются и легче восстанавливают обратно первоначальную форму при снятии деформирующей нагрузки. С использованием КМЦ хлеб отличается большей мягкостью в течение всего срока хранения.

Препарат КМЦ "Сесол-50000" является эффективной добавкой при производстве безглютенового хлеба на основе крахмала. Набухший гель КМЦ обволакивает крахмальные и белковые компоненты теста и создает определенную структуру, наличие которой способствует удержанию некоторого количества диоксида углерода, образующегося за счет брожения. Применение "Сесол-50000" открывает широкие возможности для направленного конструирования рецептуры изделий из безклейковинного сырья.

В последнее время повысился спрос на продукты питания морского происхождения. В связи с этим встал вопрос о перспективе применения продуктов комплексной переработки гидробионтов.

Пищевая БАД "Изостерит" – уникальный низкометоксилированный пектин, выделяемый из морских трав семейства *Zosteraceae*, *Laminaria* (морской пектин). Анализ влияния БАД "Изостерит" показывает, что при её добавлении улучшаются хлебопекарные свойства муки и органолептические показатели готового хлеба. Возрастает газообразующая способность муки вследствие частичного разрушения пектина под действием пектолитических ферментов. Внесение пектина не оказывало влияния на влажность и кислотность хлеба.

Биодобавка "Фуколам" представляет собой полисахариды, выделенные из отходов переработки дальневосточной бурой водоросли фукуса. Установлено, что при внесении добавки "Фуколам", улучшились органолептические показатели хлебобулочных изделий, такие как пористость, упругость, состояние поверхности хлеба, увеличился удельный объем, высота и формоустойчивость. Количество клейковины возросло по сравнению с контролем на 13,4 %, также увеличивается скорость подъема теста и повышается газообразование (количество дрожжевых клеток через 3 ч брожения увеличилось на 3,3 % по сравнению с контрольным образцом). При определении подъемной силы дрожжей установлено, что при внесении добавки в количестве 0,05 % подъемная сила составила 26 мин, 0,1 % – 21 мин, 0,15 % – 19 мин, контроль – 29 мин, т. е. время брожения сократилось на 3...10 мин.

Использование "Фуколама" в производстве хлебобулочных изделий позволило повысить не только их пищевую ценность за счет обогащения макро- и микроэлементами, витаминами, белковыми веществами и ПВ, т.е. создать продукт с заданными лечебно-профилактическими свойствами, но и повысить качество готового изделия.

2.5. Функциональные хлебобулочные изделия с использованием микронутриентов

Анализ объемов производства и потребления хлеба, изменений структуры ассортимента вырабатываемых изделий, их пищевой ценности свидетельствует об уменьшении поступления микронутриентов (витаминов и минеральных веществ) с одним из массовых продуктов питания, каковым является хлеб и хлебобулочные изделия, вследствие чего этот продукт утрачивает свою роль основного источника витаминов группы В и ряда минеральных веществ (кальция, железа, йода) в питании населения России. Все это подчеркивает необходимость направленного регулирования химического состава хлебобулочных изделий с целью получения продукта с более высоким содержанием микронутриентов и с более сбалансированным их соотношением.

Основами государственной политики РФ в области здорового питания населения на период до 2020 года, утвержденными распоряжением Правительства РФ от 25.10.2010 N 1873-р, предусмотрено увеличение доли производства продуктов массового потребления, обогащенных витаминами и минеральными веществами, включая массовые сорта хлебобулочных изделий до 40...50 % общего объема производства.

В России накоплен положительный опыт обогащения пищевых продуктов, в т.ч. и хлебобулочных изделий, витаминами, макро- и микроэлементами с целью улучшения пищевого статуса населения (предотвращения возникновения или исправления имеющегося в организме человека дефицита).

Решение задачи повышения содержания микронутриентов в хлебе может быть достигнуто следующими мероприятиями:

- селекционная работа;
- полное использование витаминов и минеральных элементов самого зерна (увеличение выхода муки, применение зародыша и отрубей);
- витаминизация муки на мелькомбинатах;
- организация технологического процесса помола зерна;
- приготовление хлеба, направленное на максимальное сохранение витаминов сырья;
- обогащение хлеба микронутриентами в процессе его приготовления на хлебопекарных предприятиях.

2.5.1. Обогащение муки микронутриентами

Одним из наиболее распространенных способов обогащения хлеба микронутриентами, принятым в большинстве стран мирового сообщества, является обогащение ими пшеничной муки на мельзаводах.

Обязательное обогащение муки практикуется во всем мире. Низкая цена и простота технологии делают этот метод одним из наиболее приемлемых для борьбы с недостаточностью питательных микроэлементов. Количество витаминов, добавляемых к обогащаемым продуктам, регламентируется государственными законами, указывается на индивидуальной упаковке и строго контролируется органами государственного надзора.

Наша страна была первым государством в мире, которое пошло путем обогащения пшеничной муки на мельничных предприятиях. Уже в 1939 г. в 47 городах СССР было организовано обогащение пшеничной муки высшего и первого сортов тремя витаминами – В₁, В₂ и В₃. В последующие годы производство витаминизированной пшеничной муки в нашей стране существенно сократилось (не более 18 % от общего количества выпускаемой пшеничной муки высшего и первого сортов). К началу XXI столетия витаминизация муки на мельничных предприятиях практически прекратилась, а на хлебозаводах вовсе не осуществлялась.

В настоящее время обогащение витаминами муки на мелькомбинатах требует установки нового дорогостоящего оборудования и серьезного изменения существующих технологических схем. Кроме того, установлено, что обогащение муки железом и витаминами в условиях мельничного предприятия сопровождается существенными дополнительными потерями витаминов, составляющими 16,3 % для В₃, 8,5 % В₂ и 19,4 % В₁ по сравнению с потерями, возникающими в условиях хлебопекарного предприятия при внесении витаминов в муку непосредственно при замесе теста.

В изменившихся экономических условиях крупные мельничные предприятия не располагают достаточными средствами на закупку дорогостоящего автоматического оборудования, чтобы равномерно вносить витамины в муку при непрерывном производстве. В сочетании с постоянным расширением сети мини-пекарен данные факторы способствовали возникновению необходимости в обогащении хлеба микронутриентами непосредственно на хлебопекарных предприятиях.

При этом наиболее рациональным и технологичным способом внесения в пищевые массы витаминов является обогащение хлеба на хлебопекарных предприятиях путем использования предварительно приготовленных витаминно-минеральных премиксов или капсулированных препаратов, содержащих пищевой носитель.

Для достижения максимальной эффективности при обогащении пищевых продуктов полезно руководствоваться следующими критериями:

- добавляемый микронутриент должен быть биологически доступен и стабилен в продукте, служащем его носителем;
- добавление микронутриента не должно отрицательно сказываться на потребительских свойствах (вкус, цвет, сохраняемость формы);

- для обеспечения максимальной сохранности добавляемых микронутриентов должны использоваться их высокотехнологичные и стабильные формы.

Разработаны нормы рекомендуемых уровней внесения микронутриентов для обогащения муки и хлебобулочных изделий (табл. 2.6).

Таблица 2.6. Величины обогащения витаминами и железом муки и хлебобулочных изделий

Наименование показателя	Норма
Содержание витаминов в обогащенной пшеничной муке высшего и первого сорта мг/кг:	
В ₁ ,	4,5...8,0
В ₂ ,	2,0...3,0
В ₃ ,	4,5...8,0
В ₆ ,	0,4...0,8
фолиевая кислота,	40...70
аскорбиновая кислота (в качестве технологической добавки)	16...24
Регламентируемое содержание витаминов в обогащенном хлебе и хлебобулочных изделиях из пшеничной муки высшего и первого сорта, мг/100 г:	
В ₁ ,	0,3..0,5
В ₂ ,	0,15...0,25
В ₃ ,	3,0...5,0
В ₆ ,	0,3...0,5
фолиевая кислота	0,03...0,06
Количество вносимого железа в муку высшего и первого сорта, мг/кг муки	30...40
Содержание железа в хлебе и хлебобулочных изделиях из муки высшего и первого сорта, мг/100 г	3...4

*Нормы рекомендованы главным государственным санитарным врачом (Постановление №148 от 16 сентября 2003 г.)

2.5.2. Обогащение хлебобулочных изделий витаминами группы В

Существенное уменьшение поступления витаминов группы В с хлебобулочными изделиями, некомпенсируемое каким-либо увеличением их потребления за счет других источников, является одной из важных причин массового распространения недостаточной обеспеченности этими витаминами, о чем свидетельствуют результаты регулярных обследований питания и пищевого статуса различных групп детского и взрослого населения России, проводимые ФГБУ "Научно-исследовательский институт питания" РАМН. Недостаток витаминов группы В в настоящее время имеет место у 30–70 % обследованных лиц и встречается значительно чаще, чем недостаточность витаминов С, А и Е.

Таким образом, проведенный анализ обеспеченности населения витаминами показывает, что обогащать продукты массового потребления в первую очередь следует витаминами группы В.

В настоящее время мука во многих странах мира обогащается витаминами группы В. При этом намечается переход от старого принципа витаминизации муки, к дополнительному обогащению хлеба микронутриентами непосредственно на хлебопекарных предприятиях.

В России для изделий профилактического назначения (булка "Шахтерская витаминизированная", "Хлеб пшеничный витаминизированный") в рецептуры включаются повышенные дозы витаминов В₁, В₂ и В₃, а также эти изделия обогащаются витамином В₆. Технология обогащения муки начинается с приготовления смеси добавляемых питательных микроэлементов (табл. 2.7).

Таблица 2.7. Пример смеси микронутриентов

Питательный элемент	Уровень мг на 1 кг муки	Вид соединения	Грамм на 1 кг смеси
Витамин В ₁	4,45	Тиамин мононитрат	61,8
Витамин В ₂	2,65	Рибофлавин	36,9
Витамин В ₃	36,62	Никотинамид	494,7
Железо	30,2	Железо (II)	406,6

Преимущество использования смеси перед добавлением единичных микронутриентов состоит в том, что это позволяет гарантировать правильную концентрацию микронутриентов и их равномерное распределение в пищевой массе.

Также разработаны технологии применения витаминов В₁, В₂, В₃ и др. путем введения их в полуфабрикаты определенного состава (например, содержащие молочную сыворотку, пшеничную муку, растительное масло), что снижает потери витаминов.

Установлено, что добавление смеси витаминов группы В при всех способах тестоприготовления улучшает качество хлеба по физико-химическим и органолептическим показателям.

2.5.3. Обогащение хлебобулочных изделий витамином С

Доля лиц, недостаточно обеспеченных витамином С, в последние годы достоверно снижается. Несмотря на это дефицит витамина С выявляется у 60...80 % обследуемых людей.

В настоящее время за рубежом проводится С-витаминизация хлеба и разрабатываются способы сохранения активности аскорбиновой кислоты.

Перспективным считается способ внесения аскорбиновой кислоты в тесто в виде микрокапсул, которые получают смешиванием измельченной аскорбиновой кислоты с расплавом пищевого масла (рапсового, соевого, хлопкового, арахисового) и гранулированием в потоке холодного воздуха. Гранулы смешивают с крахмалом и добавляют в количестве 0,1 % к массе муки. При этом наблюдается увеличение сохранности капсулированного витамина С в 3...4 раза по сравнению с необработанным.

В России и ряде других стран получены стабильные химические формы аскорбиновой кислоты, которые предложено использовать для обогащения хлебобулочных изделий витамином С: соли б-ацетилированных эфиров

L-аскорбиновой и D-изоаскорбиновой кислот и жирорастворимые производные аскорбиновой кислоты (6-пальмитоил-L-аскорбиновая кислота). При использовании этих добавок отмечается 80 % сохраняемость витаминной активности в выпеченных изделиях.

2.5.4. Обогащение хлебобулочных изделий β-каротином

В технологиях приготовления хлебобулочных изделий возможно использование водорастворимых (препараты "Циклокар", "Веторон") и жирорастворимых (0,2 % раствор, 30 % суспензия) препаратов β-каротина. Для получения максимальной сохранности β-каротина предпочтительней использовать масляные формы этого провитамина.

Обогащение хлебобулочных изделий осуществляется 0,2 % раствором β-каротина в растительном масле в количестве 1,6 % к массе муки взамен части жира, предусмотренного рецептурой. Установленная дозировка позволяет получать готовые изделия с содержанием β-каротина 1,0...1,5 мг на 100 г продукта, что обеспечивает удовлетворение суточной потребности человека в этом микронутриенте.

Наибольший эффект получен при использовании водорастворимого препарата "Циклокар" в дозировке β-каротина 3 мг/100 г хлеба, а также масляного раствора β-каротина в дозировке 2...3 мг препарата на 100 г хлеба.

При обогащении хлебобулочных изделий β-каротином целесообразно готовить их из пшеничной муки высшего и первого сорта. При добавлении β-каротина в ржано-пшеничный хлеб наблюдаются значительные потери микронутриента вследствие его неустойчивости в кислой среде.

2.5.5. Обогащение хлебобулочных изделий витамином E

Хлебобулочные изделия, как продукты массового потребления, могут рассматриваться в качестве носителя для обогащения их витамином E. Разработан способ использования микрокапсулированного витамина E, содержание которого в препарате составляет 50 %. Исходя из рекомендуемого НИИ питания РАМН содержания витамина в изделиях и состава препарата, минимальной дозировкой его является 0,07 % от массы муки. Установлено улучшение качества хлебобулочных изделий при внесении препарата витамина E.

К изделиям с повышенным содержанием витамина E можно отнести булку "Бирюлевскую" и хлебобулочные изделия "Витазар". Эти изделия вырабатываются с использованием стабилизированного зародыша пшеницы или биологически активной добавки "Витазар".

2.5.6. Обогащение хлебобулочных изделий кальцием

Содержание кальция в хлебе очень мало – 20...30 мг в 100 г (рекомендуемая норма потребления кальция 1000 мг в сутки соответствует 3...5 кг хлеба), поэтому этот продукт нуждается в обогащении указанным минеральным компонентом.

Усвояемость кальция максимальна при соотношении с фосфором не менее 1:1. В хлебе ржаном это соотношение составляет 1:4, в белом пшеничном 1:3. Поэтому, прежде всего, следует обогащать хлебобулочные изделия из муки пшеничной высшего сорта и довести содержание кальция в них не менее чем до 50 мг в 100 г продукта.

Для обогащения продуктов питания доступны различные соли кальция, такие как карбонат, фосфат, цитрат, лактат и глюконат кальция. Наиболее биодоступными являются кальциевые соли органических кислот.

Для обогащения хлеба используется в основном карбонат кальция – пищевой мел, который вносят в муку или в молочно-кислую закваску в процессе тестоприготовления. Разработаны технологии, повышающие усвояемость кальция на полуфабрикатах, содержащих молочную кислоту. В такой закваске 50...70 % мела переходит в форму лактата кальция, легко усвояемого организмом человека.

К этой группе хлебобулочных изделий относятся хлеб "Отрубной с кальцием", батон и булка, обогащенные кальцием, а также детские булочки "Лада", "Аппетитная". Во все эти изделия кальций добавляют в виде пищевого мела в количестве 0,5...1,0 %.

Для обогащения хлебобулочных изделий используется также глюконат кальция – кальциевая соль глюконовой кислоты. При внесении глюконата кальция в количестве до 0,3...0,5 % к массе муки на стадии замеса теста улучшается качество хлеба.

Установлено, что из всех кальциевых солей наиболее высокой биодоступностью обладает цитрат кальция. Он всасывается независимо от уровня кислотности желудочного сока, сочетает хорошую биодоступность с высоким содержанием кальция (21,1 %), приятным вкусом и отсутствием постороннего запаха. Разработан улучшитель "Пектиновая смесь" с цитратом кальция, введение которого в количестве 250 г на 100 кг муки позволяет обеспечить содержание кальция в 100 г хлебобулочного изделия из муки высшего сорта не менее 50 мг. Разработан ассортимент хлебобулочных изделий с данной добавкой: булочки "Крепыш", "Калорийная", "Любительская", "Обыкновенная".

Недостаток в составе хлеба кальция можно восполнить, применяя сухое обезжиренное молоко, в котором кальций находится в наиболее усвояемой форме.

2.5.7. Обогащение хлебобулочных изделий йодом

По данным ФБУ "Эндокринологический научный центр" Министерства здравоохранения РФ, в настоящее время на всей территории РФ сохраняется йодный дефицит легкой и средней тяжести. Недостаточное потребление этого микронутриента женщинами детородного возраста является причиной мозговых нарушений, связанных с дефицитом йода, практически у 315 тысяч новорожденных.

Одним из наиболее эффективных способов ликвидации йододефицитных состояний является использование йодсодержащих добавок, прежде всего

йодированной поваренной соли, в производстве продуктов массового потребления, в том числе хлебобулочных изделий.

Правительством РФ принято постановление от 5 октября 1999 г. № 1119 "О мерах по профилактике заболеваний, связанных с дефицитом йода", цель которого – добиться йодирования пищевой соли, хлебобулочных изделий и других пищевых продуктов. В настоящее время в стране разработана нормативная документация на "Хлеб йодированный" ТУ 9110-241-057-47152-98 и батон "Нарезной йодированный" ТУ 9115-335-057-47152-00. В качестве сырья (носителя йода) используются йодированная соль, йодированные дрожжи, йодказеин и другие йодсодержащие добавки.

На основании проведенных исследований разработаны и утверждены в установленном порядке "Указания к рецептурам на хлебобулочные изделия по взаимозаменяемости сырья" (Москва, 1998 г.), в соответствии с которыми соль пищевая йодированная с содержанием йода (45 ± 15) мкг/г соли может использоваться взамен обычной поваренной соли при производстве хлебобулочных изделий. При использовании высокостабильной соли, йодированной KIO_3 , с содержанием йода (45 ± 15) мкг/г, получают готовые изделия с содержанием йода 20...35 мкг/100 г хлеба, что обеспечивает поступление 30...50 % среднесуточной нормы потребления этого микронутриента с 250 г хлеба.

НИИ питания РАМН разработаны рекомендации по использованию йодированных хлебопекарных дрожжей.

Научно-техническим советом Минсельхоза России для создания специализированных продуктов лечебно-профилактического назначения признаны перспективными добавками йодированные белки. Обогащение хлеба и хлебобулочных изделий йодированным белком проводится за счет применения добавок "Йодказеин" и "Йоддар".

"Йодказеин" представляет собой йодированный молочный белок казеин. Это порошок желтовато-коричневого цвета с легким запахом йода. Расход "Йодказеина" составляет 5 г на 1 тонну хлеба и хлебобулочных изделий. "Йодказеин" дозируется на стадии замеса теста в количестве, обеспечивающем 50 % потребности взрослого человека в йоде при употреблении 300 г изделия.

Технология использования добавки "Йодказеин" при выработке хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки на жидких заквасках отработана на предприятии ЗАО "Хлебокомбинат" г. Калуга.

Йодированные белки "Йоддар" – аналоги обычных йодированных белков – выпускают нескольких видов: на основе молочных, яичных и соевых белков. "Йоддар" выпускается в виде белкового раствора, стабилизированного консервантами; он полностью готов к употреблению. Расход составляет 50...80 мл раствора на 1 тонну муки. При приготовлении теста "Йоддар" вносится с водой, солевым, сахарным растворами или дрожжевой суспензией. В ГОСНИИ хлебопекарной промышленности разработана нормативная документация на ряд хлебобулочных изделий, при производстве которых может быть использован "Йоддар".

Белгородским ОАО "Колос" освоен выпуск хлеба профилактического назначения "Белгородский с морской капустой". Однако использование растительного сырья для обогащения хлеба йодом не гарантирует нормированного потребления йода с хлебопродуктами. Содержание йода в водорослях сильно варьируется от 5 до 900 мг на 1 г сухого вещества. Требуется жесткий контроль содержания в сырье из водорослей токсических элементов и опасных химических соединений. Такое йодсодержащее сырье изменяет стандартные характеристики готового продукта.

2.5.8. Обогащение хлебобулочных изделий железом

Одним из важнейших микронутриентов является железо, различные формы недостаточности которого (предлатентный дефицит железа, латентный дефицит железа, железодефицитная анемия) по обобщенным данным среди отдельных групп населения выявляются в 2...60 % случаев. В этих условиях целесообразным и эффективным путем улучшения обеспеченности населения России алиментарным железом, путем, по которому идет большинство стран мира, является дополнительное обогащение им пшеничной муки высшего и первого сорта, хлеба и хлебобулочных изделий, выпеченных из этой муки.

Правительством РФ принято постановление от 16 сентября 2003 г. № 148 "О дополнительных мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом железа в структуре питания населения", цель которого добиться обогащения пшеничной муки высшего и первого сорта, хлеба и хлебобулочных изделий, произведенных из этой муки, алиментарным железом и витаминами.

Нормируемые уровни обогащения хлебобулочных изделий для питания дошкольников и школьников устанавливают специальные разделы СанПиН 2.3.2.1078-01 "Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов", утвержденные Постановлением главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 14.11.2001 N 36, и Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утвержденные Решением Комиссии таможенного союза от 28.05.2010 N 299.

В качестве железосодержащих препаратов, препятствующих возникновению анемии, рекомендуется использовать серно-кислое железо двухвалентное (например, сульфат железа в количестве 0,0034 % к массе муки), сухую белковую смесь, полученную из боенской крови (содержание железа составляет 94 мг%) и др. Усвояемость железа организмом человека увеличивается при внесении его в тесто с аскорбиновой кислотой, витаминсодержащими препаратами, а также при внесении в молочно-кислые закваски. Разработаны технологии, повышающие биосвояемость железа за счет введения витаминсодержащих продуктов (пшеничная зародышевая мука или хлопья), витаминно-минеральных смесей.

Однако следует иметь в виду, что в дополнительном обогащении рациона железом нуждаются только дети и женщины детородного возраста. В то же время, здоровые взрослые мужчины, как правило, достаточно обеспечены железом. Более того, избыточное потребление этого микроэлемента для них

может повышать риск онкологических заболеваний. В этой связи нежелательно включать данные хлебобулочные изделия в торговую сеть для всего населения.

При обогащении хлебобулочных изделий минеральными веществами существенной проблемой является то, что водорастворимые соединения железа (прежде всего семиводное серно-кислое железо), широко используемые в связи с их дешевизной, легко подвергаются окислительно-восстановительным превращениям, вызывая прогоркание муки, ее порчу при хранении и значительное разрушение ряда витаминов. Этих недостатков лишены препараты редуцированного электролитического железа, которые широко используются за рубежом для обогащения пшеничной муки. Однако эти препараты являются нерастворимыми или труднорастворимыми соединениями, что в процессе приготовления хлеба создает проблемы с достижением равномерного распределения микронутриентов по массе продукта.

Установлено также, что использование 1 % сухой белковой смеси в рецептуре пшеничного хлеба позволяет получить продукт с высоким содержанием гемового железа, с показателями биологической ценности не ниже, чем у традиционных изделий, а также с хорошими органолептическими свойствами.

2.5.9. Обогащение хлебобулочных изделий фтором и селеном

Фторирование хлебобулочных изделий может осуществляться за счет использования хлебопекарными предприятиями фторированной поваренной соли, фторированной воды.

При выработке специальных изделий, предназначенных для лечебно-профилактического питания, вносится строго дозированное количество фторида натрия из расчета, что 200...300 г таких изделий обеспечивают 5 % суточной потребности фтора, т.е. около 0,5 мг.

Обогащение хлеба и хлебобулочных изделий селеном осуществляется прямым внесением микроэлемента на стадии производства. Разработана и утверждена техническая документация на булку "Городскую с селеном" (ТУ 9115-066-02068315-07) и сдобную булочку "Селена" (ТУ 9116-067-02068315-07). Обогащенные изделия внедрены в производство на ОАО "Первый хлебокомбинат" (г. Челябинск).

По результатам проведенных исследований было выявлено, что наиболее оптимальными дозировками селена для обогащения хлебобулочных изделий являются начальные концентрации микроэлемента в количествах 50 и 100 мкг/100 г изделия, т.к. именно они способствовали:

- улучшению подъемной силы хлебопекарных прессованных дрожжей;
- наибольшему сокращению продолжительности брожения теста;
- сохранению потребительских свойств выпеченных изделий в процессе хранения на более высоком уровне;
- увеличению удельного объема и формоустойчивости исследуемых образцов, что положительно повлияло на их качество;
- наибольшей сохранности микроэлемента в процессе выпечки и хранения изделий, обеспечивая необходимый уровень обогащения.

Также предложен перспективный способ обогащения хлебобулочных изделий селеном путем использования селеносодержащих дрожжей.

Разработана технология производства хлебобулочных изделий функционального назначения, обогащенных эссенциальными микроэлементами фтором и селеном, путем введения водорастворимых минеральных солей, а также за счет использования селенированных термоинактивированных дрожжей.

2.5.10. Обогащение хлебобулочных изделий витаминно-минеральными премиксами

Наиболее рациональным и технологичным способом внесения в пищевые массы витаминов является обогащение хлеба предварительно приготовленными витаминно-минеральными премиксами или капсулированными препаратами, содержащими пищевой носитель. Использование высококачественных витаминно-минеральных премиксов имеет ряд преимуществ по сравнению с использованием отдельных микронутриентов:

- ✓ упрощение технологических расчетов и процесса взвешивания премикса вместо отдельных витаминных и минеральных субстанций;
- ✓ равномерность распределения витаминов и минеральных веществ по массе продукта;
- ✓ точность дозирования микронутриентов и возможность осуществления аналитического контроля за их содержанием по одному из компонентов премикса;
- ✓ высокая сохранность внесенных субстанций.

Согласно постановлению главного государственного санитарного врача РФ № 9 "О дополнительных мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом микронутриентов" от 05.03.2004 г. организациям и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим производство хлеба и хлебобулочных изделий, рекомендовано включать в рецептуры витаминно-минеральные премиксы, допущенные к использованию Минздравом России.

Руководителям образовательных и оздоровительных учреждений рекомендовано осуществлять с 01.05.2004 г. замену обычного хлеба и хлебобулочных изделий на хлеб и хлебобулочные изделия, обогащенные витаминно-минеральными премиксами.

В соответствии с постановлением главного государственного санитарного врача РФ компанией ЗАО "Валетек Продимпэкс" была разработана серия витаминно-минеральных премиксов "Валетек" для хлебобулочных, мучных кондитерских изделий и других продуктов, состав которых приведен в табл. 2.8. Премиксы "Валетек" для хлебобулочных изделий представляют собой сухие сыпучие порошкообразные смеси, содержащие витамины В₁, В₂, В₆, РР, фолиевую кислоту, железо и кальций (в разных соотношениях); в качестве носителя используется пшеничная мука или сахарная пудра.

Добавление премиксов "Валетек" в тесто при его замесе не оказывает влияния на вкус изделий, улучшает цвет и пористость хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, обеспечивая адекватный уровень потребления витаминов, и полностью исключает возможность их передозировки.

Таблица 2.8. Состав витаминно-минеральных добавок для хлеба, хлебобулочных, мучных кондитерских изделий и зерновых завтраков

Витамины и минеральные вещества	Регламентируемое содержание в премиксах, г/100 г				
	Валетек-1	Валетек-2	Валетек-5	Валетек-7	Валетек-8
Витамин С	15,0		3,75	9,5	
Витамин В ₁	0,35	0,075	0,09	0,14	0,09
Витамин В ₂	0,2	0,04	0,055	0,09	0,055
Витамин В ₆	0,5		0,133	0,23	0,133
Витамин РР	4,5	0,64	1,15	2,0	1,15
Фолиевая кислота	32,0 мг		8,5 мг	10,0 мг	8,5 мг
Витамин А				0,33 млн МЕ	
Железо	2,0	0,45	0,35	1,0	0,35
Кальций			22,0	25,0	19,2
Обогащаемые продукты	Вафли, печенье	Хлеб, хлебобулочные изделия, печенье	Вафли, печенье, шоколадные пасты	Каша б/п., зерновые хлопья	Хлеб, хлебобулочные изделия, печенье

Премиксы "Валетек" высокотехнологичны, удобны в употреблении, особенно при порционном приготовлении теста для хлеба, булочек, сдобных изделий. Обогащение хлебобулочных изделий витаминно-минеральными премиксами обеспечивает дополнительное поступление с 300 г продукта витаминов группы В и железа в количестве 40...60 %, а кальция 25...30 % от рекомендуемой физиологической нормы потребления этих микронутриентов.

Высокая сохранность витаминов при обогащении хлебобулочных изделий и зерновых завтраков премиксами "Валетек" обусловлена тем, что в их рецептуры все витамины входят в водорастворимых формах, стабильность которых при технологической обработке максимальна. Премиксы "Валетек" нашли широкое применение на ряде пищевых предприятий России при выработке хлеба "Крестьянский", булочных изделий "Студенческие", хлеба "Зерновой" и хлеба "Здравный".

Также для обогащения хлебобулочных изделий используют премикс "Колосок", разработанный компанией ЗАО "Валетек Продимпэкс" (табл. 2.9). Премикс "Колосок" представляет собой сыпучую порошкообразную смесь, хорошо растворимую в воде, солевом или сахарном растворе. Рекомендуемая дозировка добавки (25 г на 100 кг муки) обеспечивает (с учетом технологических потерь) содержание железа и витаминов в 100 г готового продукта, соответствующее рекомендуемым главным государственным санитарным врачом величинам (табл. 2.6).

Таблица 2.9. Физико-химические показатели и содержание железа и витаминов в хлебобулочных изделиях "Колосок"

Показатель	Норма для батона "Колосок" из пшеничной муки	
	высшего сорта	первого сорта
Влажность мякиша, % не более	42,0	42,0
Кислотность мякиша, град. не более	2,5	3,0
Пористость мякиша, % не менее	73,0	68,0
Массовая доля сахара в пересчете на сухое вещество, %	4,2±1,0	4,2±1,0
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	2,9±0,5	3,0±0,5
Массовая доля витамина В ₁ , мг/100 г, не менее	0,45	0,50
Массовая доля витамина В ₂ , мг/100 г, не менее	0,20	0,22
Массовая доля витамина РР, мг/100 г, не менее	4,0	4,5
Массовая доля витамина В ₆ , мг/100 г, не менее	0,40	0,42
Массовая доля фолиевой кислоты, мг/100 г, не менее	0,040	0,043
Массовая доля железа, мг/100 г, не менее	3,5	4,0

В настоящее время разработан широкий ассортимент хлебобулочных изделий, обогащенных премиксом "Колосок": хлеб "Колосок" из пшеничной муки с витаминами и железом (ТУ 9114-436-05747152-04) и изделия булочные "Колосок" с витаминами и железом (ТУ 9114-435-05747152-04).

Употребление 300 г хлебобулочных изделий обеспечивает 60...80 % рекомендуемой суточной потребности взрослого человека в витаминах В₁, В₂, В₆, РР, фолиевой кислоте и железе.

ООО "Мир биотехнологий НПО" предлагает производителям новые разработки хлебобулочных и кондитерских изделий на основе витаминно-минеральных смесей "Флагман", "Флагман-1", включающих в себя витамины В₁, В₂, В₆, В₁₂, РР, Е, фолиевую кислоту, микроэлемент железо. Премикс "Флагман" содержит дополнительно β-каротин. Оптимально подобранный витаминный и минеральный состав наиболее полно устраняет дефицит микронутриентов в организме человека.

Производством ЗАО "Класъ" для обогащения хлебобулочных изделий разработана витаминно-минеральная добавка "Витэн". Из расчета суточного потребления человеком 350 г хлеба поступление витамина В₁ за счёт хлеба из муки высшего сорта, обогащенного добавкой "Витэн", составит 29 % от суточной потребности, витамина В₆ – 29 %, йода – 80,5 %, цинка – 11,5 %, магния – 30 %, кальция – 12 %, а из муки первого сорта витамина В₁ – 43 %, В₆ – 27 %, йода – 85 %, цинка – 19 %, магния – 45 %, кальция – 15,7 %.

2.6. Функциональные хлебобулочные изделия, обогащенные полиненасыщенными жирными кислотами

Основная часть жиров вносится в хлебобулочные изделия в соответствии с рецептурой. Объем использования жиров в производстве хлеба превышает 200 тыс. тонн в год.

В хлебопекарной промышленности нашей страны используются различные жиры и масла растительного и животного происхождения, а также разнообразные жировые продукты.

Жиры растительного происхождения – один из основных источников полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). Наиболее широко для производства хлебобулочных изделий применяют следующие виды растительных масел: подсолнечное, соевое, кукурузное, горчичное.

В нашей стране проблема осложняется абсолютным доминированием масла только одной культуры – подсолнечника. Подсолнечное масло не сбалансировано по основным кислотам, соотношение кислот ω -6: ω -3 в нем составляет 830:1. Вследствие этого наблюдается избыточное потребление одних жирных кислот и дефицит других.

Наиболее простым и экономичным в технологическом отношении способом создания сбалансированных масел является смешивание (купажирование) различных по составу масел между собой.

Примеры купажей растительных масел с соотношением кислот ω -6: ω -3, равным 10:1, и их жирно-кислотный состав приведены в табл 2.10.

Таблица 2.10. Жирно-кислотный состав купажированных масел

Состав ПНЖК, отн, %	Образцы купажированных масел								
	Подсолнечное + рапсовое =45+55	Подсолнечное + соевое =32+68	Кукурузное + соевое =40+60	Кукурузное + рапсовое =56+44	Подсолнечное + соевое + рапсовое =46+10+44	Подсолнечное + соевое + кукурузное =15+65+20	Подсолнечное рыжиковое =84,9+15,1	Подсолнечное рыжиковое =84+16	Подсолнечное + льняное + масло зарод. пшеницы =87,5+11+1,5
Линолевая ω -6	40,5	58,3	54,2	38,7	44,5	56,1	56,2	61,2	63,4
Линоленовая ω -3	4,2	5,7	5,4	3,8	4,2	5,6	5,6	6,1	6,3
ω -6 : ω -3	9,6:1	10,1:1	10,1:1	10,1:1	10,5:1	9,9:1	10:1	10:1	10:1

Рецептуры многих видов хлебобулочных изделий предусматривают широкое использование маргаринов.

В рецептуры маргаринов входят в основном твердые жиры. Их наличие и количество определяют различия в температурах плавления и пластичности различных видов маргаринов. Твердые жиры получают путем гидрирования непредельных жирных кислот растительных масел, в результате чего в них

возрастает содержание трансизомеров жирных кислот. Их влияние на здоровье человека большинством ученых считается негативным.

В последние годы на многих предприятиях по производству маргаринов используются новые ферментативные технологии, не допускающие трансизомеризации жирных кислот в составе маргаринов.

На сегодняшний день основные перспективы создания функциональных хлебобулочных изделий с использованием эмульсионных жировых продуктов связаны со спредами.

Преимущества спредов связаны с неограниченными возможностями в области изменения жировой основы и возможностью введения в их состав различных ФПИ. Все это создает основу для разработки ассортимента хлебобулочных изделий с использованием спредов.

Преимущества использования спредов для кондитерских и хлебобулочных изделий:

- улучшение качественных характеристик готового продукта: намокаемость, пористость, рассыпчатость;
- равномерная структура мякиша с тонкостенными порами и гладкой поверхностью изделия;
- увеличение сроков годности готовых изделий;
- увеличение выхода готовой продукции за счет удержания максимально допустимой влаги в продукции без ухудшения качественных характеристик;
- создание готовых изделий с высокими вкусовыми качествами и стабильностью в течение всего срока годности.

Оптимальное соотношение линолевой и линоленовой кислот, равное 10:1, имеют спреды с 50 % заменой молочного жира жировыми системами "СОЮЗ". При большей степени замены молочного жира лучшими показателями обладают спреды, выработанные с применением жировых систем "СОЮЗ 60" и "СОЮЗ 54" (табл. 2.11).

Таблица 2.11. Содержание линолевой и линоленовой кислот в жировой фазе спредов

Жировые системы	Спреды			
	молочный жир: жировая система	линолевая кислота (ω-6), %	линоленовая кислота (ω-3), %	соотношение ω-6: ω-3
1	2	3	4	5
"СОЮЗ 60"	50:50	11,7	1,2	9,8:1
	30:70	15,1	1,3	11,6:1
"СОЮЗ 52 L"	50:50	8,9	0,9	9,9:1
	30:70	11,1	0,9	12,3:1
"СОЮЗ 53"	50:50	11,2	1,1	10,2:1
	30:70	14,4	1,1	13,1:1
"СОЮЗ 54"	50:50	10,8	1,1	9,8:1
	30:70	13,9	1,2	11,6:1

Марки спредов рекомендуемые для хлебопечения: "СОЮЗ 50", "СОЮЗ 52", "СОЮЗ 52 L", "СОЮЗ 53", "СОЮЗ 102", "СОЮЗ 103", "СОЮЗ 107". Вся продукция Корпорации "СОЮЗ" полностью соответствует европейским нормативам по содержанию трансизомеров. Таким образом, использование в хлебопечении спредов на основе жировых систем "СОЮЗ" позволит повысить функциональные свойства хлебобулочных изделий.

2.7. Функциональные хлебобулочные изделия с использованием пробиотиков

Приоритетными направлениями в этой области являются технологии пшеничного хлеба на заквасках с направленным культивированием микроорганизмов. Они решают проблему повышения качества хлеба, пищевой и биологической ценности, микробиологической чистоты изделий, придания продукту пробиотических свойств.

В хлебопекарной промышленности разработаны и уже десятки лет используются следующие виды заквасок для приготовления пшеничного теста: мезофильная – высококислотная закваска, сквашенная мезофильными молочно-кислыми бактериями вида *L. fermenti*-27 и концентрированная молочно-кислая закваска с применением культур молочно-кислых бактерий *L. plantarum*-30, *L. casei*-26, *L. brevis*-1, *L. fermenti*-34.

Также в России находят распространение способы приготовления пшеничного теста на новых жидких заквасках из пшеничной муки с направленным культивированием микроорганизмов.

К таким закваскам относятся: пропионово-кислая, ацидофильная, с бифидобактериями и другие.

Такие закваски используют для интенсификации технологического процесса, разрыхления теста, улучшения качества хлеба, повышения его микробиологической чистоты, предотвращения заболевания хлеба картофельной болезнью. Все они обладают пробиотическими свойствами.

В последние годы разработаны закваски на основе пропионово-кислых бактерий *Propionibacterium freundenreichii*ssp. *shermanii* вида ВКМ-103. В качестве основного субстрата для получения закваски используется мучная осахаренная заварка влажностью 82...85 %.

В Санкт-Петербургском филиале ГосНИИХП разработана технология заквасок нового поколения с бифидобактериями. Исследованиями установлено, что *Bact. bifidum* хорошо сохраняется в закваске. Новый вид закваски обладает бактерицидными и пробиотическими свойствами.

Разработана закваска для хлебопекарной промышленности на основе бактериального препарата "Биобактон". Основой препарата является лиофилизированная микробная масса живых лактобактерий (*L. acidophilus* штамм 12 б). Была подобрана среда для культивирования *L. acidophilus*, традиционно выращиваемой на молоке. Однако в хлебопекарной промышленности закваски, приготовленные на основе молока, не находят применения. Считается, что значительное содержание белка в молоке угнетает рост дрожжевых клеток и уменьшает объем хлеба. Установлено, что

ацидофильная палочка активно растет на мучных питательных средах, из которых наиболее благоприятной является сывороточно-мучная смесь. Добавление ацидофильной закваски способствует улучшению органолептических показателей хлеба, наибольший объем хлеба достигается при добавлении 10 % закваски к массе муки в тесте.

2.8. Функциональные хлебобулочные изделия с использованием пребиотиков

Одним из перспективных путей решения проблемы микробиологического благополучия кишечника является создание продуктов питания, содержащих бифидогенные добавки. В этой связи представляет интерес возможность использования лактулозы в хлебопекарной промышленности.

До недавнего времени лактулоза в России не производилась, а экспортировалась под торговыми марками "Нормазе", "Дюфалак", "Лактулоза Поли". В 1998 г. российская компания "Лактусан" совместно с компанией "Фелицата" освоили промышленное производство сиропов лактулозы под фирменными названиями "Лактусан" и "Алкософт". Кроме того, созданы сухие продукты с лактулозой, которые выпускаются под названием "Лаэль", сироп лактулозы "Лазет", производимый в Ярославской области акционерным обществом "Шехонь-Л".

Лактулоза обладает уникальными характеристиками для использования её в хлебопекарной промышленности.

Наличие лактулозы увеличивает зарумянивание корки, а то, что она не ферментируется пекарскими дрожжами, способствует сохранению ее функциональных свойств в процессе изготовления продукта.

На кафедре прикладной биотехнологии СевКавГТУ разработана технология бифидогенного концентрата "Лактохлеб" из подсырной сыворотки с лактулозой и соевой мукой. На основании проведенных исследований разработана технология и утверждена техническая документация на хлебобулочное изделие сдоба "Университетская" с бифидогенным концентратом.

Перспективным направлением в производстве функциональных и диетических хлебобулочных изделий является использование инулинсодержащего сырья. Инулин является одним из ФПИ, относящихся к классу ПВ с пребиотическими свойствами. Инулин получают из корней цикория и топинамбура в форме тонкодисперсного порошка. Технологические характеристики инулина позволяют легко включать его в состав различных сортов хлеба. Обеспечивая хорошие вкусовые качества, инулин способен переводить хлебобулочные изделия в ранг оздоравливающей функциональной пищи.

В МГУПП была проведена работа по изучению влияния очищенных препаратов инулина и олигофруктозы из цикория производства компаний "Orafti" и "Cosucra" (Бельгия) на качество тестовых заготовок и готовых хлебобулочных изделий. Тесто готовили традиционным безопасным способом. Препараты вносили в сухом виде вместе с мукой. Наряду с хорошими физико-

химическими свойствами, хлеб с внесением инулина и олигофруктозы обладает отличными органолептическими показателями: имеет более интенсивную окраску, равномерную структуру пористости мякиша, приятный вкус и аромат в сравнении с контрольными образцами. Использование инулина и олигофруктозы при производстве хлебобулочных изделий не только позволяет получать продукты, оказывающие положительное влияние на физиологические функции организма человека, но и снижать энергетическую ценность готовых продуктов.

3. РАСЧЕТ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Обогащение хлебобулочных изделий различными функциональными ингредиентами рассмотрим на примере рецептуры батона "Нарезной". Ниже приведен расчет пищевой ценности батона, который включает расчет химического состава, энергетической ценности, степени удовлетворения суточной потребности в нутриентах, оценку биологической ценности белков и биологической эффективности жиров.

3.1. Расчет пищевой ценности батона "Нарезной" (без добавок)

3.1.1. Расчет химического состава батона

В табл. 3.1 приведена унифицированная рецептура батона "Нарезной".

Таблица 3.1. Рецептура батона "Нарезной"

Сырье	Количество сырья, кг	Влажность, %
Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта	100	14,5
Дрожжи хлебопекарные, прессованные	1	75
Соль поваренная	1,5	0,25
Сахар – песок	4	0,15
Маргарин столовый	3,5	16,2
ИТОГО	110	

Согласно ГОСТ 27844-88 "Изделия булочные. Технические условия" влажность мякиша батона "Нарезной" равна 42 %. Влажность теста отличается от влажности мякиша остывшего хлеба для батонов на 0,4...0,6 %. Принимаем влажность теста из хлебопекарной муки высшего сорта для батона "Нарезной" – 42,5 %. Выход готового хлебобулочного изделия в соответствии со "Сборником рецептов на хлебобулочные изделия, вырабатываемых по государственным стандартам", 1998 г. для батона "Нарезной" равен 138 %.

Количество воды, внесенной в 100 г изделия, определяется по формуле:

$$m_{\text{в}} = \left(\frac{\sum \text{СВ} \cdot W_{\text{т}}}{100 - W_{\text{т}}} - M_{\text{в}} \right) \frac{100}{Q_{\text{изд}}}, \quad (3.1)$$

где $m_{\text{в}}$ – количество воды, внесенной в 100 г изделия, г;

$M_{\text{в}}$ – количество воды, внесенное в тесто с сырьем по рецептуре на 100 кг муки, кг;

$W_{\text{т}}$ – влажность теста, %;

$\sum \text{СВ}$ – сумма сухих веществ, внесенных в тесто перед выпечкой, кг;

$Q_{\text{изд}}$ – выход изделия, кг на 100 кг муки, %.

Для расчета количества воды, внесенной в тесто с сырьем по рецептуре на 100 кг муки, составим табл. 3.2.

Таблица 3.2. Определение количества воды, внесенной в тесто с сыром по рецептуре на 100 кг муки

Сырье	Количество сырья, кг	Влажность, %	Количество сухих веществ		Вода, кг
			%	кг	
Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта	100	14,5	85,5	85,5	14,5
Дрожжи хлебопекарные, прессованные	1	75	25	0,25	0,75
Соль поваренная	1,5	0,25	99,75	1,49	0,01
Сахар – песок	4	0,15	98,85	3,99	0,01
Маргарин столовый	3,5	16,2	83,8	2,93	0,57
ИТОГО	110			94,16	15,84

$$m_v = \left(\frac{94,16 \cdot 42,5}{100 - 42,5} - 15,84 \right) \frac{100}{138} = 38,95 \text{ г.}$$

Количество сырья (мука, вода, дрожжи, соль, сахар, жир и т.д.), внесенного в 100 г изделия, рассчитывается по формуле:

$$m_c^i = \frac{M_c^i \cdot 100}{Q_{\text{изд}}}, \quad (3.2)$$

где m_c^i – количество сырья в 100 г изделия (например, m_c^1 – количество муки; m_c^2 – количество дрожжей; m_c^3 – количество соли; m_c^4 – количество сахара; m_c^5 – количество маргарина);

M_c^i – количество сырья по рецептуре на 100 кг муки, кг;

$Q_{\text{изд}}$ – выход изделия, кг на 100 кг муки, %.

Количество муки, внесенной в 100 г изделия,

$$m_c^1 = \frac{100 \cdot 100}{138} = 72,46 \text{ г.}$$

Количество дрожжей, внесенных в 100 г изделия,

$$m_c^2 = \frac{1 \cdot 100}{138} = 0,72 \text{ г.}$$

Количество соли, внесенной в 100 г изделия,

$$m_c^3 = \frac{1,5 \cdot 100}{138} = 1,09 \text{ г.}$$

Количество сахара, внесенного в 100 г изделия,

$$m_c^4 = \frac{4 \cdot 100}{138} = 2,90 \text{ г.}$$

Количество маргарина, внесенного в 100 г изделия,

$$m_c^5 = \frac{3,5 \cdot 100}{138} = 2,54 \text{ г.}$$

Таким образом, в 100 г батона "Нарезной" содержится: 72,46 г муки; 38,95 г воды; 2,9 г сахара; 2,54 г маргарина; 1,09 г соли и 0,72 г дрожжей.

Зная количество сырьевых ингредиентов, внесенных в 100 г изделия, и химический состав каждого вида сырья (см. приложение Б), рассчитывается химический состав 100 г батона "Нарезной".

БЕЛКИ

Количество белков, внесенных в 100 г продукта с отдельными ингредиентами сырья, определяется по формуле:

$$B_c^i = \frac{b_i m_c^i}{100}, \quad (3.3)$$

где B_c^i – количество белка, внесенного в 100 г изделия с отдельным видом сырья, где $i=1,2,3\dots n$ – вид сырья, г;

b_i – количество белка в 100 г отдельного вида сырья, г;

m_c^i – количество этого же сырья, внесенного в 100 г хлеба, г.

Белки вносятся в батон с мукой, дрожжами и маргарином.

Количество белков, внесенных в 100 г продукта с мукой, $B_c^1 = \frac{10,3 \cdot 72,46}{100} = 7,46$ г.

Количество белков, внесенных в 100 г продукта с дрожжами, $B_c^2 = \frac{12,7 \cdot 0,72}{100} = 0,09$ г.

Количество белков, внесенных в 100 г продукта с маргарином, $B_c^5 = \frac{0,3 \cdot 2,54}{100} = 0,01$ г.

ЖИРЫ

Количество жира, внесенного в 100 г продукта с отдельными видами сырья, рассчитывается по формуле:

$$Ж_c^i = \frac{ж_i m_c^i}{100}, \quad (3.4)$$

где $Ж_c^i$ – количество жира, внесенного в 100 г изделия с отдельным видом сырья, где $i=1,2,3\dots n$ – вид сырья, г;

$ж_i$ – количество жира в 100 г отдельного вида сырья, г;

m_c^i – количество этого же сырья, внесенного в 100 г хлеба, г.

Жиры вносятся в батон с мукой, дрожжами и маргарином.

Количество жиров, внесенных в 100 г продукта с мукой, $Ж_c^1 = \frac{1,08 \cdot 72,46}{100} = 0,78$ г.

Количество жиров, внесенных в 100 г продукта с дрожжами, $Ж_c^2 = \frac{2,7 \cdot 0,72}{100} = 0,02$ г.

Количество жиров, внесенных в 100 г продукта с маргарином, $Ж_c^5 = \frac{82 \cdot 2,54}{100} = 2,08$ г.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Количество минеральных элементов (зольность изделия), внесенных в 100 г продукта с отдельными ингредиентами сырья, рассчитывается по формуле:

$$z_c^i = \frac{z_i m_c^i}{100}, \quad (3.5)$$

где z_c^i – количество минеральных веществ, внесенных в 100 г изделия с отдельным видом сырья, где $i=1,2,3\dots n$ – вид сырья, г;

z_i – количество минеральных веществ в 100 г отдельного вида сырья, г;

m_c^i – количество этого же сырья, внесенного в 100 г хлеба, г.

Натрий (Na) вносится в батон с мукой, водой, дрожжами, солью, маргарином и сахаром.

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Na_c^1 = \frac{3 \cdot 72,46}{100} = 2,17 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Na_c^2 = \frac{2,1 \cdot 0,72}{100} = 0,02 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$Na_c^3 = \frac{38710 \cdot 1,09}{100} = 421,94 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с сахаром,

$$Na_c^4 = \frac{1 \cdot 2,90}{100} = 0,03 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$Na_c^5 = \frac{171 \cdot 2,54}{100} = 4,34 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с водой,

$$Na_c^6 = \frac{0,9 \cdot 38,95}{100} = 0,35 \text{ мг.}$$

Калий (K) вносится в батон с мукой, дрожжами, солью, маргарином и сахаром.

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$K_c^1 = \frac{122 \cdot 72,46}{100} = 88,40 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$K_c^2 = \frac{590 \cdot 0,72}{100} = 0,02 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$K_c^3 = \frac{9 \cdot 1,09}{100} = 0,10 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с сахаром,

$$K_c^4 = \frac{3 \cdot 2,90}{100} = 0,08 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$K_c^5 = \frac{10 \cdot 2,54}{100} = 0,25 \text{ мг.}$$

Кальций (Ca) вносится в батон с мукой, водой, дрожжами, солью, маргарином и сахаром.

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Ca_c^1 = \frac{18 \cdot 72,46}{100} = 13,04 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Ca_c^2 = \frac{27 \cdot 0,72}{100} = 0,19 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$Ca_c^3 = \frac{368 \cdot 1,09}{100} = 4,01 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с сахаром,

$$Ca_c^4 = \frac{368 \cdot 2,90}{100} = 9,35 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$Ca_c^5 = \frac{11 \cdot 2,54}{100} = 0,28 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с водой,

$$Ca_c^6 = \frac{4,5 \cdot 38,95}{100} = 1,75 \text{ мг.}$$

Магний (Mg) вносится в батон с мукой, водой, дрожжами, солью, маргарином.

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Mg_c^1 = \frac{16 \cdot 72,46}{100} = 11,59 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Mg_c^2 = \frac{51 \cdot 0,72}{100} = 0,37 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$Mg_c^3 = \frac{22 \cdot 1,09}{100} = 0,24 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$Mg_c^5 = \frac{1 \cdot 2,54}{100} = 0,03 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с водой,

$$Mg_c^6 = \frac{1 \cdot 38,95}{100} = 0,39 \text{ мг.}$$

Фосфор (P) вносится в батон с мукой, дрожжами, солью, маргарином.

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$P_c^1 = \frac{86 \cdot 72,46}{100} = 62,32 \text{ мг.}$$

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$P_c^2 = \frac{400 \cdot 0,72}{100} = 2,88 \text{ мг.}$$

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$P_c^3 = \frac{76 \cdot 1,09}{100} = 0,83 \text{ мг.}$$

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$P_c^5 = \frac{7 \cdot 2,54}{100} = 0,18 \text{ мг.}$$

Железо (Fe) вносится в батон с мукой, дрожжами, солью.

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с мукой, $Fe_c^1 = \frac{86 \cdot 72,46}{100} = 62,32$ мг.

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $Fe_c^2 = \frac{400 \cdot 0,72}{100} = 2,88$ мг.

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с солью, $Fe_c^3 = \frac{76 \cdot 1,09}{100} = 0,83$ мг.

ВИТАМИНЫ

Содержание витаминов в 100 г изделия подсчитывается с учетом их количества в используемом сырье по формуле:

$$B_c^i = \frac{v_i m_c^i}{100}, \quad (3.6)$$

где B_c^i – количество витаминов, внесенных в 100 г изделия с отдельным видом сырья, где $i=1,2,3 \dots n$ – вид сырья, г;

v_i – количество витаминов в 100 г отдельного вида сырья, г;

m_c^i – количество этого же сырья, внесенного в 100 г хлеба, г.

Витамин B_1 (тиамин) вносится в батон с мукой и дрожжами.

Количество витамина B_1 , внесенного в 100 г продукта с мукой, $B_1^1 = \frac{0,17 \cdot 72,46}{100} = 0,12$ мг.

Количество витамина B_1 , внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $B_1^2 = \frac{0,6 \cdot 0,72}{100} = 0,004$ мг.

Витамин B_2 (рибофлавин) вносится в батон с мукой, маргарином и дрожжами.

Количество витамина B_2 , внесенного в 100 г продукта с мукой, $B_2^1 = \frac{0,04 \cdot 72,46}{100} = 0,03$ мг.

Количество витамина B_2 , внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $B_2^2 = \frac{0,68 \cdot 0,72}{100} = 0,005$ мг.

Количество витамина B_2 , внесенного в 100 г продукта с маргарином, $B_2^5 = \frac{0,02 \cdot 2,54}{100} = 0,0005$ мг.

Витамин PP вносится в батон с мукой и дрожжами.

Количество витамина PP, внесенного в 100 г продукта с мукой, $PP_1^1 = \frac{1,2 \cdot 72,46}{100} = 0,87$ мг.

Количество витамина PP, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $PP_1^2 = \frac{11,4 \cdot 0,72}{100} = 0,08$ мг.

ПИЩЕВЫЕ ВОЛОКНА

Общее количество пищевых волокон, внесенных в 100 г хлебных изделий с растительным сырьем, определяется по формуле:

$$ПВ_c^i = \frac{пв_i m_c^i}{100}, \quad (3.7)$$

где $ПВ_c^i$ – количество пищевых волокон, внесенных в 100 г изделия с отдельным видом сырья, где $i=1,2,3\dots n$ – вид сырья, г;

$пв_i$ – количество пищевых волокон в 100 г отдельного вида сырья, г;

m_c^i – количество этого же сырья, внесенного в 100 г хлеба, г.

Пищевые волокна вносятся в батон "Нарезной" с мукой.

Количество пищевых волокон, внесенных в 100 г продукта с мукой, $ПВ_c^1 = \frac{3,5 \cdot 72,46}{100} = 2,54$ г.

УСВОЯЕМЫЕ УГЛЕВОДЫ

Общее количество усвояемых углеводов, к которым относятся моно-, дисахариды и крахмал, внесенных в 100 г хлебных изделий с растительным сырьем, определяется по формуле:

$$У_c^i = \frac{y_i m_c^i}{100}, \quad (3.8)$$

где $У_c^i$ – количество углеводов, внесенных в 100 г изделия с отдельным видом сырья, где $i=1,2,3\dots n$ – вид сырья, г;

y_i – количество углеводов в 100 г отдельного вида сырья, г;

m_c^i – количество этого же сырья, внесенного в 100 г хлеба, г.

Усвояемые углеводы вносятся в батон "Нарезной" с мукой и сахаром.

Количество углеводов, внесенных в 100 г продукта с мукой, $У_c^1 = \frac{70,1 \cdot 72,46}{100} = 50,79$ г.

Количество углеводов, внесенных в 100 г продукта с сахаром, $У_c^4 = \frac{100 \cdot 2,90}{100} = 2,90$ г.

ОРГАНИЧЕСКИЕ КИСЛОТЫ

Количество органических кислот в хлебобулочных изделиях выражается в граммах в пересчете на количество органических кислот в целом изделии. За основу берутся фактическая и максимально допустимая кислотность мякиша изделия в градусах и умножается на титр молочной кислоты – 0,09. Расчет производится на основании следующей формулы:

$$ОК = H_m \cdot 0,09 K_3 + ОК^1 M_{дс}, \quad (3.9)$$

где ОК – количество органических кислот в 100 г изделия, г;

N_m – титруемая кислотность мякиша изделия, град;

0,09 – титр молочной кислоты;

K_3 – коэффициент, учитывающий исключение из 100 г изделия дополнительного сырья (повидло, изюм, творог и др.);

$$K_3 = \frac{100 - M_{дс}}{100}, \quad (3.10)$$

$M_{дс}$ – количество внесенного дополнительного сырья в 100 г изделия, г;

OK^1 – содержание органических кислот в 100 г дополнительного сырья, г.

При отсутствии в изделиях дополнительного сырья $OK^1 = 1$ и $M_{дс} = 0$.

Количество органических кислот в 100 г батона при кислотности мякиша не более 2,5 град:

$$OK = 2,5 \cdot 0,09 = 0,23 \text{ г.}$$

Полученные данные по химическому составу батона "Нарезной" суммируются в табл. 3.3.

Таблица 3.3. Химический состав 100 г батона "Нарезной"

Пищевые вещества	Сырьё						Количество, внесенное с сырьем	Коэффициент сохраняемости	Химический состав готового изделия
	Мука пшеничная высшего сорта	Дрожжи хлебопекарные прессованные	Соль поваренная	Сахар-песок	Маргарин молочный столовый	Вода			
Белки, г	7,46	0,09	-	-	0,01	-	7,56	-	7,56
Жиры, г	0,78	0,02	-	-	2,08	-	2,89	-	2,89
Углеводы усвояемые, г	50,79	-	-	2,54	-	-	53,33	-	53,33
Углеводы неусвояемые, г	2,54	-	-	-	-	-	2,54	-	2,54
Органические кислоты, г	-	-	-	-	-	-	0,23	-	0,23
Минеральные вещества, мг									
Na	2,17	0,02	421,94	0,03	4,34	0,35	428,85	-	428,85
K	88,4	4,25	0,1	0,08	0,25	-	93,08	-	93,08
Ca	13,04	0,19	4,01	9,35	0,28	1,75	28,63	-	28,63
Mg	11,59	0,37	0,24	-	0,03	0,39	12,62	-	12,62
P	62,32	2,88	0,83	-	0,18	-	66,2	-	66,2
Fe	0,87	0,02	0,03	0,01	-	-	0,93	-	0,93
Витамины, мг									
B ₁	0,12	0,004	-	-	-	-	0,13	0,80	0,1
B ₂	0,03	0,005	-	-	0,001	-	0,03	0,92	0,03
PP	0,87	0,08	-	-	-	-	0,95	0,95	0,9

3.1.2. Расчет энергетической ценности батона

Энергетическая ценность хлебобулочных изделий рассчитывается по формуле:

$$ЭЦ = Б \cdot 4,0 + Ж \cdot 9,0 + У \cdot 4,0 + ОК \cdot 3,0, \quad (3.11)$$

где ЭЦ – энергетическая ценность 100 г хлебобулочного изделия, ккал;

Б – содержание белков, г на 100 г изделия;

Ж – содержание жиров, г на 100 г изделия;

У – содержание усвояемых углеводов, г на 100 г изделия;

ОК – содержание органических кислот, г на 100 г изделия;

4,0; 9,0; 4,0 и 3,0 – количество энергии, выделяемой при окислении в организме 1 г белков, жиров, усвояемых углеводов и органических кислот соответственно, ккал/г.

$$ЭЦ = 7,56 \cdot 4,0 + 2,89 \cdot 9,0 + 53,33 \cdot 4,0 + 0,23 \cdot 3,0 = 270,26 \text{ ккал}.$$

3.1.3. Расчет биологической ценности белков батона

Белки в батон "Нарезной" вносятся с мукой пшеничной высшего сорта, дрожжами прессованными хлебопекарными и с маргарином молочным столовым. Содержание белка в маргарине ничтожно мало (0,01 г), поэтому им можно пренебречь.

Расчет аминокислотного сора проводится по формуле:

$$C_i = \sum_{n=1}^i \frac{m_c^i \bar{b}_i AK_c^i}{m_c^i \bar{b}_i} / AK_{\bar{z}i}, \quad (3.12)$$

где C_i – аминокислотный скор по соответствующей аминокислоте, $i=1...8$;

m_c^i – количество сырья, внесенного в 100 г хлеба, г;

\bar{b}_i – содержание белка в каждом компоненте рецептуры, г;

AK_c^i – содержание соответствующей аминокислоты в белках каждого компонента рецептуры, г/100 г белка;

$AK_{\bar{z}i}$ – содержание соответствующей аминокислоты в идеальном белке, г/ 100 г белка (см.приложение В).

Аминокислотный скор по лизину:

Содержание лизина в муке пшеничной высшего сорта составляет 250 мг (0,25 г) на 100 г муки, в дрожжах – 0,913 г на 100 г дрожжей. Необходимо пересчитать эти величины на 100 г белка муки и дрожжей. Известно, что в 100 г муки содержится 10,3 г белка и в 100 г дрожжей содержится 12,7 г белка. С помощью пропорции осуществляем расчет.

Количество лизина, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$AK_1^1 = \frac{100 \cdot 0,25}{10,3} = 2,43 \text{ г.}$$

Количество лизина, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$AK_1^2 = \frac{100 \cdot 0,913}{12,7} = 7,19 \text{ г.}$$

Аминокислотный скор по лизину

$$C_1 = \frac{72,46 \cdot 10,3 \cdot 2,43 + 0,72 \cdot 12,7 \cdot 7,19}{72,46 \cdot 10,3 + 0,72 \cdot 12,7} / 5,5 = 0,45.$$

Количество валина, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$AK_2^1 = \frac{100 \cdot 0,471}{10,3} = 4,57 \text{ г.}$$

Количество валина, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$AK_2^2 = \frac{100 \cdot 0,698}{12,7} = 5,50 \text{ г.}$$

Аминокислотный скор по валину

$$C_2 = \frac{72,46 \cdot 10,3 \cdot 4,57 + 0,72 \cdot 12,7 \cdot 5,5}{72,46 \cdot 10,3 + 0,72 \cdot 12,7} / 5 = 0,92.$$

Количество изолейцина, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$AK_3^1 = \frac{100 \cdot 0,43}{10,3} = 4,18 \text{ г.}$$

Количество изолейцина, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$AK_3^2 = \frac{100 \cdot 0,74}{12,7} = 5,84 \text{ г.}$$

Аминокислотный скор по изолейцину

$$C_3 = \frac{72,46 \cdot 10,3 \cdot 4,18 + 0,72 \cdot 12,7 \cdot 5,84}{72,46 \cdot 10,3 + 0,72 \cdot 12,7} / 4 = 1,05.$$

Количество лейцина, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$AK_4^1 = \frac{100 \cdot 0,806}{10,3} = 7,83 \text{ г.}$$

Количество лейцина, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$AK_4^2 = \frac{100 \cdot 0,903}{12,7} = 7,11 \text{ г.}$$

Аминокислотный скор по лейцину

$$C_4 = \frac{72,46 \cdot 10,3 \cdot 7,83 + 0,72 \cdot 12,7 \cdot 7,11}{72,46 \cdot 10,3 + 0,72 \cdot 12,7} / 7 = 1,12.$$

Количество метионина и цистеина, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$AK_5^1 = \frac{100 \cdot 0,4}{10,3} = 3,88 \text{ г.}$$

Количество метионина и цистеина, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$AK_5^2 = \frac{100 \cdot 0,233}{12,7} = 1,84 \text{ г.}$$

Аминокислотный скор по метионину и цистеину

$$C_5 = \frac{72,46 \cdot 10,3 \cdot 3,88 + 0,72 \cdot 12,7 \cdot 1,84}{72,46 \cdot 10,3 + 0,72 \cdot 12,7} / 3,5 = 1,10.$$

Количество треонина, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$AK_6^1 = \frac{100 \cdot 0,311}{10,3} = 3,02 \text{ г.}$$

Количество треонина, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$AK_6^2 = \frac{100 \cdot 0,644}{12,7} = 5,07 \text{ г.}$$

Аминокислотный скор по треонину

$$C_6 = \frac{72,46 \cdot 10,3 \cdot 3,02 + 0,72 \cdot 12,7 \cdot 5,07}{72,46 \cdot 10,3 + 0,72 \cdot 12,7} / 4 = 0,76.$$

Количество триптофана, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$AK_7^1 = \frac{100 \cdot 0,1}{10,3} = 0,97 \text{ г.}$$

Количество триптофана, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$AK_7^2 = \frac{100 \cdot 0,174}{12,7} = 1,37 \text{ г.}$$

Аминокислотный скор по триптофану

$$C_7 = \frac{72,46 \cdot 10,3 \cdot 0,97 + 0,72 \cdot 12,7 \cdot 1,37}{72,46 \cdot 10,3 + 0,72 \cdot 12,7} / 1 = 0,98..$$

Количество фенилаланина и тирозина, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$AK_8^1 = \frac{100 \cdot 0,83}{10,3} = 8,06 \text{ г.}$$

Количество фенилаланина и тирозина, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$AK_8^2 = \frac{100 \cdot 0,496}{12,7} = 3,91 \text{ г.}$$

Аминокислотный скор по фенилаланину и тирозину

$$C_8 = \frac{72,46 \cdot 10,3 \cdot 8,06 + 0,72 \cdot 12,7 \cdot 3,91}{72,46 \cdot 10,3 + 0,72 \cdot 12,7} / 6 = 1,34.$$

Сведем полученные данные в табл. 3.4 и определим первую лимитирующую аминокислоту, т.е. аминокислоту с минимальным значением аминокислотного сора.

Минимальный аминокислотный скор имеет лизин (0,45), она является первой лимитирующей аминокислотой.

Таблица 3.4. Биологическая ценность батона "Нарезной"

Незаменимые аминокислоты	Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта		Дрожжи прессованные хлебопекарные		Идеальный белок, г/100 г белка	Аминокислотный скор
	г на 100 муки	г на 100 г белка	г на 100 г дрожжей	г на 100 г белка		
Лизин	0,25	2,43	0,91	7,19	5,5	0,45
Валин	0,47	4,57	0,69	5,50	5	0,92
Изолейцин	0,43	4,17	0,74	5,83	4	1,05
Лейцин	0,81	7,83	0,90	7,11	7	1,12
Метионин + цистеин	0,40	3,88	0,23	1,83	3,5	1,10
Треонин	0,31	3,02	0,64	5,07	4	0,76
Триптофан	0,10	0,97	0,17	1,37	1	0,98
Фенилаланин + тирозин	0,83	8,05	0,49	3,91	6	1,34

3.1.4. Расчет биологической эффективности жировых компонентов батона

Согласно последним исследованиям и нормативным документам в физиологически полноценном пищевом жире должны содержаться насыщенные, мононенасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты в соотношении 1:1:1, а оптимальным отношением ПНЖК семейств ω -6 и ω -3 является 5-10:1. Приведем расчет оценки биологической эффективности жировой составляющей батона "Нарезной".

Количество жирных кислот, внесенных в 100 г продукта с отдельными ингредиентами сырья, рассчитывается по формуле:

$$ЖК_c^i = \frac{жк_i m_c^i}{100}, \quad (3.13)$$

где $ЖК_c^i$ – количество жирных кислот (НЖК, ПНЖК, МНК), внесенных в 100 г изделия с отдельным видом сырья, где $i=1,2,3 \dots n$ – вид сырья, г;

$жк_i$ – количество жирных кислот (НЖК, ПНЖК, МНК) в 100 г отдельного вида сырья, г;

m_c^i – количество этого же сырья, внесенного в 100 г хлеба, г.

Жиры вносятся в батон "Нарезной" с мукой, дрожжами и маргарином.

Насыщенные жирные кислоты:

Количество НЖК, внесенных в 100 г продукта с мукой, $HЖК_c^1 = \frac{0,15 \cdot 72,46}{100} = 0,11$ г.

Количество НЖК, внесенных в 100 г продукта с дрожжами, $HЖК_c^2 = \frac{0,5 \cdot 0,72}{100} = 0,004$ г.

Количество НЖК, внесенных в 100 г продукта с маргарином, $HЖК_c^5 = \frac{17,4 \cdot 2,54}{100} = 0,44$ г.

Насыщенных жирных кислот в 100 г батона $HЖК = 0,11 + 0,004 + 0,44 = 0,554$ г.

Мононенасыщенные жирные кислоты:

Количество МНЖК, внесенных в 100 г продукта с мукой, $MНЖК_c^1 = \frac{0,1 \cdot 72,46}{100} = 0,07$ г.

Количество МНЖК, внесенных в 100 г продукта с дрожжами, $MНЖК_c^2 = \frac{0,72 \cdot 0,72}{100} = 0,005$ г.

Количество МНЖК, внесенных в 100 г продукта с маргарином, $MНЖК_c^5 = \frac{42,9 \cdot 2,54}{100} = 1,09$ г.

Мононенасыщенных жирных кислот в 100 г батона $MНЖК = 0,07 + 0,005 + 1,09 = 1,165$ г.

Полиненасыщенные жирные кислоты:

Количество ПНЖК, внесенных в 100 г продукта с мукой, $ПНЖК_c^1 = \frac{0,51 \cdot 72,46}{100} = 0,38$ г.

Количество ПНЖК, внесенных в 100 г продукта с дрожжами, $ПНЖК_c^2 = \frac{0,42 \cdot 0,72}{100} = 0,003$ г.

Количество ПНЖК, внесенных в 100 г продукта с маргарином, $ПНЖК_c^5 = \frac{17,8 \cdot 2,54}{100} = 0,45$ г.

Полиненасыщенных жирных кислот в 100 г батона $ПНЖК = 0,38 + 0,003 + 0,45 = 0,833$ г.

Полученные данные сведем в табл. 3.5.

Рассчитаем соотношение:

$$HЖК:MНЖК:ПНЖК = 0,554:1,165:0,833 = 1:2,1:1,5.$$

По этому соотношению оценим соответствие жирового компонента "идеальному" липиду (для "идеального" липида отклонение Δ от физиологически полноценного жира равно нулю) путем расчета параметра отклонения по следующей формуле:

$$\Delta = \Delta_{HЖК} + \Delta_{MНЖК} + \Delta_{ПНЖК}, \quad (3.14)$$

где Δ - значение отклонения от "идеального" липида,

$\Delta_{\text{НЖК}}, \Delta_{\text{МНЖК}}, \Delta_{\text{ПНЖК}}$ – значения отклонений насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, соответственно, которые определяются по формуле:

$$\Delta_{\text{ЖК}} = |\text{ЖК} - 1|, \quad (3.15)$$

где ЖК – содержание соответствующих жирных кислот, г в 100 г батона.

$$\Delta_{\text{НЖК}} = |1 - 1| = 0;$$

$$\Delta_{\text{МНЖК}} = |2,1 - 1| = 1,1;$$

$$\Delta_{\text{ПНЖК}} = |1,5 - 1| = 0,5;$$

$$\Delta = 0 + 1,1 + 0,5 = 1,6.$$

Таблица 3.5. Содержание жирных кислот, внесенных в 100 г продукта

Липиды и их фракции	Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта		Дрожжи прессованные хлебопекарные		Маргарин столовый		Сумма липидов, г на 100 г продукта
	г на 100 муки	г на 100 г продукта	г на 100 г дрожжей	г на 100 г продукта	г на 100 маргарина	г на 100 г продукта	
НЖК	0,15	0,11	0,5	0,004	17,4	0,44	0,554
МНЖК	0,1	0,07	0,72	0,005	42,9	1,09	1,165
ПНЖК	0,52	0,38	0,42	0,003	17,8	0,45	0,833

Для определения соотношения ω -3: ω -6 жирных кислот составим табл. 3.6.

Таблица 3.6. Содержание ω -3и ω -6 жирных кислот, внесенных в 100 г продукта

Сырье	Количество ω -3, внесенных в 100 г продукта с сырьем, г	Количество ω -6, внесенных в 100 г продукта с сырьем, г
Мука	$\frac{0,03 \cdot 72,46}{100} = 0,02$	$\frac{0,48 \cdot 72,46}{100} = 0,33$
Дрожжи	$\frac{0,1 \cdot 0,72}{100} = 0,0007$	$\frac{0,31 \cdot 0,72}{100} = 0,002$
Маргарин	$\frac{0 \cdot 2,54}{100} = 0$	$\frac{17,8 \cdot 2,54}{100} = 0,42$
Общее количество	$0,02 + 0,0007 + 0 = 0,021$	$0,33 + 0,002 + 0,42 = 0,75$

Таким образом, соотношение ω -3: ω -6=0,021:0,75=1:35,7. Следовательно, содержание ω -6 ПНЖК превышает оптимальное соотношение в 3,5 раза по сравнению с идеальным липидом.

3.1.5. Определение пищевой ценности батона

Исходя из значений, полученных в пунктах 3.1.1. – 3.1.4., табл. 3.3 и рекомендуемых норм рационального питания, рассчитаем степень удовлетворения суточной потребности человека на примере женщин группы I (1,4) – от 18 до 29 лет (студенток) в основных пищевых веществах и энергии за счет употребления 100 г батона "Нарезной".

Для определения степени удовлетворения суточной потребности человека в конкретном пищевом веществе следует сравнить его содержание с нормами, % :

по белку	$X_1 = \frac{7,56 \cdot 100}{61} = 12,40,$
жиру	$X_2 = \frac{2,88 \cdot 100}{67} = 4,30,$
усвояемым углеводам	$X_3 = \frac{53,69 \cdot 100}{289} = 18,58,$
пищевым волокнам	$X_4 = \frac{2,54 \cdot 100}{20} = 12,68,$
органическим кислотам	$X_5 = \frac{0,23 \cdot 100}{2} = 11,5;$
минеральным веществам:	
натрий	$X_6 = \frac{427,8 \cdot 100}{1300} = 32,91,$
калий	$X_7 = \frac{93,12 \cdot 100}{2500} = 3,72,$
кальций	$X_8 = \frac{19,36 \cdot 100}{1000} = 1,94,$
магний	$X_9 = \frac{12,62 \cdot 100}{400} = 3,15,$
фосфор	$X_{10} = \frac{66,22 \cdot 100}{800} = 8,28,$
железо	$X_{11} = \frac{0,93 \cdot 100}{18} = 5,18;$
витаминам:	
B ₁	$X_{12} = \frac{0,1 \cdot 100}{90} = 0,11,$
B ₂	$X_{13} = \frac{0,03 \cdot 100}{1,5} = 2,$
PP	$X_{14} = \frac{0,9 \cdot 100}{1,8} = 50;$
энергетической ценности	$X_{16} = \frac{270,26 \cdot 100}{2000} = 13,58.$

Полученные значения сведем в табл. 3.7.

Таблица 3.7. Пищевая ценность батона "Нарезной"

Показатель	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %
Химический состав		
Белки, г	7,56	12,40
Жиры, г	2,88	4,30
Углеводы усвояемые, г	53,69	18,58
Углеводы неусвояемые (пищевые волокна), г	2,54	12,68
Органические кислоты, г	0,23	12,40
Минеральные вещества, мг		
Натрий	427,80	32,91
Калий	93,12	3,72
Кальций	19,36	1,94
Магний	12,62	3,15
Фосфор	66,22	8,28
Железо	0,93	5,18
Витамины, мг		
Тиамин (В ₁)	0,13	0,11
Рибофлавин (В ₂)	0,03	2
Ниацин (РР)	0,95	50
Биологическая ценность (аминокислотный скор)	0,452	
Биологическая эффективность		
Параметр отклонения от "идеального" липида	1,6	
Соотношение ω -3: ω -6	1:36	
Энергетическая ценность, ккал	270,26	13,58

Обогащение хлебобулочных изделий пищевыми волокнами и пребиотиками

Для обогащения батона "Нарезной" пищевыми волокнами в качестве обогащающей добавки выберем отруби пшеничные и инулин. Приведем расчет пищевой ценности обогащенных хлебобулочных изделий.

3.2. Расчет пищевой ценности батона "Отрубной"

3.2.1. Расчет химического состава батона

В табл. 3.8 приведена рецептура на батон "Отрубной".

Таблица 3.8. Рецепттура батона "Отрубной"

Сырье	Количество сырья, кг	Влажность, %
Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта	100	14,5
Дрожжи хлебопекарные, прессованные	1	75
Соль поваренная	1,5	0,25
Сахар – песок	4	0,15
Маргарин столовый	3,5	16,2
Пшеничные отруби	15	9,89
ИТОГО	125	

Как и в предыдущем расчете принимаем влажность теста 42,5 %.

Для расчета количества воды, внесенной в тесто с сырьем по рецептуре на 100 кг муки, составим табл. 3.9.

Таблица 3.9. Определение количества воды, внесенной в тесто с сырьем по рецептуре на 100 кг муки

Сырье	Количество сырья, кг	Влажность, %	Количество сухих веществ		Вода, кг
			%	кг	
Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта	100	14,5	85,5	85,5	14,5
Дрожжи хлебопекарные, прессованные	1	75	25	0,25	0,75
Соль поваренная	1,5	0,25	99,75	1,49	0,01
Сахар – песок	4	0,15	98,85	3,99	0,01
Маргарин столовый	3,5	16,2	83,8	2,93	0,57
Пшеничные отруби	15	9,89	90,11	13,52	1,48
ИТОГО	125			107,69	17,31

Учитывая увеличение количества исходного сырья пересчитаем выход готового изделия батона "Отрубной":

$$Q_{\text{изд}} = \frac{110 \cdot 125}{138} = 156,82 \%$$

Количество воды, внесенной в 100 г изделия, определяется по формуле (3.1):

$$m_{\text{в}} = \left(\frac{107,69 \cdot 42,5}{100 - 42,5} - 17,31 \right) \frac{100}{156,82} = 39,72 \text{ г.}$$

Количество сырья (мука, вода, дрожжи, соль, сахар, жир и т.д.), внесенного в 100 г изделия, рассчитывается по формуле (3.2).

Количество муки, внесенной в 100 г изделия,	$m_c^1 = \frac{100 \cdot 100}{156,82} = 63,77 \text{ г.}$
Количество дрожжей, внесенных в 100 г изделия,	$m_c^2 = \frac{1 \cdot 100}{156,82} = 0,64 \text{ г.}$
Количество соли, внесенной в 100 г изделия,	$m_c^3 = \frac{1,5 \cdot 100}{156,82} = 0,96 \text{ г.}$
Количество сахара, внесенного в 100 г изделия,	$m_c^4 = \frac{4 \cdot 100}{156,82} = 2,55 \text{ г.}$
Количество маргарина, внесенного в 100 г изделия,	$m_c^5 = \frac{3,5 \cdot 100}{156,82} = 2,23 \text{ г.}$
Количество отрубей, внесенных в 100 г изделия,	$m_c^6 = \frac{15 \cdot 100}{156,82} = 9,57 \text{ г.}$

Таким образом, в 100 г батона "Отрубной" содержится: 63,77 г муки; 39,72 г воды; 9,57 г пшеничных отрубей; 2,55 г сахара; 2,23 г маргарина; 0,96 г соли и 0,64 г дрожжей.

Зная количество ингредиентов сырья, внесенных в 100 г изделия, и химический состав каждого вида сырья (см. приложение Б), рассчитывается химический состав 100 г батона "Отрубной".

БЕЛКИ

Количество белков, внесенных в 100 г продукта с отдельными ингредиентами сырья, определяется по формуле (3.3).

Белки вносятся в батон "Отрубной" с мукой, дрожжами и маргарином.

Количество белков, внесенных в 100 г продукта с мукой,	$B_c^1 = \frac{10,3 \cdot 63,77}{100} = 6,57 \text{ г.}$
Количество белков, внесенных в 100 г продукта с дрожжами,	$B_c^2 = \frac{12,7 \cdot 0,64}{100} = 0,08 \text{ г.}$
Количество белков, внесенных в 100 г продукта с маргарином,	$B_c^5 = \frac{0,3 \cdot 2,23}{100} = 0,01 \text{ г.}$
Количество белков, внесенных в 100 г продукта с отрубями,	$B_c^6 = \frac{15,55 \cdot 9,57}{100} = 1,49 \text{ г.}$

ЖИРЫ

Количество жира, внесенного в 100 г продукта с отдельными видами сырья, рассчитывается по формуле (3.4). Жиры вносятся в батон "Отрубной" с мукой, дрожжами, маргарином и отрубями.

Количество жиров, внесенных в 100 г продукта с мукой,

$$Ж_c^1 = \frac{1,08 \cdot 63,77}{100} = 0,69 \text{ г.}$$

Количество жиров, внесенных в 100 г продукта с дрожжами,

$$Ж_c^1 = \frac{2,7 \cdot 0,64}{100} = 0,02 \text{ г.}$$

Количество жиров, внесенных в 100 г продукта с маргарином,

$$Ж_c^5 = \frac{82 \cdot 2,23}{100} = 1,83 \text{ г.}$$

Количество жиров, внесенных в 100 г продукта с отрубями,

$$Ж_c^6 = \frac{4,25 \cdot 9,57}{100} = 0,41 \text{ г.}$$

Количество минеральных элементов (зольность изделия), внесенных в 100 г продукта с отдельными ингредиентами сырья, рассчитывается по формуле (3.5).

Натрий (Na) вносится в батон "Отрубной" с мукой, водой, дрожжами, солью, маргарином, сахаром и отрубями.

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Na_c^1 = \frac{3 \cdot 63,77}{100} = 1,91 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Na_c^2 = \frac{21 \cdot 0,64}{100} = 0,13 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$Na_c^3 = \frac{38710 \cdot 0,96}{100} = 370 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с сахаром,

$$Na_c^4 = \frac{1 \cdot 2,55}{100} = 0,03 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$Na_c^5 = \frac{171 \cdot 2,23}{100} = 3,82 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с отрубями,

$$Na_c^6 = \frac{2 \cdot 9,57}{100} = 0,19 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с водой,

$$Na_c^7 = \frac{0,9 \cdot 39,72}{100} = 0,36 \text{ мг.}$$

Калий (K) вносится в батон "Отрубной" с мукой, дрожжами, солью, маргарином, сахаром и отрубями.

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$K_c^1 = \frac{122 \cdot 63,77}{100} = 77,80 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$K_c^2 = \frac{590 \cdot 0,64}{100} = 3,76 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$K_c^3 = \frac{9 \cdot 0,96}{100} = 0,09 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с сахаром,

$$K_c^4 = \frac{3 \cdot 2,55}{100} = 0,08 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$K_c^5 = \frac{10 \cdot 2,23}{100} = 0,22 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с отрубями,

$$K_c^6 = \frac{1182 \cdot 9,57}{100} = 113,06 \text{ мг.}$$

Кальций (Ca) вносится в батон "Отрубной" с мукой, водой, дрожжами, солью, маргарином, сахаром и отрубями.

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Ca_c^1 = \frac{18 \cdot 63,77}{100} = 11,48 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Ca_c^2 = \frac{27 \cdot 0,64}{100} = 0,17 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$Ca_c^3 = \frac{368 \cdot 0,96}{100} = 3,52 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с сахаром,

$$Ca_c^4 = \frac{368 \cdot 2,55}{100} = 9,39 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$Ca_c^5 = \frac{11 \cdot 2,23}{100} = 0,25 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с отрубями,

$$Ca_c^6 = \frac{73 \cdot 9,57}{100} = 6,98 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с водой,

$$Ca_c^7 = \frac{4,5 \cdot 39,72}{100} = 1,79 \text{ мг.}$$

Магний (Mg) вносится в батон "Отрубной" с мукой, водой, дрожжами, солью, маргарином и отрубями.

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Mg_c^1 = \frac{16 \cdot 63,77}{100} = 10,20 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Mg_c^2 = \frac{51 \cdot 0,64}{100} = 0,33 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$Mg_c^3 = \frac{22 \cdot 0,96}{100} = 0,21 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$Mg_c^5 = \frac{1 \cdot 2,23}{100} = 0,02 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с отрубями,

$$Mg_c^6 = \frac{611 \cdot 9,57}{100} = 58,44 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с водой,

$$Mg_c^7 = \frac{1 \cdot 39,72}{100} = 0,40 \text{ мг.}$$

Фосфор (P) вносится в батон "Отрубной" с мукой, дрожжами, солью, маргарином и отрубями.

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$P_c^1 = \frac{86 \cdot 63,77}{100} = 54,84 \text{ мг.}$$

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$P_c^2 = \frac{400 \cdot 0,64}{100} = 2,55 \text{ мг.}$$

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$P_c^3 = \frac{76 \cdot 0,96}{100} = 0,73 \text{ мг.}$$

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$P_c^5 = \frac{7 \cdot 2,23}{100} = 0,16 \text{ мг.}$$

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с отрубями,

$$P_c^6 = \frac{1013 \cdot 9,57}{100} = 96,90 \text{ мг.}$$

Железо (Fe) вносится в батон "Отрубной" с мукой, дрожжами, солью и отрубями.

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Fe_c^1 = \frac{1,2 \cdot 63,77}{100} = 0,77 \text{ мг.}$$

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Fe_c^2 = \frac{3,2 \cdot 0,64}{100} = 0,02 \text{ мг.}$$

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$Fe_c^3 = \frac{2,9 \cdot 0,96}{100} = 0,03 \text{ мг.}$$

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с отрубями,

$$Fe_c^6 = \frac{10,57 \cdot 9,57}{100} = 1,01 \text{ мг.}$$

Содержание витаминов B₁ (тиамин), B₂ (рибофлавин) и PP (ниацин) в 100 г батона подсчитывается с учетом их количества в используемом сырье по формуле (3.6).

Витамин B₁ (тиамин) вносится в батон "Отрубной" с мукой, дрожжами и отрубями.

Количество витамина B₁, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$B_1^1 = \frac{0,17 \cdot 63,77}{100} = 0,11 \text{ мг.}$$

Количество витамина B₁, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$B_1^2 = \frac{0,6 \cdot 0,64}{100} = 0,004 \text{ мг.}$$

Количество витамина B₁, внесенного в 100 г продукта с отрубями,

$$B_1^6 = \frac{0,52 \cdot 9,57}{100} = 0,05 \text{ мг.}$$

Витамин В₂ (рибофлавин) вносится в батон "Отрубной" с мукой, маргарином, дрожжами и отрубями.

Количество витамина В₂, внесенного в 100 г продукта с мукой, $B_2^1 = \frac{0,04 \cdot 63,77}{100} = 0,03$ мг.

Количество витамина В₂, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $B_2^2 = \frac{0,68 \cdot 0,64}{100} = 0,004$ мг.

Количество витамина В₂, внесенного в 100 г продукта с маргарином, $B_2^5 = \frac{0,02 \cdot 2,23}{100} = 0,0004$ мг.

Количество витамина В₂, внесенного в 100 г продукта с отрубями, $B_2^6 = \frac{0,58 \cdot 9,57}{100} = 0,06$ мг.

Витамин РР (никотиновая кислота и никотинамид) вносится в батон "Отрубной" с мукой, дрожжами и отрубями.

Количество витамина РР, внесенного в 100 г продукта с мукой, $PP_1^1 = \frac{1,2 \cdot 63,77}{100} = 0,77$ мг.

Количество витамина РР, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $PP_1^2 = \frac{11,4 \cdot 0,64}{100} = 0,07$ мг.

Количество витамина РР, внесенного в 100 г продукта с отрубями, $PP_1^6 = \frac{10,5 \cdot 9,57}{100} = 1,00$ мг.

Общее количество пищевых волокон, внесенных в 100 г хлебных изделий с растительным сырьем, определяется по формуле (3.7). Пищевые волокна вносятся в батон "Отрубной" с мукой и отрубями.

Количество пищевых волокон, внесенных в 100 г продукта с мукой, $PB_c^1 = \frac{3,5 \cdot 63,77}{100} = 2,23$ г.

Количество пищевых волокон, внесенных в 100 г продукта с отрубями, $PB_c^1 = \frac{42,8 \cdot 9,57}{100} = 4,09$ г.

Общее количество усвояемых углеводов, внесенных в 100 г изделия с растительным сырьем, определяется по формуле (3.8). Усвояемые углеводы вносятся в батон "Отрубной" с мукой и сахаром.

Количество углеводов, внесенных в 100 г продукта с мукой, $y_c^1 = \frac{70,1 \cdot 63,77}{100} = 44,70$ г.

Количество углеводов, внесенных в 100 г продукта с сахаром, $y_c^4 = \frac{100 \cdot 2,55}{100} = 2,55$ г.

Количество органических кислот в 100 г батона "Отрубной" при кислотности мякиша не более 2,5 град рассчитывается по формуле (3.9):

$$OK = 2,5 \cdot 0,09 = 0,23 \text{ г.}$$

Полученные данные по химическому составу батона "Отрубной" суммируются в табл. 3.10.

Таблица 3.10. Химический состав 100 г батона "Отрубной"

Пищевые вещества	Сырьё							Количество, внесенное с сырьем	Коэффициент сохраняемости	Химический состав готового изделия
	Мука пшеничная высшего сорта	Дрожжи хлебопекарные прессованные	Соль поваренная	Сахар-песок	Маргарин молочный столовый	Вода	Пшеничные отруби			
Белки, г	6,57	0,08	-	-	0,01	-	1,49	8,14	-	8,14
Жиры, г	0,69	0,02	-	-	1,83	-	0,41	2,94	-	2,94
Углеводы усвояемые, г	44,70	-	-	2,55	-	-	-	47,25	-	47,25
Углеводы неусвояемые, г	2,23	-	-	-	-	-	4,09	6,33	-	6,33
Органические кислоты, г	-	-	-	-	-	-	-	0,23	-	0,23
Минеральные вещества, мг										
Na	1,91	0,13	370,27	0,03	3,82	0,36	0,19	376,71	-	376,71
K	77,80	3,76	0,09	0,08	0,22	-	113,06	195,01	-	195,01
Ca	11,48	0,17	3,52	9,39	0,25	1,79	6,98	33,57	-	33,57
Mg	10,20	0,33	0,21	-	0,02	0,40	58,44	69,60	-	69,60
P	54,84	2,55	0,73	-	0,16	-	96,90	155,17	-	155,17
Fe	0,77	0,02	0,03	0,01	-	-	1,01	1,83	-	1,83
Витамины, мг										
B ₁	0,11	0,004	-	-	-	-	0,05	0,16	0,80	0,13
B ₂	0,03	0,004	-	-	0,0004	-	0,06	0,09	0,92	0,08
PP	0,77	0,07	-	-	-	-	1,00	1,84	0,95	1,75

3.2.2. Расчет энергетической ценности батона

Энергетическая ценность хлебобулочных изделий рассчитывается по формуле (3.11).

$$\text{ЭЦ} = 8,14 \cdot 4,0 + 2,94 \cdot 9,0 + 47,25 \cdot 4,0 + 0,23 \cdot 3,0 = 248,73 \text{ ккал.}$$

3.2.3. Расчет биологической ценности белков батона

Белки в батон "Отрубной" вносятся с мукой пшеничной высшего сорта, дрожжами прессованными хлебопекарными, пшеничными отрубями и с маргарином молочным столовым. Содержание белка в маргарине молочном столовом ничтожно мало (0,01 г), поэтому им можно пренебречь. Расчет аминокислотного сора проводится по формуле (3.12).

Содержание лизина в муке пшеничной высшего сорта составляет 250 мг (0,25 г) на 100 г муки, в дрожжах – 0,913 г на 100 г дрожжей. Содержание лизина в пшеничных отрубях 0,6 г на 100 г отрубей. Необходимо пересчитать эти величины на 100 г белка муки, отрубей и дрожжей. Известно, что в 100 г муки содержится 10,3 г белка и в 100 г дрожжей содержится 12,7 г белка. В 100 г пшеничных отрубей содержится 15,55 г белка.

Количество лизина,
внесенного в 100 г продукта с
мукой,

$$AK_1^1 = \frac{100 \cdot 0,25}{10,3} = 2,43 \text{ г.}$$

Количество лизина,
внесенного в 100 г продукта с
дрожжами,

$$AK_1^2 = \frac{100 \cdot 0,913}{12,7} = 7,19 \text{ г.}$$

Количество лизина,
внесенного в 100 г продукта с
отрубями,

$$AK_1^6 = \frac{100 \cdot 0,6}{15,55} = 3,86 \text{ г.}$$

Аминокислотный скор по лизину:

$$C_1 = \frac{72,46 \cdot 10,3 \cdot 2,43 + 0,72 \cdot 12,7 \cdot 7,19 + 9,57 \cdot 15,55 \cdot 3,86}{72,46 \cdot 10,3 + 0,72 \cdot 12,7 + 9,57 \cdot 15,55} / 5,5 = 0,50.$$

Аминокислотный скор других незаменимых аминокислот рассчитываем аналогично. Полученные данные сведены в табл. 3.11.

Таблица 3.11. Расчет биологической ценности батона "Отрубной"

Незаменимые аминокислоты	Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта		Дрожжи прессованные хлебопекарные		Пшеничные отруби		Идеальный белок	Аминокислотный скор
	г на 100 муки	г на 100 г белка	г на 100 г дрожжей	г на 100 г белка	г на 100 г отрубей	г на 100 г белка		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лизин	0,25	2,43	0,91	7,19	0,60	3,86	5,5	0,49
Валин	0,47	4,57	0,69	5,49	0,73	4,69	5	0,92
Изолейцин	0,43	4,18	0,74	5,84	0,49	3,15	4	1,00
Лейцин	0,81	7,83	0,90	7,11	0,93	5,98	7	1,07

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Метионин+ цистеин	0,40	3,88	0,23	1,84	0,61	3,92	3,5	1,11
Треонин	0,31	3,02	0,64	5,07	0,5	3,22	4	0,77
Триптофан	0,10	0,97	0,17	1,37	0,28	1,80	1	1,13
Фенилаланин+ тирозин	0,83	8,06	0,49	3,91	1,03	6,62	6	1,29

Минимальный аминокислотный скор имеет лизин (0,49), поэтому выбираем её в качестве первой лимитирующей аминокислоты.

3.2.4. Расчет биологической эффективности жировых компонентов батона

Количество жирных кислот (НЖК, ПНЖК, МНЖК), внесенных в 100 г продукта с отдельными ингредиентами сырья, рассчитывается по формуле (3.13). Жиры вносятся в батон "Отрубной" с мукой, дрожжами, отрубями и маргарином.

Насыщенные жирные кислоты:

Количество НЖК, внесенных в 100 г продукта с мукой,
$$\text{НЖК}_c^1 = \frac{0,15 \cdot 63,77}{100} = 0,10 \text{ г.}$$

Количество НЖК, внесенных в 100 г продукта с дрожжами,
$$\text{НЖК}_c^2 = \frac{0,5 \cdot 0,64}{100} = 0,003 \text{ г.}$$

Количество НЖК, внесенных в 100 г продукта с маргарином,
$$\text{НЖК}_c^5 = \frac{17,4 \cdot 2,23}{100} = 0,39 \text{ г.}$$

Количество НЖК, внесенных в 100 г продукта с отрубями,
$$\text{НЖК}_c^6 = \frac{0,63 \cdot 9,57}{100} = 0,06 \text{ г.}$$

Насыщенных жирных кислот в 100 г батона
$$\text{НЖК} = 0,10 + 0,003 + 0,39 + 0,06 = 0,55 \text{ г.}$$

Мононенасыщенные жирные кислоты:

Количество МНЖК, внесенных в 100 г продукта с мукой,
$$\text{МНЖК}_c^1 = \frac{0,1 \cdot 63,77}{100} = 0,06 \text{ г.}$$

Количество МНЖК, внесенных в 100 г продукта с дрожжами,
$$\text{МНЖК}_c^2 = \frac{0,72 \cdot 0,64}{100} = 0,005 \text{ г.}$$

Количество МНЖК, внесенных в 100 г продукта с маргарином,
$$\text{МНЖК}_c^5 = \frac{42,9 \cdot 2,23}{100} = 0,96 \text{ г.}$$

Количество МНЖК, внесенных в 100 г продукта с отрубями,
$$\text{МНЖК}_c^6 = \frac{0,64 \cdot 9,57}{100} = 0,06 \text{ г.}$$

Мононенасыщенных жирных кислот в 100 г батона $\text{МНЖК} = 0,06 + 0,005 + 0,96 + 0,06 = 1,09$ г.

Полиненасыщенные жирные кислоты:

Количество ПНЖК, внесенных в 100 г продукта с мукой, $\text{ПНЖК}_c^1 = \frac{0,51 \cdot 63,77}{100} = 0,33$ г.

Количество ПНЖК, внесенных в 100 г продукта с дрожжами, $\text{ПНЖК}_c^2 = \frac{0,42 \cdot 0,64}{100} = 0,003$ г.

Количество ПНЖК, внесенных в 100 г продукта с маргарином, $\text{ПНЖК}_c^5 = \frac{17,8 \cdot 2,23}{100} = 0,40$ г.

Количество ПНЖК, внесенных в 100 г продукта с отрубями, $\text{ПНЖК}_c^6 = \frac{2,21 \cdot 9,57}{100} = 0,21$ г.

Полиненасыщенных жирных кислот в 100 г батона $\text{ПНЖК} = 0,33 + 0,003 + 0,40 + 0,21 = 0,833$ г.

Полученные данные сведем в табл. 3.12.

Таблица 3.12. Содержание жирных кислот, внесенных в 100 г продукта

Липиды и их фракции	Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта		Дрожжи прессованные хлебопекарные		Маргарин столовый		Отруби пшеничные		Сумма липидов, г на 100 г продукта
	г на 100 муки	г на 100 г продукта	г на 100 г дрожжей	г на 100 г продукта	г на 100 маргарина	г на 100 г продукта	г на 100 отрубей	г на 100 г продукта	
НЖК	0,15	0,10	0,5	0,003	17,4	0,39	0,63	0,06	0,547
МНЖК	0,1	0,06	0,72	0,005	42,9	0,96	0,64	0,06	1,087
ПНЖК	0,51	0,33	0,42	0,003	17,8	0,40	2,21	0,21	0,937

$$\text{НЖК:МНЖК:ПНЖК} = 0,547:1,087:0,937 = 1:2:1,7.$$

По соотношению НЖК:МНЖК:ПНЖК оценим соответствие жирового компонента "идеальному" липиду путем расчета параметра отклонения по формулам (3.14 и 3.15).

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{НЖК}} &= |1 - 1| = 0; \\ \Delta_{\text{МНЖК}} &= |2 - 1| = 1; \\ \Delta_{\text{ПНЖК}} &= |1,7 - 1| = 0,7; \\ \Delta &= 0 + 1 + 0,7 = 1,7. \end{aligned}$$

Для определения соотношения ω -3: ω -6 жирных кислот составим табл. 3.13.

Таблица 3.13. Содержание ω -3: ω -6 жирных кислот, внесенных в 100 г продукта

Сырье	Количество ω -3, внесенных в 100 г продукта с сырьем, г	Количество ω -6, внесенных в 100 г продукта с сырьем, г
Мука	$\omega 3_c^1 = \frac{0,03 \cdot 63,77}{100} = 0,02$	$\omega 6_c^1 = \frac{0,48 \cdot 63,77}{100} = 0,31$
Дрожжи	$\omega 3_c^2 = \frac{0,1 \cdot 0,64}{100} = 0,0006$	$\omega 6_c^2 = \frac{0,31 \cdot 0,64}{100} = 0,002$
Маргарин	$\omega 3_c^5 = \frac{0 \cdot 2,23}{100} = 0$	$\omega 6_c^5 = \frac{17,8 \cdot 2,23}{100} = 0,40$
Отруби	$\omega 3_c^6 = \frac{0,18 \cdot 9,57}{100} = 0,02$	$\omega 6_c^6 = \frac{2,04 \cdot 9,57}{100} = 0,2$
Общее количество	$\omega 3 = 0,02 + 0,0006 + 0 + 0,02 = 0,037$	$\omega 6 = 0,31 + 0,002 + 0,4 + 0,2 = 0,90$

Таким образом, соотношение ω -3: ω -6=0,037:0,90=1:24,3. Следовательно, содержание ω -6 ПНЖК превышает оптимальное соотношение в 2,5 раза по сравнению с "идеальным" липидом.

3.2.5. Определение пищевой ценности батона

Исходя из значений, полученных в пунктах 3.2.1. –3.2.4., табл. 3.10 и норм рационального питания рассчитаем степень удовлетворения суточной потребности человека на примере женщин группы I (1,4) – от 18 до 29 лет (студенток) в основных пищевых веществах и энергии за счет употребления 100 г батона "Отрубной". Для определения степени удовлетворения суточной потребности человека в конкретном пищевом веществе следует сравнить его содержание с нормами, %:

по белку

$$X_1 = \frac{8,14 \cdot 100}{61} = 13,35,$$

жиру

$$X_2 = \frac{2,94 \cdot 100}{67} = 4,39,$$

усвояемым углеводам

$$X_3 = \frac{47,25 \cdot 100}{289} = 16,35,$$

пищевым волокнам

$$X_4 = \frac{6,33 \cdot 100}{20} = 31,63,$$

органическим кислотам

$$X_5 = \frac{0,23 \cdot 100}{2} = 11,5;$$

минеральным веществам:

натрий

$$X_6 = \frac{376,71 \cdot 100}{1300} = 28,98,$$

калий

$$X_7 = \frac{195,01 \cdot 100}{2500} = 7,80,$$

кальций

$$X_8 = \frac{24,26 \cdot 100}{1000} = 2,43,$$

магний

$$X_9 = \frac{69,6 \cdot 100}{400} = 17,40,$$

фосфор $X_{10} = \frac{155,17 \cdot 100}{800} = 19,40,$
 железо $X_{11} = \frac{1,83 \cdot 100}{18} = 10,18;$
 витаминам:
 В₁ $X_{12} = \frac{0,13 \cdot 100}{90} = 0,14,$
 В₂ $X_{13} = \frac{0,08 \cdot 100}{1,5} = 5,33,$
 РР $X_{14} = \frac{1,75 \cdot 100}{1,8} = 97,22;$
 энергетической ценности: $X_{16} = \frac{248,73 \cdot 100}{2000} = 12,44.$

Полученные значения сведем в табл. 3.14 и сравним пищевую ценность батонов "Нарезной" и "Отрубной".

Таблица 3.14. Пищевая ценность батонов

Показатель	Батон "Нарезной"		Батон "Отрубной"	
	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %
Химический состав				
Белки, г	7,56	12,40	8,14	13,35
Жиры, г	2,88	4,30	2,94	4,39
Углеводы усвояемые, г	53,69	18,58	47,25	16,35
Углеводы неусвояемые, г (пищевые волокна)	2,54	12,68	6,33	31,63
Органические кислоты, г	0,23	12,40	0,23	12,40
Минеральные вещества, мг				
Натрий	427,80	32,91	376,71	28,98
Калий	93,12	3,72	195,01	7,80
Кальций	19,36	1,94	24,26	2,43
Магний	12,62	3,15	69,60	17,40
Фосфор	66,22	8,28	155,17	19,40
Железо	0,93	5,18	1,83	10,18
Витамины, мг				
Тиамин (В ₁)	0,13	0,11	0,16	0,14
Рибофлавин (В ₂)	0,03	2	0,09	5,33
Ниацин (РР)	0,95	50	1,84	97,22
Биологическая ценность (аминокислотный скор)	0,45		0,497	
Биологическая эффективность				
Параметр отклонения от "идеального" липида	1,6		1,7	
Соотношение ω-3:ω-6	1:36		1:24	
Энергетическая ценность, ккал	270,26	13,58	248,73	12,44

Из расчетных данных видно, что степень удовлетворения суточной потребности в пищевых волокнах при потреблении 100 г хлеба, обогащенного пшеничными отрубями, составила 31 %. При потреблении 200 г/сут обогащенного отрубями хлеба удовлетворяется 62 % нормы физиологической потребности в пищевых волокнах. Соответственно, хлеб "Отрубной" является функциональным пищевым продуктом.

В отрубях также содержатся минеральные вещества и витамины, благодаря чему степень удовлетворения суточной потребности практически во всех микронутриентах в образце с отрубями больше, чем в контрольном.

Соотношение ω -3: ω -6 у батона "Отрубной" ближе к сбалансированному, чем в контрольном образце, т.к. соотношение ω -3: ω -6 у отрубей практически совпадает с рекомендуемым.

3.3. Расчет пищевой ценности батона «Нарезной, обогащенный инулином»

3.3.1. Расчет химического состава батона

В табл. 3.15 приведена рецептура на батон "Нарезной, обогащенный инулином".

Таблица 3.15. Рецептура батона "Нарезной, обогащенный инулином"

Сырье	Количество сырья, кг	Влажность, %
Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта	100	14,5
Дрожжи хлебопекарные, прессованные	1	75
Соль поваренная	1,5	0,25
Сахар – песок	4	0,15
Маргарин столовый	3,5	16,2
Инулин "ВенеоНРХ"	7	5
ИТОГО	117	

Принимаем влажность теста 42,5 %. Для расчета количества воды, внесенной в тесто с сырьем по рецептуре на 100 кг муки, составим табл. 3.16. Пересчитаем выход готового изделия батона "Нарезной, обогащенный инулином", зная количество сырья по рецептуре:

$$Q_{\text{изд}} = \frac{110 \cdot 117}{138} = 146,78 \%$$

Количество воды, внесенной в 100 г изделия, определяется по формуле (3.1):

$$m_{\text{в}} = \left(\frac{100,82 \cdot 42,5}{100 - 42,5} - 16,17 \right) \frac{100}{146,78} = 39,75 \text{ г.}$$

Таблица 3.16. Определение количества воды, внесенной в тесто с сырьем по рецептуре на 100 кг муки

Сырье	Количество сырья, кг	Влажность, %	Количество сухих веществ		Вода, кг
			%	кг	
Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта	100	14,5	85,5	85,5	14,5
Дрожжи хлебопекарные, прессованные	1	75	25	0,25	0,75
Соль поваренная	1,5	0,25	99,75	1,49	0,01
Сахар – песок	4	0,15	98,85	3,99	0,01
Маргарин столовый	3,5	16,2	83,8	2,93	0,57
Инулин "ВенеоНРХ"	7	5	95	6,65	0,35
ИТОГО	117			100,82	16,18

Количество сырья (мука, вода, дрожжи, соль, сахар, жир и т.д.), внесенного в 100 г изделия, рассчитывается по формуле (3.2).

Количество муки, внесенной в 100 г изделия, $m_c^1 = \frac{100 \cdot 100}{146,78} = 68,13$ г.

Количество дрожжей, внесенных в 100 г изделия, $m_c^2 = \frac{1 \cdot 100}{146,78} = 0,68$ г.

Количество соли, внесенной в 100 г изделия, $m_c^3 = \frac{1,5 \cdot 100}{146,78} = 1,02$ г.

Количество сахара, внесенного в 100 г изделия, $m_c^4 = \frac{4 \cdot 100}{146,78} = 2,73$ г.

Количество маргарина, внесенного в 100 г изделия, $m_c^5 = \frac{3,5 \cdot 100}{146,78} = 2,38$ г.

Количество инулина, внесенного в 100 г изделия, $m_c^6 = \frac{15 \cdot 100}{146,78} = 4,77$ г.

Таким образом, в 100 г батона "Нарезной, обогащенный инулином" содержится: 68,13 г муки; 39,75 г воды; 4,77 г инулина; 2,73 г сахара; 2,38 г маргарина; 1,02 г соли и 0,68 г дрожжей.

Зная количество ингредиентов сырья, внесенных в 100 г изделия и химический состав каждого вида сырья (см. приложение Б), рассчитывается химический состав 100 г батона "Нарезной, обогащенный инулином".

БЕЛКИ

Количество белков, внесенных в 100 г продукта с отдельными ингредиентами сырья определяется по формуле (3.3).

Белки вносятся в батон "Нарезной, обогащенный инулином" с мукой, дрожжами и маргарином.

Количество белков, внесенных в 100 г продукта с мукой,

$$B_c^1 = \frac{10,3 \cdot 68,13}{100} = 7,02 \text{ г.}$$

Количество белков, внесенных в 100 г продукта с дрожжами,

$$B_c^2 = \frac{12,7 \cdot 0,68}{100} = 0,09 \text{ г.}$$

Количество белков, внесенных в 100 г продукта с маргарином,

$$B_c^5 = \frac{0,3 \cdot 2,38}{100} = 0,01 \text{ г.}$$

ЖИРЫ

Количество жира, внесенного в 100 г продукта с отдельными видами сырья, рассчитывается по формуле (3.4).

Жиры вносятся в батон "Нарезной, обогащенный инулином" с мукой, дрожжами и маргарином.

Количество жиров, внесенных в 100 г продукта с мукой,

$$J_c^1 = \frac{1,08 \cdot 68,13}{100} = 0,74 \text{ г.}$$

Количество жиров, внесенных в 100 г продукта с дрожжами,

$$J_c^1 = \frac{2,7 \cdot 0,68}{100} = 0,02 \text{ г.}$$

Количество жиров, внесенных в 100 г продукта с маргарином,

$$J_c^5 = \frac{82 \cdot 2,38}{100} = 1,96 \text{ г.}$$

Количество минеральных элементов (зольность изделия), внесенных в 100 г продукта с отдельными ингредиентами сырья, рассчитывается по формуле (3.5).

Натрий (Na) вносится в батон "Нарезной, обогащенный инулином" с мукой, водой, дрожжами, солью, маргарином и сахаром.

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Na_c^1 = \frac{3 \cdot 68,13}{100} = 2,04 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Na_c^2 = \frac{21 \cdot 0,68}{100} = 0,14 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$Na_c^3 = \frac{38710 \cdot 1,02}{100} = 395,6 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с сахаром,

$$Na_c^4 = \frac{1 \cdot 2,73}{100} = 0,03 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$Na_c^5 = \frac{171 \cdot 2,38}{100} = 4,08 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с водой,

$$Na_c^7 = \frac{0,9 \cdot 39,75}{100} = 0,36 \text{ мг.}$$

Калий (K) вносится в батон "Нарезной, обогащенный инулином" с мукой, дрожжами, солью, маргарином и сахаром.

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$K_c^1 = \frac{122 \cdot 68,13}{100} = 83,12 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$K_c^2 = \frac{590 \cdot 0,68}{100} = 4,02 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$K_c^3 = \frac{9 \cdot 1,02}{100} = 0,09 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с сахаром,

$$K_c^4 = \frac{3 \cdot 2,73}{100} = 0,08 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$K_c^5 = \frac{10 \cdot 2,38}{100} = 0,24 \text{ мг.}$$

Кальций (Ca) вносится в батон "Нарезной, обогащенный инулином" с мукой, водой, дрожжами, солью, маргарином и сахаром.

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Ca_c^1 = \frac{18 \cdot 68,13}{100} = 12,26 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Ca_c^2 = \frac{27 \cdot 0,68}{100} = 0,18 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$Ca_c^3 = \frac{368 \cdot 1,02}{100} = 3,76 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с сахаром,

$$Ca_c^4 = \frac{368 \cdot 2,73}{100} = 10,03 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$Ca_c^5 = \frac{11 \cdot 2,38}{100} = 0,26 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с водой,

$$Ca_c^7 = \frac{4,5 \cdot 39,75}{100} = 1,79 \text{ мг.}$$

Магний (Mg) вносится в батон "Нарезной, обогащенный инулином" с мукой, водой, дрожжами, солью, маргарином.

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Mg_c^1 = \frac{16 \cdot 68,13}{100} = 10,90 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Mg_c^2 = \frac{51 \cdot 0,68}{100} = 0,35 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$Mg_c^3 = \frac{22 \cdot 1,02}{100} = 0,22 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$Mg_c^5 = \frac{1 \cdot 2,38}{100} = 0,02 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с водой,

$$Mg_c^7 = \frac{1 \cdot 39,75}{100} = 0,40 \text{ мг.}$$

Фосфор (P) вносится в батон "Нарезной, обогащенный инулином" с мукой, дрожжами, солью, маргарином.

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$P_c^1 = \frac{86 \cdot 68,13}{100} = 58,59 \text{ мг.}$$

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$P_c^2 = \frac{400 \cdot 0,68}{100} = 2,73 \text{ мг.}$$

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$P_c^3 = \frac{76 \cdot 1,02}{100} = 0,78 \text{ мг.}$$

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$P_c^5 = \frac{7 \cdot 2,38}{100} = 0,17 \text{ мг.}$$

Железо (Fe) вносится в батон "Нарезной, обогащенный инулином" с мукой, дрожжами, солью.

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Fe_c^1 = \frac{1,2 \cdot 68,13}{100} = 0,82 \text{ мг.}$$

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Fe_c^2 = \frac{3,2 \cdot 0,68}{100} = 0,02 \text{ мг.}$$

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$Fe_c^3 = \frac{2,9 \cdot 1,02}{100} = 0,03 \text{ мг.}$$

Содержание витаминов в 100 г хлебных изделий подсчитывается с учетом их количества в используемом сырье по формуле (3.6).

Витамин В₁ (тиамин) вносится в батон с мукой и дрожжами.

Количество витамина В₁, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$B_1^1 = \frac{0,17 \cdot 68,13}{100} = 0,12 \text{ мг.}$$

Количество витамина В₁, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$B_1^2 = \frac{0,6 \cdot 0,68}{100} = 0,004 \text{ мг.}$$

Витамин В₂ (рибофлавин) вносится в батон с мукой, маргарином и дрожжами.

Количество витамина В₂, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$B_2^1 = \frac{0,04 \cdot 68,13}{100} = 0,03 \text{ мг.}$$

Количество витамина В₂, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $B_2^2 = \frac{0,68 \cdot 0,68}{100} = 0,005$ мг.

Количество витамина В₂, внесенного в 100 г продукта с маргарином, $B_2^5 = \frac{0,02 \cdot 2,38}{100} = 0,0005$ мг.

Витамин РР вносится в батон с мукой и дрожжами.

Количество витамина РР, внесенного в 100 г продукта с мукой, $PP_1^1 = \frac{1,2 \cdot 68,13}{100} = 0,82$ мг.

Количество витамина РР, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $PP_1^2 = \frac{11,4 \cdot 0,68}{100} = 0,08$ мг.

Общее количество пищевых волокон, внесенных в 100 г изделия с растительным сырьем, определяется по формуле (3.7). Пищевые волокна вносятся в батон "Нарезной, обогащенный инулином" с мукой и инулином.

Количество пищевых волокон, внесенных в 100 г продукта с мукой, $PB_c^1 = \frac{3,5 \cdot 68,13}{100} = 2,38$ мг.

Количество пищевых волокон, внесенных в 100 г продукта с инулином, $PB_c^1 = \frac{92 \cdot 4,77}{100} = 4,39$ мг.

УСВОЯЕМЫЕ УГЛЕВОДЫ

Общее количество усвояемых углеводов, внесенных в 100 г изделия с растительным сырьем, определяется по формуле (3.8). Усвояемые углеводы вносятся в батон с мукой, инулином и сахаром.

Количество углеводов, внесенных в 100 г продукта с мукой, $y_c^1 = \frac{70,1 \cdot 68,13}{100} = 47,76$ мг.

Количество углеводов, внесенных в 100 г продукта с сахаром, $y_c^4 = \frac{100 \cdot 2,73}{100} = 2,73$ мг.

Количество углеводов, внесенных в 100 г продукта с инулином, $y_c^6 = \frac{3 \cdot 4,77}{100} = 0,14$ мг.

Количество органических кислот в 100 г батона "Нарезной, обогащенный инулином" при кислотности мякиша не более 2,5 град рассчитывается по формуле (3.9):

$$OK = 2,5 \cdot 0,09 = 0,23 \text{ г.}$$

Полученные данные по химическому составу батона "Нарезной, обогащенный инулином" суммируются в табл. 3.17.

Таблица 3.17. Химический состав 100 г батона "Нарезной, обогащенный инулином"

Пищевые вещества	Сырьё							Количество, внесенное с сырьем	Коэффициент сохраняемости	Химический состав готового изделия
	Мука пшеничная высшего сорта	Дрожжи хлебопекарные пресованные	Соль поваренная	Сахар-песок	Мargarин молочный столовый	Вода	Инулин			
Белки, г	7,02	0,09	-	-	0,01	-	-	7,11	-	7,11
Жиры, г	0,74	0,02	-	-	1,96	-	-	2,71	-	2,71
Углеводы усвояемые, г	47,76	-	-	2,73	-	-	0,14	50,62	-	50,62
Углеводы неусвояемые, г	2,38	-	-	-	-	-	4,39	6,77	-	6,77
Органические кислоты, г	-	-	-	-	-	-	-	0,23	-	0,23
Минеральные вещества, г										
Na, мг	2,04	0,14	395,59	0,03	4,08	0,36	-	402,24	-	402,24
K, мг	83,12	4,02	0,09	0,08	0,24	0,00	-	87,55	-	87,55
Ca, мг	12,26	0,18	3,76	10,03	0,26	1,79	-	28,29	-	28,29
Mg, мг	10,90	0,35	0,22	-	0,02	0,40	-	11,89	-	11,89
P, мг	58,59	2,73	0,78	-	0,17	-	-	62,26	-	62,26
Fe, мг	0,82	0,02	0,03	0,01	-	-	-	0,88	-	0,88
Витамины, мг										
Всего	0,96	0,09	-	-	0,0005	-	-	1,05	-	0,99
B ₁	0,12	0,004	-	-	-	-	-	0,12	0,80	0,1
B ₂	0,03	0,005	-	-	0,0005	-	-	0,03	0,92	0,03
PP	0,82	0,08	-	-	-	-	-	0,90	0,95	0,86

3.3.2 Расчет энергетической ценности батона

Энергетическая ценность хлебобулочных изделий рассчитывается по формуле (3.11):

$$\text{ЭЦ} = 7,11 \cdot 4,0 + 2,71 \cdot 9,0 + 50,62 \cdot 4,0 + 0,23 \cdot 3,0 = 256 \text{ ккал.}$$

3.3.3. Расчет биологической ценности белков батона

Белки в батон "Нарезной, обогащенный инулином" вносятся с мукой пшеничной высшего сорта, дрожжами пресованными хлебопекарными и с

маргарином молочным столовым. Содержание белка в маргарине молочном столовом ничтожно мало (0,01 г), поэтому им можно пренебречь.

Аминокислотный скор по лизину:

Содержание лизина в муке пшеничной высшего сорта составляет 250 мг (0,25 г) на 100 г муки, в дрожжах – 0,913 г на 100 г дрожжей. Необходимо пересчитать эти величины на 100 г белка муки и дрожжей. Известно, что в 100 г муки содержится 10,3 г белка и в 100 г дрожжей содержится 12,7 г белка. С помощью пропорции осуществляем расчет.

Количество лизина, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$AK_1^1 = \frac{100 \cdot 0,25}{10,3} = 2,43 \text{ мг.}$$

Количество лизина, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$AK_1^2 = \frac{100 \cdot 0,913}{12,7} = 7,19 \text{ мг.}$$

Аминокислотный скор по лизину

$$C_1 = \frac{68,13 \cdot 10,3 \cdot 2,43 + 0,68 \cdot 12,7 \cdot 7,19}{68,13 \cdot 10,3 + 0,68 \cdot 12,7} / 5 = 0,45.$$

По другим аминокислотам расчет проводим аналогично. Сведем полученные данные в табл. 3.18, и определим первую лимитирующую аминокислоту.

Таблица 3.18. Расчет биологической ценности батона "Нарезной, обогащенный инулином"

Незаменимые аминокислоты	Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта		Дрожжи прессованные хлебопекарные		Идеальный белок	Аминокислотный скор
	г на 100 муки	г на 100 г белка	г на 100 г дрожжей	г на 100 г белка		
Лизин	0,25	2,43	0,913	7,19	5,5	0,45
Валин	0,471	4,57	0,698	5,50	5	0,92
Изолейцин	0,43	4,17	0,741	5,83	4	1,05
Лейцин	0,806	7,83	0,903	7,11	7	1,12
Метионин +цистеин	0,4	3,883	0,233	1,83	3,5	1,10
Треонин	0,311	3,02	0,644	5,07	4	0,76
Триптофан	0,1	0,97	0,174	1,37	1	0,98
Фенилаланин + тирозин	0,83	8,058	0,496	3,91	6	1,34

Минимальный аминокислотный скор имеет лизин (0,45), поэтому выбираем её в качестве первой лимитирующей аминокислоты.

3.3.4. Расчет биологической эффективности жировых компонентов батона

Количество жирных кислот (НЖК, ПНЖК, МНЖК), внесенных в 100 г продукта с отдельными ингредиентами сырья, рассчитывается по формуле (3.13). Жиры вносятся в батон "Нарезной, обогащенный инулином" с мукой, дрожжами и маргарином.

Насыщенные жирные кислоты:

Количество НЖК, внесенных в 100 г продукта с мукой
$$\text{НЖК}_c^1 = \frac{0,15 \cdot 68,13}{100} = 0,10 \text{ г.}$$

Количество НЖК, внесенных в 100 г продукта с дрожжами
$$\text{НЖК}_c^2 = \frac{0,5 \cdot 0,68}{100} = 0,003 \text{ г.}$$

Количество НЖК, внесенных в 100 г продукта с маргарином
$$\text{НЖК}_c^5 = \frac{17,4 \cdot 2,38}{100} = 0,42 \text{ г.}$$

Насыщенных жирных кислот в 100 г батона
$$\text{НЖК} = 0,10 + 0,003 + 0,42 = 0,52 \text{ г.}$$

Мононенасыщенные жирные кислоты

Количество МНЖК, внесенных в 100 г продукта с мукой,
$$\text{МНЖК}_c^1 = \frac{0,1 \cdot 68,13}{100} = 0,07 \text{ г.}$$

Количество МНЖК, внесенных в 100 г продукта с дрожжами,
$$\text{МНЖК}_c^2 = \frac{0,72 \cdot 0,68}{100} = 0,005 \text{ г.}$$

Количество МНЖК, внесенных в 100 г продукта с маргарином,
$$\text{МНЖК}_c^5 = \frac{42,9 \cdot 2,38}{100} = 1,02 \text{ г.}$$

Мононенасыщенных жирных кислот в 100 г батона
$$\text{МНЖК} = 0,07 + 0,005 + 1,02 = 1,10 \text{ г.}$$

Полиненасыщенные жирные кислоты

Количество ПНЖК, внесенных в 100 г продукта с мукой,
$$\text{ПНЖК}_c^1 = \frac{0,51 \cdot 68,13}{100} = 0,35 \text{ г.}$$

Количество ПНЖК, внесенных в 100 г продукта с дрожжами,
$$\text{ПНЖК}_c^2 = \frac{0,42 \cdot 0,68}{100} = 0,003 \text{ г.}$$

Количество ПНЖК, внесенных в 100 г продукта с маргарином,
$$\text{ПНЖК}_c^5 = \frac{17,8 \cdot 2,38}{100} = 0,42 \text{ г.}$$

Полиненасыщенных жирных кислот в 100 г батона
$$\text{ПНЖК} = 0,35 + 0,003 + 0,42 = 0,78 \text{ г.}$$

Полученные данные сведем в табл. 3.19.

Таблица 3.19. Содержание жирных кислот, внесенных в 100 г продукта

Липиды и их фракции	Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта		Дрожжи прессованные хлебопекарные		Маргарин столовый		Сумма липидов, г на 100 г продукта
	г на 100 муки	г на 100 г продукта	г на 100 г дрожжей	г на 100 г продукта	г на 100 маргарина	г на 100 г продукта	
НЖК	0,15	0,10	0,5	0,003	17,4	0,42	0,52
МНЖК	0,1	0,07	0,72	0,005	42,9	1,02	1,10
ПНЖК	0,52	0,35	0,42	0,003	17,8	0,42	0,78

НЖК:МНЖК:ПНЖК=0,52:1,1:0,78=1:2,1:1,5.

Соотношение НЖК:МНЖК:ПНЖК такое же, как и у батона "Нарезной", следовательно коэффициент отклонения от "идеального" липида равен $\Delta = 1,6$.

Для определения соотношения ω -3: ω -6 жирных кислот составим табл. 3.20.

Таблица 3.20. Содержание ω -3: ω -6 жирных кислот, внесенных в 100 г продукта

Сырье	Количество ω -3, внесенных в 100 г продукта с сырьем, г	Количество ω -6, внесенных в 100 г продукта с сырьем, г
Мука	$\omega 3_c^1 = \frac{0,03 \cdot 68,13}{100} = 0,02$	$\omega 6_c^1 = \frac{0,48 \cdot 68,13}{100} = 0,33$
Дрожжи	$\omega 3_c^2 = \frac{0,1 \cdot 0,68}{100} = 0,0007$	$\omega 6_c^2 = \frac{0,31 \cdot 0,68}{100} = 0,002$
Маргарин	$\omega 3_c^5 = \frac{0 \cdot 2,38}{100} = 0$	$\omega 6_c^5 = \frac{17,8 \cdot 2,38}{100} = 0,42$
Общее количество	$\omega 3 = 0,02 + 0,0007 + 0 = 0,021$	$\omega 6 = 0,33 + 0,002 + 0,42 = 0,75$

Таким образом, соотношение ω -3: ω -6=0,021:0,75=1:35,7. Следовательно, содержание ω -6 ПНЖК превышает оптимальное соотношение в 3,5 раза по сравнению с "идеальным" липидом.

3.3.5. Определение пищевой ценности батона

Исходя из значений, полученных в пунктах 3.3.1. – 3.3.4., табл. 3.17 и норм рационального питания, рассчитаем степень удовлетворения суточной потребности человека на примере женщин группы I (1,4) – от 18 до 29 лет (студенток) в основных пищевых веществах и энергии за счет употребления 100 г батона "Нарезной, обогащенный инулином".

Для определения степени удовлетворения суточной потребности человека в конкретном пищевом веществе следует сравнить его содержание с нормами, %:

по белку	$X_1 = \frac{7,11 \cdot 100}{61} = 11,66,$
жиру	$X_2 = \frac{2,71 \cdot 100}{67} = 4,04,$
усвояемым углеводам	$X_3 = \frac{50,62 \cdot 100}{289} = 17,52,$
пищевым волокнам	$X_4 = \frac{6,77 \cdot 100}{20} = 33,86,$
органическим кислотам	$X_5 = \frac{0,23 \cdot 100}{2} = 11,5;$
минеральным веществам:	
натрий	$X_6 = \frac{402,24 \cdot 100}{1300} = 30,94,$
калий	$X_7 = \frac{87,55 \cdot 100}{2500} = 3,5,$
кальций	$X_8 = \frac{18,34 \cdot 100}{1000} = 1,83,$
магний	$X_9 = \frac{11,89 \cdot 100}{400} = 2,97,$
фосфор	$X_{10} = \frac{62,26 \cdot 100}{800} = 7,78,$
железо	$X_{11} = \frac{0,88 \cdot 100}{18} = 4,87;$
витаминам:	
B ₁	$X_{12} = \frac{0,1 \cdot 100}{90} = 0,11,$
B ₂	$X_{13} = \frac{0,03 \cdot 100}{1,5} = 2,16,$
РР	$X_{14} = \frac{0,86 \cdot 100}{1,8} = 47,78;$
энергетической ценности	$X_{16} = \frac{256 \cdot 100}{2000} = 12,80.$

Полученные значения сведем в табл. 3.21.

Из расчетных данных видно, что степень удовлетворения суточной потребности в пищевых волокнах при потреблении 100 г хлеба, обогащенного инулином "Венео НРХ" составила 34 %. При потреблении 200 г/сут обогащенного инулином хлеба удовлетворяется 68 % нормы физиологической потребности в пищевых волокнах. Соответственно, хлеб "Нарезной, обогащенный инулином" является функциональным пищевым продуктом.

Инулин может быть использован в диабетической диете. Он обладает сахароснижающим свойством, повышает иммунитет, улучшает липидный обмен у страдающих ожирением, обладает пребиотическим эффектом.

Таблица 3.21. Пищевая ценность батона
"Нарезной, обогащенный инулином"

Показатель	Батон «Нарезной»		Батон «Нарезной, обогащенный инулином»	
	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %
Химический состав				
Белки, г	7,56	12,40	7,11	11,66
Жиры, г	2,88	4,30	2,71	4,04
Углеводы усвояемые, г	53,69	18,58	50,62	17,52
Углеводы неусвояемые (пищевые волокна), г	2,54	12,68	6,77	33,86
Органические кислоты, г	0,23	12,40	0,23	12,40
Минеральные вещества, мг				
Натрий	427,80	32,91	402,24	30,94
Калий	93,12	3,72	87,55	3,50
Кальций	19,36	1,94	18,34	1,83
Магний	12,62	3,15	11,89	2,97
Фосфор	66,22	8,28	62,26	7,78
Железо	0,93	5,18	0,88	4,87
Витамины, мг				
Тиамин (В ₁)	0,13	0,11	0,10	0,11
Рибофлавин (В ₂)	0,03	2	0,03	2,16
Ниацин (РР)	0,95	50	0,86	47,78
Биологическая ценность (аминокислотный скор)	0,45		0,45	
Биологическая эффективность				
Коэффициент отклонения от «идеального» липида	1,6		1,6	
Соотношение ω-3:ω-6	1:36		1:36	
Энергетическая ценность, ккал	271,66	13,58	256	12,8

Обогащение хлебобулочных изделий витаминами и минералами

В настоящее время имеются многочисленные предложения витаминно-минеральных комплексов для обогащения хлебобулочных изделий. Рассмотрим изменение пищевой ценности батона "Нарезной" при внесении в его рецептуру, например, комплексной пищевой добавки "Валетек-8" и добавки "Витен ТВ". Приведем расчет пищевой ценности обогащенных хлебобулочных изделий.

3.4. Расчет пищевой ценности батона "Нарезной, обогащенный "Валетек-8"

3.4.1. Расчет химического состава батона

В табл. 3.22 приведена рецептура на батон "Нарезной, обогащенный "Валетек-8".

Таблица 3.22. Рецептура батона "Нарезной, обогащенный "Валетек-8"

Сырье	Количество сырья, кг	Влажность, %
Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта	100	14,5
Дрожжи хлебопекарные, прессованные	1	75
Соль поваренная	1,5	0,25
Сахар – песок	4	0,15
Маргарин столовый	3,5	16,2
Валетек-8	2	
ИТОГО	112	

Принимаем влажность теста 42,5 %. Выход готового хлебобулочного изделия в соответствии со "Сборником рецептов на хлебобулочные изделия, вырабатываемые по государственным стандартам", 1998 г. для батона равен 138 %.

Количество муки, внесенной в 100 г изделия,

$$m_c^1 = \frac{100 \cdot 100}{138} = 72,46 \text{ г.}$$

Количество дрожжей, внесенных в 100 г изделия,

$$m_c^2 = \frac{1 \cdot 100}{138} = 0,72 \text{ г.}$$

Количество соли, внесенной в 100 г изделия,

$$m_c^3 = \frac{1,5 \cdot 100}{138} = 1,09 \text{ г.}$$

Количество сахара, внесенного в 100 г изделия,

$$m_c^4 = \frac{4 \cdot 100}{138} = 2,90 \text{ г.}$$

Количество маргарина, внесенного в 100 г изделия,

$$m_c^5 = \frac{3,5 \cdot 100}{138} = 2,54 \text{ г.}$$

Количество добавки "Валетек-8",
внесенной в 100 г изделия,

$$m_c^5 = \frac{2 \cdot 100}{138} = 1,45 \text{ г.}$$

Таким образом, в 100 г батона содержится: 72,46 г муки; 38,95 г воды; 2,9 г сахара; 2,54 г маргарина; 1,45 г добавки "Валетек-8"; 1,09 г соли и 0,72 г дрожжей.

Содержание белков, жиров, усвояемых углеводов, пищевых волокон и органических кислот не изменится по сравнению с батонем без добавок.

Зная содержание микронутриентов в комплексной пищевой добавке – улучшителе хлебапекарном "Валетек-8" и дозировку к массе муки 0,02 %, а также выход батона (138 %) рассчитываем содержание микронутриентов в 100 г готового хлебобулочного изделия.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Количество минеральных элементов (зольность изделия), внесенных в 100 г продукта с отдельными ингредиентами сырья, рассчитывается по формуле (3.5).

Натрий (Na) вносится в батон с мукой, водой, дрожжами, солью, маргарином и сахаром.

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Na_c^1 = \frac{3 \cdot 72,46}{100} = 2,17 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Na_c^2 = \frac{2,1 \cdot 0,72}{100} = 0,02 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$Na_c^3 = \frac{38710 \cdot 1,09}{100} = 421,94 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с сахаром,

$$Na_c^4 = \frac{1 \cdot 2,90}{100} = 0,03 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$Na_c^5 = \frac{171 \cdot 2,54}{100} = 4,34 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с водой,

$$Na_c^7 = \frac{0,9 \cdot 38,95}{100} = 0,35 \text{ мг.}$$

Калий (K) вносится в батон с мукой, дрожжами, солью, маргарином и сахаром.

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$K_c^1 = \frac{122 \cdot 72,46}{100} = 88,40 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$K_c^2 = \frac{590 \cdot 0,72}{100} = 0,02 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$K_c^3 = \frac{9 \cdot 1,09}{100} = 0,10 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с сахаром,

$$K_c^4 = \frac{3 \cdot 2,90}{100} = 0,08 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$K_c^5 = \frac{10 \cdot 2,54}{100} = 0,25 \text{ мг.}$$

Кальций (Ca) вносится в батон с мукой, водой, дрожжами, солью, маргарином, с добавкой "Валетек-8" и сахаром.

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Ca_c^1 = \frac{18 \cdot 72,46}{100} = 13,04 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Ca_c^2 = \frac{27 \cdot 0,72}{100} = 0,19 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$Ca_c^3 = \frac{368 \cdot 1,09}{100} = 4,01 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с сахаром,

$$Ca_c^4 = \frac{368 \cdot 2,90}{100} = 9,35 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$Ca_c^5 = \frac{11 \cdot 2,54}{100} = 0,28 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с добавкой "Валетек-8",

$$Ca_c^6 = \frac{1,45 \cdot 19200}{100} = 278,26 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с водой,

$$Ca_c^7 = \frac{4,5 \cdot 38,95}{100} = 1,75 \text{ мг.}$$

Магний (Mg) вносится в батон с мукой, водой, дрожжами, солью, маргарином.

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Mg_c^1 = \frac{16 \cdot 72,46}{100} = 11,59 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Mg_c^2 = \frac{51 \cdot 0,72}{100} = 0,37 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$Mg_c^3 = \frac{22 \cdot 1,09}{100} = 0,24 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$Mg_c^5 = \frac{1 \cdot 2,54}{100} = 0,03 \text{ мг.}$$

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с водой,

$$Mg_c^7 = \frac{1 \cdot 38,95}{100} = 0,39 \text{ мг.}$$

Фосфор (P) вносится в батон с мукой, дрожжами, солью, маргарином.

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с мукой, $P_c^1 = \frac{86 \cdot 72,46}{100} = 62,32$ мг.

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $P_c^2 = \frac{400 \cdot 0,72}{100} = 2,88$ мг.

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с солью, $P_c^3 = \frac{76 \cdot 1,09}{100} = 0,83$ мг.

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с маргарином, $P_c^5 = \frac{7 \cdot 2,54}{100} = 0,18$ мг.

Железо (Fe) вносится в батон с мукой, дрожжами, с добавкой "Валетек-8", солью.

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с мукой, $Fe_c^1 = \frac{86 \cdot 72,46}{100} = 62,32$ мг.

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $Fe_c^2 = \frac{400 \cdot 0,72}{100} = 2,88$ мг.

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с солью, $Fe_c^3 = \frac{76 \cdot 1,09}{100} = 0,83$ мг.

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с добавкой "Валетек-8", $Fe_c^6 = \frac{350 \cdot 1,45}{100} = 5,07$ мг.

ВИТАМИНЫ

Содержание витаминов В₁ (тиамин), В₂ (рибофлавин) и РР (ниацин) в 100 г хлебных изделий подсчитывается с учетом их количества в используемом сырье по формуле (3.6).

Витамин В₁ (тиамин) вносится в батон с мукой, с добавкой "Валетек-8" и дрожжами.

Количество витамина В₁, внесенного в 100 г продукта с мукой, $B_1^1 = \frac{0,17 \cdot 72,46}{100} = 0,12$ мг.

Количество витамина В₁, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $B_1^2 = \frac{0,6 \cdot 0,72}{100} = 0,004$ мг.

Количество витамина В₁, внесенного в 100 г продукта с добавкой "Валетек-8", $B_1^6 = \frac{90 \cdot 1,45}{100} = 1,304$ мг.

Витамин В₂ (рибофлавин) вносится в батон с мукой, маргарином, с добавкой "Валетек-8" и дрожжами.

Количество витамина В₂, внесенного в 100 г продукта с мукой, $B_2^1 = \frac{0,04 \cdot 72,46}{100} = 0,03$ мг.

Количество витамина В₂, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $B_2^2 = \frac{0,68 \cdot 0,72}{100} = 0,005$ мг.

Количество витамина В₂, внесенного в 100 г продукта с маргарином, $B_2^5 = \frac{0,02 \cdot 2,54}{100} = 0,0005$ мг.

Количество витамина В₂, внесенного в 100 г продукта с добавкой "Валетек-8", $B_2^6 = \frac{55 \cdot 1,45}{100} = 0,797$ мг.

Витамин РР вносится в батон с мукой, с добавкой «Валетек-8» и дрожжами.

Количество витамина РР, внесенного в 100 г продукта с мукой, $PP_1^1 = \frac{1,2 \cdot 72,46}{100} = 0,87$ мг.

Количество витамина РР, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $PP_1^2 = \frac{11,4 \cdot 0,72}{100} = 0,08$ мг.

Количество витамина РР, внесенного в 100 г продукта с добавкой "Валетек-8", $PP_1^6 = \frac{1150 \cdot 1,45}{100} = 16,67$ мг.

Витамин В₆ (пиридоксин) вносится в батон с добавкой "Валетек-8"

Количество витамина В₆, внесенного в 100 г продукта с мукой, $B_6^6 = \frac{133 \cdot 1,45}{100} = 1,93$ мг.

Витамин В₉ (фолиевая кислота) вносится в батон с добавкой «Валетек-8».

Количество витамина В₉, внесенного в 100 г продукта с мукой, $B_9^6 = \frac{8,5 \cdot 1,45}{100} = 0,123$ мг.

Полученные данные по химическому составу батона "Нарезной, обогащенный "Валетек-8"" суммируются в табл. 3.23.

Из расчетных данных видно, что химический состав батона "Нарезной, обогащенный "Валетек-8"" аналогичен химическому составу батона "Нарезной", за исключением содержания микронутриентов. В связи с этим, расчет биологической ценности белков, биологической эффективности жировых компонентов и расчет энергетической ценности обогащенного батона будет совпадать с расчетами батона "Нарезной" (п.3.1.1- 3.1.4).

Таблица 3.23. Химический состав 100 г батона
"Нарезной, обогащенный "Валетек-8""

Пищевые вещества	Сырьё							Количество, внесенное с сырьем	Коэффициент сохраняемости	Химический состав готового изделия
	Мука пшеничная высшего сорта	Дрожжи хлебопекарные прессованные	Соль поваренная	Сахар-песок	Мargarин молочный столовый	Вода	Валетек-8			
Белки, г	7,46	0,09	-	-	0,01	-	-	7,56	-	7,56
Жиры, г	0,78	0,02	-	-	2,08	-	-	2,89	-	2,89
Углеводы усвояемые, г	50,79	-	-	2,54	-	-	-	53,33	-	53,33
Углеводы неусвояемые, г	2,54	-	-	-	-	-	-	2,54	-	2,54
Органические кислоты, г	-	-	-	-	-	-	-	0,23	-	0,23
Минеральные вещества, г										
Всего, г	0,36	0,02	1,09	0,003	0,01	0,04	0,89	2,40	-	2,40
Na, мг	2,17	0,02	421,94	0,03	4,34	0,35	-	428,85	-	428,85
K, мг	88,4	4,25	0,1	0,08	0,25	-	-	93,08	-	93,08
Ca, мг	13,04	0,19	4,01	9,35	0,28	1,75	278,26	297,67	-	297,67
Mg, мг	11,59	0,37	0,24	-	0,03	0,39	-	12,62	-	12,62
P, мг	62,32	2,88	0,83	-	0,18	-	-	66,2	-	66,2
Fe, мг	0,87	0,02	0,03	0,01	-	-	5,072	6,01	-	6,01
Витамины, мг										
Всего	1,02	0,09	-	-	-	-	-	21,93	-	20,18
B ₁	0,12	0,004	-	-	-	-	1,304	1,43	0,80	1,144
B ₂	0,03	0,005	-	-	0,001	-	0,797	0,83	0,92	0,76
PP	0,87	0,08	-	-	-	-	16,67	17,62	0,95	16,74
B ₆	-	-	-	-	-	-	1,93	1,93	0,73	1,41
Фолиевая кислота	-	-	-	-	-	-	0,123	0,123	1	0,123

3.4.2. Определение пищевой ценности батона

Для определения степени удовлетворения суточной потребности человека в конкретном пищевом веществе следует сравнить его содержание с нормами, %:

по белку

$$X_1 = \frac{7,56 \cdot 100}{61} = 12,40,$$

жиру

$$X_2 = \frac{2,88 \cdot 100}{67} = 4,30,$$

усвояемым углеводам	$X_3 = \frac{53,69 \cdot 100}{289} = 18,58,$
пищевым волокнам	$X_4 = \frac{2,54 \cdot 100}{20} = 12,68,$
органическим кислотам	$X_5 = \frac{0,23 \cdot 100}{2} = 11,5;$
минеральным веществам:	
натрий	$X_6 = \frac{427,8 \cdot 100}{1300} = 32,91,$
калий	$X_7 = \frac{93,12 \cdot 100}{2500} = 3,72,$
кальций	$X_8 = \frac{297,67 \cdot 100}{1000} = 29,77,$
магний	$X_9 = \frac{12,62 \cdot 100}{400} = 3,15,$
фосфор	$X_{10} = \frac{66,22 \cdot 100}{800} = 8,28,$
железо	$X_{11} = \frac{6,01 \cdot 100}{18} = 33,39;$
витаминам:	
B ₁	$X_{12} = \frac{1,144 \cdot 100}{90} = 1,27,$
B ₂	$X_{13} = \frac{0,76 \cdot 100}{1,5} = 2,$
PP	$X_{14} = \frac{16,74 \cdot 100}{20} = 83,7,$
B ₆	$X_{15} = \frac{1,41 \cdot 100}{2} = 70,5,$
фолиевая кислота	$X_{16} = \frac{0,123 \cdot 100}{0,4} = 30,75;$
энергетической ценности:	$X_{18} = \frac{271,66 \cdot 100}{2000} = 13,58.$

Полученные значения сведем в табл. 3.24.

Из расчетных данных видно, что степень удовлетворения суточной потребности в витаминах и минеральных веществах при потреблении 100 г хлеба, обогащенного комплексной добавкой "Валетек-8" выше, чем у контрольного образца. При потреблении 200 г/сут обогащенного хлеба удовлетворяется 60 % нормы физиологической потребности в кальции, что особенно важно для людей, страдающих остеопорозом; также удовлетворяется 67 % нормы физиологической потребности в железе. Из витаминов, батон "Нарезной, обогащенный "Валетек-8"" наиболее богат ниацином, пиридоксином и фолиевой кислотой. Соответственно, данное хлебобулочное изделие является функциональным пищевым продуктом.

Таблица 3.24. Пищевая ценность батона
"Нарезной, обогащенный "Валетек-8""

Показатель	Батон "Нарезной"		Батон "Нарезной, обогащенный "Валетек-8""	
	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %
Химический состав				
Белки, г	7,56	12,40	7,56	12,40
Жиры, г	2,88	4,30	2,88	4,30
Углеводы усвояемые, г	53,69	18,58	53,69	18,58
Углеводы неусвояемые (пищевые волокна), г	2,54	12,68	2,54	12,68
Органические кислоты, г	0,23	12,40	0,23	12,40
Минеральные вещества, мг				
Натрий	427,80	32,91	427,80	32,91
Калий	93,12	3,72	93,12	3,72
Кальций	18,34	1,94	297,67	29,77
Магний	12,62	3,15	12,62	3,15
Фосфор	66,22	8,28	66,22	8,28
Железо	0,93	5,18	6,01	33,39
Витамины, мг				
Тиамин (В ₁)	0,13	0,11	1,144	1,27
Рибофлавин (В ₂)	0,03	2	0,76	2,16
Ниацин (РР)	0,95	4,5	16,74	83,7
Пиридоксин (В ₆)	-	-	1,41	70,5
Фолиевая кислота	-	-	0,123	30,75
Биологическая ценность (аминокислотный скор)	0,45		0,45	
Биологическая эффективность				
Коэффициент отклонения от "идеального" липида	1,6		1,6	
Соотношение ω -3: ω -6	1:36		1:36	
Энергетическая ценность, ккал	271,66	13,58	256	12,8

3.5. Расчет пищевой ценности батона "Нарезной, обогащенный "Витен ТВ""

3.5.1. Расчет химического состава батона

В табл. 3.25 приведена рецептура на батон "Нарезной, обогащенный "Витен ТВ"".

Таблица 3.25 . Рецептура батона "Нарезной, обогащенный "Витен ТВ"".

Сырье	Количество сырья, кг	Влажность, %
Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта	100	14,5
Дрожжи хлебопекарные, прессованные	1	75
Соль поваренная	1,5	0,25
Сахар – песок	4	0,15
Маргарин столовый	3,5	16,2
"Витен ТВ"	2	
ИТОГО	112	

Принимаем влажность теста 42,5 %, выход изделия 138 %.

Количество муки, внесенной в 100 г изделия,

$$m_c^1 = \frac{100 \cdot 100}{138} = 72,46 \text{ г.}$$

Количество дрожжей, внесенных в 100 г изделия,

$$m_c^2 = \frac{1 \cdot 100}{138} = 0,72 \text{ г.}$$

Количество соли, внесенной в 100 г изделия,

$$m_c^3 = \frac{1,5 \cdot 100}{138} = 1,09 \text{ г.}$$

Количество сахара, внесенного в 100 г изделия,

$$m_c^4 = \frac{4 \cdot 100}{138} = 2,90 \text{ г.}$$

Количество маргарина, внесенного в 100 г изделия,

$$m_c^5 = \frac{3,5 \cdot 100}{138} = 2,54 \text{ г.}$$

Количество добавки "Витен ТВ", внесенной в 100 г изделия,

$$m_c^5 = \frac{2 \cdot 100}{138} = 1,45 \text{ г.}$$

Таким образом, в 100 г батона содержится: 72,46 г муки; 38,95 г воды; 2,9 г сахара; 2,54 г маргарина; 1,45 г добавки "Витен ТВ"; 1,09 г соли и 0,72 г дрожжей.

Зная содержание микронутриентов в комплексной пищевой добавке – улучшителе хлебопекарном "Витен ТВ" и дозировку к массе муки 0,02 %, а также выход батона (138 %) рассчитываем содержание микронутриентов в 100 г готового хлебобулочного изделия.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Количество минеральных элементов (зольность изделия), внесенных в 100 г продукта с отдельными ингредиентами сырья, рассчитывается по формуле (3.5).

Натрий (Na) вносится в батон с мукой, водой, дрожжами, солью, маргарином и сахаром.

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Na_c^1 = \frac{3 \cdot 72,46}{100} = 2,17 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Na_c^2 = \frac{2,1 \cdot 0,72}{100} = 0,02 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$Na_c^3 = \frac{38710 \cdot 1,09}{100} = 421,94 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с сахаром,

$$Na_c^4 = \frac{1 \cdot 2,90}{100} = 0,03 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$Na_c^5 = \frac{171 \cdot 2,54}{100} = 4,34 \text{ мг.}$$

Количество натрия, внесенного в 100 г продукта с водой,

$$Na_c^7 = \frac{0,9 \cdot 38,95}{100} = 0,35 \text{ мг.}$$

Калий (K) вносится в батон с мукой, дрожжами, солью, маргарином и сахаром.

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$K_c^1 = \frac{122 \cdot 72,46}{100} = 88,40 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$K_c^2 = \frac{590 \cdot 0,72}{100} = 0,02 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с солью,

$$K_c^3 = \frac{9 \cdot 1,09}{100} = 0,10 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с сахаром,

$$K_c^4 = \frac{3 \cdot 2,90}{100} = 0,08 \text{ мг.}$$

Количество калия, внесенного в 100 г продукта с маргарином,

$$K_c^5 = \frac{10 \cdot 2,54}{100} = 0,25 \text{ мг.}$$

Кальций (Ca) вносится в батон с мукой, водой, дрожжами, солью, маргарином и сахаром.

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с мукой,

$$Ca_c^1 = \frac{18 \cdot 72,46}{100} = 13,04 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,

$$Ca_c^2 = \frac{27 \cdot 0,72}{100} = 0,19 \text{ мг.}$$

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с солью, $Ca_c^3 = \frac{368 \cdot 1,09}{100} = 4,01$ мг.

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с сахаром, $Ca_c^4 = \frac{368 \cdot 2,90}{100} = 9,35$ мг.

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с маргарином, $Ca_c^5 = \frac{11 \cdot 2,54}{100} = 0,28$ мг.

Количество кальция, внесенного в 100 г продукта с водой, $Ca_c^7 = \frac{4,5 \cdot 38,95}{100} = 1,75$ мг.

Магний (Mg) вносится в батон с мукой, водой, дрожжами, солью, маргарином.

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с мукой, $Mg_c^1 = \frac{16 \cdot 72,46}{100} = 11,59$ мг.

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $Mg_c^2 = \frac{51 \cdot 0,72}{100} = 0,37$ мг.

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с солью, $Mg_c^3 = \frac{22 \cdot 1,09}{100} = 0,24$ мг.

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с маргарином, $Mg_c^5 = \frac{1 \cdot 2,54}{100} = 0,03$ мг.

Количество магния, внесенного в 100 г продукта с водой, $Mg_c^7 = \frac{1 \cdot 38,95}{100} = 0,39$ мг.

Фосфор (P) вносится в батон с мукой, дрожжами, солью, маргарином.

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с мукой, $P_c^1 = \frac{86 \cdot 72,46}{100} = 62,32$ мг.

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $P_c^2 = \frac{400 \cdot 0,72}{100} = 2,88$ мг.

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с солью, $P_c^3 = \frac{76 \cdot 1,09}{100} = 0,83$ мг.

Количество фосфора, внесенного в 100 г продукта с маргарином, $P_c^5 = \frac{7 \cdot 2,54}{100} = 0,18$ мг.

Железо (Fe) вносится в батон с мукой, дрожжами, с добавкой «Витен ТВ», солью.

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с мукой, $Fe_c^1 = \frac{86 \cdot 72,46}{100} = 62,32$ мг.

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $Fe_c^2 = \frac{400 \cdot 0,72}{100} = 2,88$ мг.

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с солью, $Fe_c^3 = \frac{76 \cdot 1,09}{100} = 0,83$ мг.

Количество железа, внесенного в 100 г продукта с добавкой "Витен ТВ", $Fe_c^6 = \frac{140 \cdot 1,45}{100} = 2,03$ мг.

Цинк (Zn) вносится в батон с добавкой «Витен ТВ».

Количество цинка, внесенного в 100 г продукта с добавкой "Витен ТВ", $Zn_c^6 = \frac{140 \cdot 1,45}{100} = 2,03$ мг.

Йод (I) вносится в батон с добавкой «Витен ТВ».

Количество йода, внесенного в 100 г продукта с добавкой "Витен ТВ", $I_c^6 = \frac{2 \cdot 1,45}{100} = 0,03$ мг.

ВИТАМИНЫ

Содержание витаминов В₁ (тиамин), В₂ (рибофлавин) и РР (ниацин) в 100 г хлебных изделий подсчитывается с учетом их количества в используемом сырье по формуле (3.6).

Витамин В₁ (тиамин) вносится в батон с мукой, с добавкой "Витен ТВ" и дрожжами.

Количество витамина В₁, внесенного в 100 г продукта с мукой, $B_1^1 = \frac{0,17 \cdot 72,46}{100} = 0,12$ мг.

Количество витамина В₁, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $B_1^2 = \frac{0,6 \cdot 0,72}{100} = 0,004$ мг.

Количество витамина В₁, внесенного в 100 г продукта с добавкой "Витен ТВ", $B_1^6 = \frac{22 \cdot 1,45}{100} = 0,319$ мг.

Витамин В₂ (рибофлавин) вносится в батон с мукой, маргарином, с добавкой "Витен ТВ" и дрожжами.

Количество витамина В₂, внесенного в 100 г продукта с мукой, $B_2^1 = \frac{0,04 \cdot 72,46}{100} = 0,03$ мг.

Количество витамина В₂, внесенного в 100 г продукта с дрожжами, $B_2^2 = \frac{0,68 \cdot 0,72}{100} = 0,005$ мг.

Количество витамина В₂, внесенного в 100 г продукта с маргарином, $B_2^5 = \frac{0,02 \cdot 2,54}{100} = 0,0005$ мг.

Количество витамина В₂, внесенного в 100 г продукта с добавкой "Витен ТВ", $B_2^6 = \frac{22 \cdot 1,45}{100} = 0,319$ мг.

Витамин РР вносится в батон с мукой, с добавкой "Витен ТВ" и дрожжами.

Количество витамина РР, внесенного в 100 г продукта с мукой,
$$PP_1^1 = \frac{1,2 \cdot 72,46}{100} = 0,87 \text{ мг.}$$

Количество витамина РР, внесенного в 100 г продукта с дрожжами,
$$PP_1^2 = \frac{11,4 \cdot 0,72}{100} = 0,08 \text{ мг.}$$

Количество витамина РР, внесенного в 100 г продукта с добавкой "Витен ТВ",
$$PP_1^6 = \frac{1150 \cdot 1,45}{100} = 16,67 \text{ мг.}$$

Витамин В₆ (пиридоксин) вносится в батон с добавкой "Витен ТВ".

Количество витамина В₆, внесенного в 100 г продукта с мукой,
$$B_6^6 = \frac{133 \cdot 1,45}{100} = 1,93 \text{ мг.}$$

Витамин В₉ (фолиевая кислота) вносится в батон с добавкой "Витен ТВ".

Количество витамина В₉, внесенного в 100 г продукта с мукой,
$$B_9^6 = \frac{8,5 \cdot 1,45}{100} = 0,123 \text{ мг.}$$

Полученные данные по химическому составу батона "Нарезной, обогащенный "Витен ТВ"" суммируются в табл. 3.26.

Таблица 3.26. Химический состав 100 г батона "Нарезной, обогащенный "Витен ТВ""

Пищевые вещества	Сырьё							Количество, внесенное с сырьем	Коэффициент сохранности	Химический состав готового изделия
	Мука пшеничная высшего сорта	Дрожжи хлебопекарные прессованные	Соль поваренная	Сахар-песок	Маргарин молочный столовый	Вода	Витен ТВ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Белки, г	7,46	0,09	-	-	0,01	-	-	7,56	-	7,56
Жиры, г	0,78	0,02	-	-	2,08	-	-	2,89	-	2,89
Углеводы усвояемые, г	50,79	-	-	2,54	-	-	-	53,33	-	53,33
Углеводы неусвояемые, г	2,54	-	-	-	-	-	-	2,54	-	2,54
Органические кислоты, г	-	-	-	-	-	-	-	0,23	-	0,23
Минеральные вещества, г										
Всего, г	0,36	0,02	1,09	0,003	0,01	0,04	0,89	2,40	-	2,40
Na, мг	2,17	0,02	421,94	0,03	4,34	0,35	-	428,85	-	428,85
K, мг	88,4	4,25	0,1	0,08	0,25	-	-	93,08	-	93,08

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ca, мг	13,04	0,19	4,01	9,35	0,28	1,75	278,26	297,67	-	297,67
Mg, мг	11,59	0,37	0,24	-	0,03	0,39	-	12,62	-	12,62
P, мг	62,32	2,88	0,83	-	0,18	-	-	66,2	-	66,2
Fe, мг	0,87	0,02	0,03	0,01	-	-	5,072	6,01	-	6,01
Витамины, мг										
Всего	1,02	0,09	-	-	-	-	-	21,93	-	20,18
B ₁	0,12	0,004	-	-	-	-	1,304	1,43	0,80	1,144
B ₂	0,03	0,005	-	-	0,001	-	0,797	0,83	0,92	0,76
PP	0,87	0,08	-	-	-	-	16,67	17,62	0,95	16,74
B ₆	-	-	-	-	-	-	1,93	1,93	0,73	1,41
Фолиевая кислота	-	-	-	-	-	-	0,123	0,123	1	0,123

3.5.2. Определение пищевой ценности батона

Для определения степени удовлетворения суточной потребности человека в конкретном пищевом веществе следует сравнить его содержание с нормами, %:

по белку

$$X_1 = \frac{7,56 \cdot 100}{61} = 12,40,$$

жиру

$$X_2 = \frac{2,88 \cdot 100}{67} = 4,30,$$

усвояемым углеводам

$$X_3 = \frac{53,69 \cdot 100}{289} = 18,58,$$

пищевым волокнам

$$X_4 = \frac{2,54 \cdot 100}{20} = 12,68,$$

органическим кислотам

$$X_5 = \frac{0,23 \cdot 100}{2} = 11,5;$$

минеральным веществам:

натрий

$$X_6 = \frac{427,8 \cdot 100}{1300} = 32,91,$$

калий

$$X_7 = \frac{93,12 \cdot 100}{2500} = 3,72,$$

кальций

$$X_8 = \frac{18,34 \cdot 100}{1000} = 1,83,$$

магний

$$X_9 = \frac{12,62 \cdot 100}{400} = 3,15,$$

фосфор

$$X_{10} = \frac{66,22 \cdot 100}{800} = 8,28,$$

железо

$$X_{11} = \frac{2,96 \cdot 100}{18} = 16,44,$$

цинк	$X_{12} = \frac{2,03 \cdot 100}{12} = 16,92,$
йод	$X_{13} = \frac{0,03 \cdot 100}{0,15} = 20;$
витаминам:	
В ₁	$X_{12} = \frac{0,36 \cdot 100}{90} = 0,4,$
В ₂	$X_{13} = \frac{0,32 \cdot 100}{1,5} = 21,33,$
РР	$X_{14} = \frac{3,38 \cdot 100}{20} = 16,9,$
В ₆	$X_{15} = \frac{0,26 \cdot 100}{2} = 13,$
Фолиевая кислота	$X_{16} = \frac{0,072 \cdot 100}{0,4} = 18;$
энергетической ценности	$X_{18} = \frac{271,66 \cdot 100}{2000} = 13,58.$

Полученные значения сведем в таблицу 3.27.

Таблица 3.27. Пищевая ценность батона
"Нарезной, обогащенный "Витен ТВ""

Показатель	Батон "Нарезной"		Батон "Нарезной, обогащенный "Витен ТВ""	
	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %
1	2	3	4	5
Химический состав				
Белки, г	7,56	12,40	7,56	12,40
Жиры, г	2,88	4,30	2,88	4,30
Углеводы усвояемые, г	53,69	18,58	53,69	18,58
Углеводы неусвояемые (пищевые волокна), г	2,54	12,68	2,54	12,68
Органические кислоты, г	0,23	12,40	0,23	12,50
Минеральные вещества, мг				
Натрий	427,80	32,91	427,80	32,91
Калий	93,12	3,72	93,12	3,72
Кальций	18,34	1,94	18,34	1,83
Магний	12,62	3,15	12,62	3,15

1	2	3	4	5
Фосфор	66,22	8,28	66,22	8,28
Железо	0,93	5,18	2,96	16,44
Цинк	-	-	2,03	16,92
Йод	-	-	0,03	20
Витамины, мг				
Тиамин (В ₁)	0,13	0,11	1,144	0,4
Рибофлавин (В ₂)	0,03	2	0,76	21,33
Ниацин (РР)	0,95	4,5	16,74	16,9
Пиридоксин (В ₆)	-	-	1,41	13
Фолиевая кислота	-	-	0,072	18
Биологическая ценность (аминокислотный скор)	0,45		0,45	
Биологическая эффективность				
Коэффициент отклонения от "идеального" липида	1,6		1,6	
Соотношение ω -3: ω -6	1:36		1:36	
Энергетическая ценность, ккал	270,26	13,58	256	12,8

Из расчетных данных видно, что степень удовлетворения суточной потребности в витаминах и минеральных веществах при потреблении 100 г хлеба, обогащенного комплексной добавкой "Витен ТВ" выше, чем у контрольного образца. При потреблении 200 г/сут обогащенного хлеба удовлетворяется 32 % нормы физиологической потребности в железе, а также в таких микронутриентах, как цинк и йод. Из витаминов, наиболее богат батон "Нарезной, обогащенный "Витен ТВ"" рибофлавином, ниацином, пиридоксином и фолиевой кислотой, норма физиологической потребности в которых покрывается более чем на 12 % при потреблении 100 г батона. Соответственно, хлеб "Нарезной, обогащенный "Витен ТВ"" является функциональным пищевым продуктом.

Обогащение хлебобулочных изделий полиненасыщенными жирными кислотами

Для обогащения батона "Нарезной" полиненасыщенными жирными кислотами в качестве обогащающей добавки выберем жировую добавку "BSN-32". Приведем расчет пищевой ценности обогащенного хлебобулочного изделия.

3.6. Расчет пищевой ценности батона "Нарезной, обогащенный жировой добавкой "BSN-32""

3.6.1. Расчет химического состава батона

В таблице 3.28 приведена рецептура обогащенного батона.

Таблица 3.28. Рецептура батона "Нарезной, обогащенный жировой добавкой "BSN-32""

Сырье	Количество сырья, кг	Влажность, %
Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта	100	14,5
Дрожжи хлебопекарные, прессованные	1	75
Соль поваренная	1,5	0,25
Сахар – песок	4	0,15
Добавка "BSN-32"	2,9	0,02
ИТОГО	110	

Принимаем влажность теста 42,5 %. Для расчета количества воды, внесенной в тесто с сырьем по рецептуре на 100 кг муки, составим таблицу 3.29.

Таблица 3.29. Определение количества воды, внесенной в тесто с сырьем по рецептуре на 100 кг муки

Сырье	Количество сырья, кг	Влажность, %	Количество сухих веществ		Вода, кг
			%	кг	
Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта	100	14,5	85,5	85,5	14,5
Дрожжи хлебопекарные, прессованные	1	75	25	0,25	0,75
Соль поваренная	1,5	0,25	99,75	1,49	0,01
Сахар – песок	4	0,15	98,85	3,99	0,01
Жировая добавка "BSN-32"	2,9	0,02	99,98	2,90	0,00
ИТОГО	109,4			94,14	15,26

Выход готового хлебобулочного изделия в соответствии со "Сборником рецептов на хлебобулочные изделия, вырабатываемые по государственным стандартам" для батона равен 138 %.

Количество воды, внесенной в 100 г изделия, определяется по формуле (3.1):

$$m_{\text{в}} = \left(\frac{94,14 \cdot 42,5}{100 - 42,5} - 15,26 \right) \cdot \frac{100}{138} = 39,72 \text{ г.}$$

Количество сырья (мука, вода, дрожжи, соль, сахар, жир и т.д.), внесенного в 100 г изделия, рассчитывается по формуле (3.2).

Количество муки, внесенной в 100 г изделия,

$$m_{\text{с}}^1 = \frac{100 \cdot 100}{138} = 72,46 \text{ г.}$$

Количество дрожжей, внесенных в 100 г изделия,

$$m_{\text{с}}^2 = \frac{1 \cdot 100}{138} = 0,72 \text{ г.}$$

Количество соли, внесенной в 100 г изделия,

$$m_{\text{с}}^3 = \frac{1,5 \cdot 100}{138} = 1,09 \text{ г.}$$

Количество сахара, внесенного в 100 г изделия,

$$m_{\text{с}}^4 = \frac{4 \cdot 100}{138} = 2,90 \text{ г.}$$

Количество жировой добавки "BSN-32", внесенной в 100 г изделия,

$$m_{\text{с}}^5 = \frac{2,9 \cdot 100}{138} = 2,11 \text{ г.}$$

Таким образом, в 100 г батона "Нарезной, обогащенный жировой добавкой "BSN-32"" содержится: 72,46 г муки; 38,95 г воды; 2,9 г сахара; 2,11 г жировой добавки "BSN-32"; 1,09 г соли и 0,72 г дрожжей.

Зная количество ингредиентов сырья, внесенных в 100 г изделия, и химический состав каждого вида сырья (см. приложение Б), рассчитывается химический состав 100 г батона "Нарезной, обогащенный жировой добавкой "BSN-32"".

Так как при внесении жировой добавки "BSN-32" происходит изменение только жировых компонентов батона, то приведем расчет только содержания жира, а также произведем расчет биологической эффективности жировых компонентов батона.

Жиры вносятся в батон "Нарезной, обогащенный жировой добавкой "BSN-32"" с мукой, дрожжами и жировой добавкой «BSN-32».

Количество жиров, внесенных в 100 г продукта с мукой,

$$Ж_{\text{с}}^1 = \frac{1,08 \cdot 72,46}{100} = 0,78 \text{ г.}$$

Количество жиров, внесенных в 100 г продукта с дрожжами,

$$Ж_{\text{с}}^1 = \frac{2,7 \cdot 0,72}{100} = 0,02 \text{ г.}$$

Количество жиров, внесенных в 100 г продукта с жировой добавкой "BSN-32",

$$Ж_{\text{с}}^5 = \frac{95,75 \cdot 2,11}{100} = 2,02 \text{ г.}$$

3.6.2. Расчет биологической эффективности жировых компонентов батона

Количество жирных кислот (НЖК, ПНЖК, МНЖК), внесенных в 100 г продукта с отдельными ингредиентами сырья, рассчитывается по формуле (3.13). Жиры вносятся в батон "Нарезной, обогащенный жировой добавкой "BSN-32"" с мукой, дрожжами, с жировой добавкой "BSN-32".

Насыщенные жирные кислоты:

Количество НЖК, внесенных в 100 г продукта с мукой,

$$\text{НЖК}_c^1 = \frac{0,15 \cdot 63,77}{100} = 0,10 \text{ г.}$$

Количество НЖК, внесенных в 100 г продукта с дрожжами,

$$\text{НЖК}_c^2 = \frac{0,5 \cdot 0,64}{100} = 0,003 \text{ г.}$$

Количество НЖК, внесенных в 100 г продукта с жировой добавкой "BSN-32",

$$\text{НЖК}_c^5 = \frac{30,7 \cdot 2,11}{100} = 0,65 \text{ г.}$$

Насыщенных жирных кислот в 100 г батона $\text{НЖК} = 0,10 + 0,003 + 0,65 = 0,76 \text{ г.}$

Мононенасыщенные жирные кислоты:

Количество МНЖК, внесенных в 100 г продукта с мукой,

$$\text{МНЖК}_c^1 = \frac{0,1 \cdot 63,77}{100} = 0,06 \text{ г.}$$

Количество МНЖК, внесенных в 100 г продукта с дрожжами,

$$\text{МНЖК}_c^2 = \frac{0,72 \cdot 0,64}{100} = 0,005 \text{ г.}$$

Количество МНЖК, внесенных в 100 г продукта с жировой добавкой «BSN-32»,

$$\text{МНЖК}_c^5 = \frac{62,7 \cdot 2,11}{100} = 1,32 \text{ г.}$$

Мононенасыщенных жирных кислот в 100 г батона $\text{МНЖК} = 0,06 + 0,005 + 1,32 = 1,40 \text{ г.}$

Полиненасыщенные жирные кислоты:

Количество ПНЖК, внесенных в 100 г продукта с мукой,

$$\text{ПНЖК}_c^1 = \frac{0,51 \cdot 63,77}{100} = 0,33 \text{ г.}$$

Количество ПНЖК, внесенных в 100 г продукта с дрожжами,

$$\text{ПНЖК}_c^2 = \frac{0,42 \cdot 0,64}{100} = 0,003 \text{ г.}$$

Количество ПНЖК, внесенных в 100 г продукта с жировой добавкой «BSN-32»,

$$\text{ПНЖК}_c^5 = \frac{6,6 \cdot 2,11}{100} = 0,14 \text{ г.}$$

Полиненасыщенных жирных кислот в 100 г батона $\text{ПНЖК} = 0,33 + 0,003 + 0,14 = 0,514 \text{ г.}$

Полученные данные сведем в таблицу 3.30.

Таблица 3.30. Содержание жирных кислот, внесенных в 100 г продукта

Липиды и их фракции	Мука пшеничная хлебопекарная, высшего сорта		Дрожжи прессованные хлебопекарные		Жировая добавка "BSN-32"		Сумма липидов, г на 100 г продукта
	г на 100 муки	г на 100 г продукта	г на 100 г дрожжей	г на 100 г продукта	г на 100 маргарина	г на 100 г продукта	
НЖК	0,15	0,10	0,5	0,003	30,7	0,65	0,762
МНЖК	0,1	0,06	0,72	0,005	62,7	1,32	1,403
ПНЖК	0,51	0,33	0,42	0,003	6,6	0,14	0,514

$$\text{НЖК:МНЖК:ПНЖК} = 0,762 : 1,403 : 0,514 = 1,5 : 2,7 : 1.$$

По соотношению НЖК:МНЖК:ПНЖК оценим соответствие жирового компонента "идеальному" липиду путем расчета коэффициента отклонения по формулам (3.14; 3.15):

$$\Delta_{\text{НЖК}} = |1,5 - 1| = 0,5;$$

$$\Delta_{\text{МНЖК}} = |2,7 - 1| = 1,7;$$

$$\Delta_{\text{ПНЖК}} = |1 - 1| = 0;$$

$$\Delta = 0,5 + 1,7 + 0 = 2,2.$$

Для определения соотношения ω -3: ω -6 жирных кислот составим таблицу 3.31.

Таблица 3.31. Содержание ω -3: ω -6 жирных кислот, внесенных в 100 г продукта

Сырье	Количество ω -3, внесенных в 100 г продукта с сырьем, г	Количество ω -6, внесенных в 100 г продукта с сырьем, г
Мука	$\omega 3_c^1 = \frac{0,03 \cdot 63,77}{100} = 0,02$	$\omega 6_c^1 = \frac{0,48 \cdot 63,77}{100} = 0,31$
Дрожжи	$\omega 3_c^2 = \frac{0,1 \cdot 0,64}{100} = 0,0006$	$\omega 6_c^2 = \frac{0,31 \cdot 0,64}{100} = 0,002$
Жировая добавка "BSN-32"	$\omega 3_c^5 = \frac{0,41 \cdot 2,11}{100} = 0,009$	$\omega 6_c^5 = \frac{5,31 \cdot 2,11}{100} = 0,11$
Общее количество	$\omega 3 = 0,02 + 0,0006 + 0,009 = 0,031$	$\omega 6 = 0,31 + 0,002 + 0,11 = 0,464$

Таким образом, соотношение ω -3: ω -6=0,031:0,464=1:15. Следовательно, содержание ω -6 ПНЖК превышает оптимальное соотношение в 1,5 раза по сравнению с "идеальным" липидом.

3.6.3. Расчет энергетической ценности батона

Энергетическая ценность хлебобулочных изделий рассчитывается по формуле (3.11):

$$\text{ЭЦ} = 7,60 \cdot 4,0 + 2,83 \cdot 9,0 + 53,98 \cdot 4,0 + 0,23 \cdot 3,0 = 272,5 \text{ ккал.}$$

3.6.4. Определение пищевой ценности батона

Для определения степени удовлетворения суточной потребности человека в конкретном пищевом веществе следует сравнить его содержание с нормами, %:

по белку	$X_1 = \frac{7,56 \cdot 100}{61} = 12,40,$
жиру	$X_2 = \frac{2,83 \cdot 100}{67} = 4,22,$
усвояемым углеводам	$X_3 = \frac{53,69 \cdot 100}{289} = 18,58,$
пищевым волокнам	$X_4 = \frac{2,54 \cdot 100}{20} = 12,68,$
органическим кислотам	$X_5 = \frac{0,23 \cdot 100}{2} = 11,5;$
минеральным веществам:	
натрий	$X_6 = \frac{427,8 \cdot 100}{1300} = 32,91,$
калий	$X_7 = \frac{93,12 \cdot 100}{2500} = 3,72,$
кальций	$X_8 = \frac{19,36 \cdot 100}{1000} = 1,94,$
магний	$X_9 = \frac{12,62 \cdot 100}{400} = 3,15,$
фосфор	$X_{10} = \frac{66,22 \cdot 100}{800} = 8,28,$
железо	$X_{11} = \frac{0,93 \cdot 100}{18} = 5,18;$
витаминам:	
B ₁	$X_{12} = \frac{0,1 \cdot 100}{90} = 0,11,$
B ₂	$X_{13} = \frac{0,03 \cdot 100}{1,5} = 2,$
PP	$X_{14} = \frac{0,9 \cdot 100}{1,8} = 50;$

энергетической ценности:

$$X_{16} = \frac{272,5 \cdot 100}{2000} = 13,63.$$

Полученные значения сведем в таблицу 3.32.

Таблица 3.32 – Пищевая ценность батона "Нарезной, обогащенный жировой добавкой "BSN-32""

Показатель	Батон «Нарезной»		Батон "Нарезной, обогащенный жировой добавкой "BSN-32""	
	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %
Химический состав				
Белки, г	7,56	12,40	7,56	12,40
Жиры, г	2,88	4,30	2,83	4,22
Углеводы усвояемые, г	53,69	18,58	53,69	18,58
Углеводы неусвояемые (пищевые волокна), г	2,54	12,68	2,54	12,68
Органические кислоты, г	0,23	12,40	0,23	12,40
Минеральные вещества, мг				
натрий	427,80	32,91	427,80	32,91
калий	93,12	3,72	93,12	3,72
кальций	19,36	1,94	19,36	1,94
магний	12,62	3,15	12,62	3,15
фосфор	66,22	8,28	66,22	8,28
железо	0,93	5,18	0,93	5,18
Витамины, мг				
Тиамин (В ₁)	0,13	0,11	0,13	0,11
Рибофлавин (В ₂)	0,03	2	0,03	2
Ниацин (РР)	0,95	50	0,95	50
Биологическая ценность (аминокислотный скор)	0,45		0,45	
Биологическая эффективность				
Коэффициент отклонения от "идеального" липида	1,6		2,2	
Соотношение ω-3:ω-6	1:36		1:15	
Энергетическая ценность, ккал	271,66	13,58	272,5	13,63

Из расчетных данных видно, что соотношение ω -3: ω -6 в 100 г хлеба, обогащенного жировой добавкой "BSN-32" является более оптимальным, чем у контрольного образца. Соответственно, хлеб "Нарезной, обогащенный жировой добавкой "BSN-32"" является функциональным пищевым продуктом.

Библиографический список

1. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии /А.Ф. Доронин [и др.]. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 288 с.
2. Юдина, С.Б. Технология продуктов функционального питания / С.Б. Юдина. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 280 с.
3. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд / Л.Г. Ипатова [и др.]. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 396 с.
4. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология / В.Б. Спиричев [и др.]; под общ. ред. Е.Б. Спиричева. – Новосибирск: Сибирское универ. изд-во, 2006. – 548с.
5. Степычева, Н.В. Разработка функциональных продуктов питания. Ч.1. Научные основы создания продуктов функционального питания: учеб. пособие / Н.В. Степычева; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2012. – 80 с.
6. Степычева, Н.В. Разработка функциональных продуктов питания. Ч.2. Практические аспекты создания продуктов функционального питания: учеб. пособие / Н.В. Степычева; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2013. – 123 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Среднесуточная физиологическая потребность человека в основных пищевых веществах и энергии

Основные пищевые вещества	Суточная потребность для мужчин	Суточная потребность для женщин	Суточная потребность для детей до 1 года	Суточная потребность для детей старше 1 года
Белки, г/сут	от 65 до 117	от 58 до 87	2,2-2,9 г/кг массы тела	от 36 до 87
Жиры, г/сут	от 70 до 154	от 60 до 102	5,5-6,5 г/кг массы тела	от 40 до 97
Усвояемые углеводы, г/сут	от 257 до 586		13 г/кг массы тела	от 170 до 420
Пищевые волокна, г/сут	20		-	10-20
Холестерин, мг/сут	не более 300			
Минеральные вещества, мг/сут				
Натрий	1300		от 200 до 1300	
Кальций	1000, для лиц старше 60 лет-1200		от 400 до 1200	
Калий	2500		от 400 до 2500	
Фосфор	800		от 300 до 1200	
Магний	400		от 55 до 400	
Железо	10	18	от 4 до 18	
Витамины				
Тиамин (В1), мг/сут	1,5		от 0,3 до 1,5	
Рибофлавин (В2), мг/сут	1,8		от 0,4 до 1,8	
Ниацин, мг/сут	20		от 5 до 20	
Аскорбиновая кислота (С), мг/сут	90		от 30 до 90	
Ретинол, мкг рет. экв./сут	900		от 400 до 1000	
Токоферол, мг ток. экв./сут	15		от 3 до 15	
Энергетическая ценность, ккал/сут	от 2100 до 4200	от 1800 до 3050	110-115 ккал/кг массы тела	от 1200 до 2900

Приложение Б

Химический состав сырья

Пищевые вещества	Сырье										
	Мука	Дрожжи	Соль	Сахар	Маргарин	Вода	Пшеничные отруби	Инулин "Венео_НРХ"	Валетек-8	Вигэн ТВ	Жировая добавка "BSN-32"
Белки, г	10,3	12,7	0	0	0,3	0	15,55	0	0	0	0
Жиры, г	1,08	2,7	0	0	82	0	4,25	0	0	0	95,72
Углеводы усвояемые, г	70,1	0	0	99,8	0	0	0	3	0	0	0
Углеводы неусвояемые, г	3,5	0	0	0	0	0	42,8	92	0	0	0
Минеральные вещества, г	0,5	2,1	99,8	0,1	0,5	0,1	5,79	0	61,1	0,88	0
Na, мг	3	21	38710	1	171	0,9	2	0	0	0	0
K, мг	122	590	9	3	10	0	1182	0	0	0	0
Ca, мг	18	27	368	3	11	4,5	73	0	19200	0	0
Mg, мг	16	51	22	0	1	1	611	0	0	0	0
P, мг	86	400	76	0	7	0	1013	0	0	0	0
Fe, мг	1,2	3,2	2,9	0,3	0	0	10,57	0	350	140	0
Zn, мг	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	0
I, мг	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
B ₁ , мг	0,17	0,6	0	0	0	0	0,52	0	90	22	0
B ₂ , мг	0,04	0,68	0	0	0,02	0	0,58	0	55	22	0
PP, мг	1,2	11,4	0	0	0	0	31,86	0	1150	180	0
B ₆ , мг	0	0	0	0	0	0	0	0	133	25	0
Фолиевая кислота, мг	0	0	0	0	0	0	0	0	8,5	5	0

Приложение В

Содержание аминокислот в сырье, г на 100 г белка

Незаменимые аминокислоты	Идеальный белок	Мука	Дрожжи	Пшеничные отруби
Лизин	5,5	2,43	7,19	3,859
Валин	5	4,57	5,50	4,695
Изолейцин	4	4,17	5,83	3,151
Лейцин	7	7,83	7,11	5,981
Метионин+цистеин	3,5	3,883	1,83	3,923
Треонин	4	3,02	5,07	3,215
Триптофан	1	0,97	1,37	1,801
Фенилаланин+ тирозин	6	8,058	3,91	6,624

Приложение Г

Содержание жирных кислот в сырье

Липиды и их фракции	Мука	Дрожжи	Маргарин	Пшеничные отруби	Жировая добавка "BSN-32"
Насыщенные жирные кислоты, %	0,15	0,5	17,4	0,63	30,7
Полиненасыщенные жирные кислоты, %	0,51	0,42	17,8	2,21	6,6
Мононенасыщенные жирные кислоты, %	0,1	0,72	42,9	0,64	62,7
ω -3, %	0,03	0,1	0	0,18	0,41
ω -6, %	0,48	0,31	17,8	2,04	5,31

Оглавление

Введение	3
1. Научные основы создания функциональных продуктов питания	4
1.1. Функциональное питание и его место в структуре современного питания	4
1.2. Основные категории функциональных пищевых продуктов	7
1.3. Технологические особенности создания функциональных пищевых продуктов	10
1.4. Требования, предъявляемые к функциональным пищевым ингредиентам	11
1.5. Основные группы функциональных пищевых ингредиентов	13
1.5.1. Пищевые волокна как компоненты продуктов функционального питания	18
1.5.2. Витамины как компоненты продуктов функционального питания	22
1.5.3. Минеральные элементы как компоненты продуктов функционального питания	30
1.5.4. Ненасыщенные жирные кислоты как компоненты продуктов функционального питания	36
1.5.5. Пробиотики как компоненты продуктов функционального питания	40
1.5.6. Пребиотики как компоненты продуктов функционального питания	45
1.5.7. Синбиотики как компоненты продуктов функционального питания	48
1.5.8. Вторичные растительные соединения как компоненты продуктов функционального питания	49
2. Практические основы создания функциональных хлебобулочных изделий	52
2.1. Пищевая ценность хлебобулочных изделий	52
2.1.1. Энергетическая ценность хлеба	52
2.1.2. Биологическая ценность хлеба	53
2.1.3. Биологическая эффективность хлеба	53
2.1.4. Углеводы хлеба и удовлетворение потребности в них	54
2.1.5. Витаминная ценность хлеба	54
2.1.6. Минеральная ценность хлеба	55
2.2. Состояние и перспективы развития производства функциональных хлебобулочных изделий	56
2.3. Факторы, влияющие на пищевую ценность зерновых продуктов	57
2.4. Функциональные хлебобулочные изделия с использованием пищевых волокон	59
2.4.1. Использование в полном объеме сырья, содержащего пищевые волокна	60

2.4.2. Добавление в хлебобулочные изделия вторичных продуктов с высоким содержанием пищевых волокон	67
2.4.3. Введение в хлебобулочные изделия очищенных препаратов пищевых волокон	73
2.5. Функциональные хлебобулочные изделия с использованием микронутриентов	77
2.5.1. Обогащение муки микронутриентами	78
2.5.2. Обогащение хлебобулочных изделий витаминами группы В	79
2.5.3. Обогащение хлебобулочных изделий витамином С	80
2.5.4. Обогащение хлебобулочных изделий β-каротином	81
2.5.5. Обогащение хлебобулочных изделий витамином Е	81
2.5.6. Обогащение хлебобулочных изделий кальцием	81
2.5.7. Обогащение хлебобулочных изделий йодом	82
2.5.8. Обогащение хлебобулочных изделий железом	84
2.5.9. Обогащение хлебобулочных изделий фтором и селеном	85
2.5.10. Обогащение хлебобулочных изделий витаминно-минеральными премиксами	86
2.6. Функциональные хлебобулочные изделия, обогащенные полиненасыщенными жирными кислотами	89
2.7. Функциональные хлебобулочные изделия с использованием пробиотиков	91
2.8. Функциональные хлебобулочные изделия с использованием пребиотиков	92
3. Расчет пищевой ценности хлебобулочных изделий	94
3.1. Расчет пищевой ценности батона "Нарезной" (без добавок)	94
3.1.1. Расчет химического состава батона	94
3.1.2. Расчет энергетической ценности батона	102
3.1.3. Расчет биологической ценности белков батона	102
3.1.4. Расчет биологической эффективности жировых компонентов батона	105
3.1.5. Определение пищевой ценности батона	108
3.2. Расчет пищевой ценности батона "Отрубной"	109
3.2.1. Расчет химического состава батона	109
3.2.2. Расчет энергетической ценности батона	116
3.2.3. Расчет биологической ценности белков батона	117
3.2.4. Расчет биологической эффективности	118
3.2.5. Определение пищевой ценности батона	119
3.3. Расчет пищевой ценности батона "Нарезной, обогащенный инулином"	122

3.3.1. Расчет химического состава батона	122
3.3.2 Расчет энергетической ценности батона	128
3.3.3. Расчет биологической ценности белков батона	128
3.3.4. Расчет биологической эффективности жировых компонентов батона	130
3.3.5. Определение пищевой ценности батона	131
3.4. Расчет пищевой ценности батона "Нарезной, обогащенный "Валетек-8""	134
3.4.1. Расчет химического состава батона	134
3.4.2. Определение пищевой ценности батона	139
3.5. Расчет пищевой ценности батона "Нарезной, обогащенный "Витен ТВ""	142
3.5.1. Расчет химического состава батона	142
3.5.2. Определение пищевой ценности батона	147
3.6. Расчет пищевой ценности батона "Нарезной, обогащенный жировой добавкой "BSN-32""	150
3.6.1. Расчет химического состава батона	150
3.6.2. Расчет биологической эффективности жировых компонентов батона	152
3.6.3. Расчет энергетической ценности батона	154
3.6.4. Определение пищевой ценности батона	154
Библиографический список	157
Приложения	158

Учебное издание

Степычева Наталья Вадимовна
Петрова Светлана Николаевна

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Учебное пособие

Редактор О.А. Соловьева

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический
университет»

153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 7