

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Харьковский государственный университет питания и торговли

В. В. Евлаш, Н. И. Погожих, В. А. Акмен

**НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИЙ
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ АНТИАНЕМИЧЕСКОЙ
НАПРАВЛЕННОСТИ СО СТАБИЛИЗИРОВАННЫМ
ГЕМОВЫМ ЖЕЛЕЗОМ**

Монография



Харьков
ХГУПТ
2016

УДК 001.8:664:547.963.4
ББК 36.80-1
Е 17

Рецензенты:

*д-р мед. наук, проф., профессор кафедры фармакологии Харьковского
национального фармацевтического университета Л. В. Деримедведь,
д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой холодильной и торговой техники
и прикладной механики ХГУПТ В. А. Потапов*

Рекомендовано к изданию ученым советом ХГУПТ
протокол № 10 от 30.06.2015 г.

Евлаш В. В.

Е 17 Научные аспекты технологий пищевых продуктов антианемической направленности со стабилизированным гемовым железом [Электронный ресурс]: монография / В. В. Евлаш, Н. И. Погожих, В. А. Акмен. – Электрон. данные. – Х. : ХГУПТ, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Название с тит. экрана.

ISBN 978-966-405-411-6

В монографии рассмотрены научные аспекты технологий пищевых продуктов антианемической направленности со стабилизированным гемовым железом, которое входит в состав диетической добавки «Гемовитал».

Определены режимы и последовательность операций технологического процесса мясных рубленых изделий, десертов из творога, хлеба ржано-пшеничного, сухарей ржано-пшеничных, пряников заварных, изучены показатели их качества. Получены новые данные о влиянии диетической добавки «Гемовитал» на физико-химические и функционально-технологические свойства пищевых продуктов.

Рекомендовано для научных работников и практических специалистов, изучающих технологию и вопросы формирования качества продуктов антианемической направленности, а также аспирантов и студентов специальности «Пищевые технологии и инженерия».

УДК 001.8:664:547.963.4
ББК 36.80-1

© Евлаш В. В., Погожих Н. И.,
Акмен В. А., 2016

© Харьковский государственный
университет питания и торговли, 2016

ISBN 978-966-405-411-6

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ	5
ВВЕДЕНИЕ	6
РАЗДЕЛ 1. НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ АНТИАНЕМИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ	8
1.1. Научные направления в питании	9
1.2. Роль железа в организме человека и оценка его метаболизма	15
1.3. Современные способы коррекции железодефицитных состояний населения	25
1.3.1. Использование железосодержащих препаратов и добавок для лечения и профилактики ЖДА	25
1.3.2. Коррекция и профилактика ЖДА с использованием диетических добавок, содержащих железо в легкоусвояемой и биодоступной форме	34
РАЗДЕЛ 2. ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИЕТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ «ГЕМОВИТАЛ»	49
2.1. Характеристика показателей качества и биологической ценности диетической добавки «Гемовитал»	49
2.2. Клиническая апробация диетической добавки «Гемовитал» в Институте экогигиены и токсикологии им. Л.И. Медведя	54
2.3. Результаты исследований антианемического действия диетической добавки «Гемовитал»	58
2.4. Цели введения диетической добавки «Гемовитал» в рационы питания населения	63
РАЗДЕЛ 3. ТЕХНОЛОГИЯ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ СО СТАБИЛИЗИРОВАННЫМ ГЕМОВЫМ ЖЕЛЕЗОМ	68
3.1. Разработка рецептуры и технологии мясных рубленых изделий с диетической добавкой «Гемовитал»	69
3.2. Изучение физико-химических показателей мясных рубленых изделий, обогащенных гемовым железом	75
3.3. Технологическая схема производства мясных рубленых изделий антианемической направленности	84
3.4. Изучение пищевой, биологической ценности и показателей безопасности котлет антианемической направленности «Здоровье»	87
РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ДЕСЕРТОВ ИЗ ТВОРОГА АНТИАНЕМИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ СО СТАБИЛИЗИРОВАННЫМ ГЕМОВЫМ ЖЕЛЕЗОМ	93
4.1. Обоснование и разработка рецептуры и технологии десертов	

из творога с диетической добавкой «Гемовитал»	93
4.1.1. Исследование органолептических свойств десертов из творога с диетической добавкой «Гемовитал»	93
4.1.2. Исследование структурно-механических свойств десерта из творога с диетической добавкой «Гемовитал»	101
4.1.3. Исследование пенообразной структуры десерта из творога с диетической добавкой «Гемовитал»	102
4.1.4. Разработка технологической схемы производства десерта из творога «Золушка»	106
4.2. Показатели качества десерта из творога «Золушка»	108
4.2.1. Исследование цветовых характеристик десерта из творога «Золушка»	108
4.2.2. Изучение пищевой и биологической ценности десерта «Золушка»	111
4.2.3. Изучение показателей безопасности десерта «Золушка»	114
4.2.4. Ассортимент десертов из творога антианемической направленности	115
РАЗДЕЛ 5. ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ И КОНДИТЕРСКИХ ПРЯНИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ АНТИАНЕМИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ СО СТАБИЛИЗИРОВАННЫМ ГЕМОВЫМ ЖЕЛЕЗОМ	121
5.1. Обоснование и разработка технологии хлебобулочных изделий антианемической направленности из смеси ржаной и пшеничной муки	121
5.1.1. Изучение влияния диетической добавки «Гемовитал» на основное сырье для изготовления хлеба ржано-пшеничного	125
5.1.2. Выбор рациональной концентрации диетической добавки «Гемовитал» в технологии хлеба ржано-пшеничного	133
5.1.3. Разработка технологической схемы хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки с диетической добавкой «Гемовитал»	140
5.1.4. Показатели качества и безопасности хлеба «Бодрость» антианемической направленности	143
5.2. Разработка рецептуры и технологии сухариков ржано-пшеничных антианемической направленности	151
5.3. Разработка рецептуры и технологии кондитерских пряничных изделий антианемической направленности	159
РАЗДЕЛ 6. ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ АНТИАНЕМИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ	171
ВЫВОДЫ	184
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ	187

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ЖДА – железодефицитная анемия

ЖДС – железодефицитное состояние

Нв – дезоксигемоглобин

НвО₂ – оксигемоглобин

МтНв – метгемоглобин

БГКП – бактерии группы кишечной палочки

КРС – крупный рогатый скот

КМЦ – карбоксиметилцеллюлоза

МОЗ – Министерство охраны здоровья

ХГУПТ – Харьковский государственный университет питания и торговли

ЖКТ – желудочно-кишечный тракт

ВВЕДЕНИЕ

Питание современного человека является важнейшим фактором, от которого зависит здоровье и работоспособность, что в результате определяет продолжительность жизни. Так, продукты питания, обедненные макро- и микронутриентами, в частности железом, могут быть причиной нарушения синтеза гемоглобина в организме и приводит к железодефицитным состояниям (ЖДС), которыми страдает 1/3 населения планеты.

Существуют два направления решения проблемы ЖДС: медикаментозное – назначение железосодержащих препаратов; диетическое – оптимизация рационов питания, с включением в них функциональных продуктов. Однако в случае выбора пищевого рациона следует учитывать в большей мере степень усвояемости железа, а не его содержание в том или ином пищевом продукте.

В нашей стране и за рубежом разработаны лечебно-профилактические продукты, обогащенные солями железа – лактатом и сульфатом. Отсутствие комплексного подхода к обогащению ими широкого ассортимента пищевых продуктов не позволяет внедрить их в массовое производство. Кроме того, соли железа имеют определенную химическую активность по отношению к рецептурному составу пищевых продуктов, что влияет на показатели качества последних.

Исследования по формированию потребительских свойств пищевых продуктов, обогащённых минеральными элементами, в том числе железом, проводились как за рубежом, так и в нашей стране. Следует отметить труды М.Л. Файвишевского, Л.В. Антиповой, Л.Ю. Арсеньевой, Л.В. Антиповой, В.В. Дорохович, В.Е. Мицыка, И.В. Лериной, В.В. Насолодина, Т.Д. Мдинарадзе и других ученых созданы основы, определены закономерности переработки крови КРС в диетические добавки, в частности, для обогащения пищевых продуктов гемовым железом.

Одной из перспективных является диетическая добавка «Гемовитал», разработанная учёными ХГУПТ, которая содержит стабилизированное гемовое

железо в двухвалентной форме и имеет определенные функционально-технологические свойства, которые позволяют рекомендовать её для введения в пищевые продукты с целью обогащения их гемовым железом для профилактики заболевания железодефицитной анемией.

В монографии представлены научные аспекты технологий пищевых продуктов с использованием диетической добавки «Гемовитал» антианемической направленности.

РАЗДЕЛ 1

НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ АНТИАНЕМИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Анализ ассортимента пищевых продуктов представленных на прилавках магазинов показал, что наблюдается нехватка низкокалорийных, обогащённых микронутриентами и биологически активными соединениями товарных групп, что может быть обусловлено привычками и традициями населения, а также общим довольно низким уровнем знаний населения об качестве и потребительских свойствах товаров и потребностях человеческого организма. Это явилось причиной появления негативных тенденций в состоянии здоровья населения, что особенно проявилось в последние десятилетия. Увеличение сердечно-сосудистых, онкологических и других заболеваний в определенной степени связано с питанием. У большинства населения различных стран мира нарушено полноценное питание, обусловленное как недостаточным потреблением пищевых веществ, в первую очередь, витаминов, макро- и микроэлементов (кальция, йода, железа, фтора и др.), полноценных белков, так и нерациональным их соотношением. В связи с этим сохранение и укрепление здоровья населения является одной из важнейших задач государственной политики. Для наиболее эффективного ее решения Кабинетом Министров Украины принята межотраслевая комплексная программа «Здоровье нации», которая ориентирована на расширение ассортимента и увеличение производства экологически чистых натуральных продуктов питания, и продуктов, обогащенных рядом веществ, что рекомендованы ведущими специалистами-диетологами для предупреждения алиментарно-зависимых состояний у населения Украины [1].

Это положение взято за основу при рассмотрении комплекса вопросов, касающихся научных и практических аспектов создания антианемических продуктов питания, содержащих гемовое железо.

1.1. Научные направления в питании

Современная наука о питании рассматривает пищу не только как источник пластического материала и энергии, но и как комплекс биологически активных веществ, регулирующих отдельные функции организма [2–4].

Концепция рационального питания была сформулирована в 1930 г. проф. Н.Д. Шатерниковым [5], согласно которой теоретической основой при разработке норм питания должно стать изучение состояния обмена веществ в организме в зависимости от количества и качества потребляемых человеком нутриентов. В результате исследований, проводимых в рамках данной концепции, были утверждены первые официальные нормы физиологических потребностей в энергии и микронутриентах [6].

В 1966 г. акад. А.А. Покровским сформулирована *концепция сбалансированного питания* [7], которая устанавливает коррелятивную зависимость между усвоением пищи и степенью сбалансированности ее химического состава. Процесс усвоения пищи рассматривается на уровнях всасывания и транспорта нутриентов в клетки и биохимических превращений во внутриклеточных структурных образованиях, а также удаления из организма продуктов обмена веществ [8; 9].

А.А. Покровским разработана формула сбалансированного питания, включающая перечень пищевых компонентов с потребностями в них в соответствии с физиологическими особенностями организма (средняя потребность взрослого человека в пищевых веществах).

Концепция идеального питания теоретически основана акад. А.М. Уголевым, которая предполагает снабжение организма необходимыми нутриентами, исключая возможность потребления компонентов, не характеризующихся пищевой ценностью, т.е. пища должна состоять лишь из набора аминокислот, жирных кислот, моносахаров, витаминов и минеральных элементов. Эта концепция послужила основанием для разработки так

называемого элементного питания, целесообразность которого в ходе испытаний не подтвердилась [10].

Концепция оптимального питания акад. А.А. Покровского предполагает расчет ориентировочных потребностей каждого человека в основных пищевых веществах, исходя из так называемой идеальной массы тела, пола, возраста, характера труда и других показателей. Полученные данные используются для разработки конкретной диеты с учетом стереотипов питания, ассортимента доступной пищевой продукции, избранного режима питания и т.д. [11–14].

Таким образом, исходя из рассмотренных концепций, сформулирован новый взгляд на пищу, как на средство профилактики и лечения некоторых заболеваний.

Анализ пищевого статуса населения мира выявляет некоторые отклонения от перечисленных выше концепций питания: завышенная калорийность рациона, в основном за счет животных жиров и углеводов, дефицит белков, витаминов, микро- и макроэлементов, пищевых волокон, а также недостаточное потребление жиров растительного происхождения. Одной из причин такого дисбаланса является производство пищевой промышленностью продуктов, которые не отвечают современным требованиям по показателям пищевой и биологической ценности. Поэтому на современном этапе обозначилась тенденция создания и производства ассортимента пищевых продуктов заданного качества – низкокалорийных, со сниженным содержанием животного жира, легкоусвояемых углеводов и соли, обогащенных белками, витаминами, минеральными элементами и пищевыми волокнами, а также биологически активных добавок к пище (концентраты микронутриентов и других минорных непищевых биологически активных веществ) [15–20]. Практическим решением этой формулы является концепция здорового питания, которая впервые была сформулирована в начале 80-х годов в Японии [21; 22]. В рамках данной концепции был введен термин «функциональные продукты питания», при систематическом употреблении которых оказывается позитивное регулирующее действие на определенные системы и органы организма

человека или их функции, улучшая его физическое и психологическое здоровье.

Основные положения «Научной концепции функциональных продуктов питания в Европе» разработаны и опубликованы в 1998 г. [23]. Согласно этой концепции к продуктам функционального питания относятся продукты, обладающие не только питательной в традиционном смысле этого слова активностью, но и способностью улучшать здоровье человека и/или снижать риск возникновения заболеваний.

В России термин «функциональные продукты питания» был введен Б.А. Шендеровым в 1994 г. [24–27] – это продукты, предназначенные для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми группами здорового населения, сохраняющие и улучшающие здоровье и снижающие риск развития связанных с питанием заболеваний благодаря наличию в их составе пищевых функциональных и ингредиентов, обладающих способностью оказывать благоприятные эффекты на одну или несколько физиологических функций и метаболических реакций организма человека.

К функциональным ингредиентам относят физиологически активные, безопасные, имеющие точные физико-химические характеристики ингредиенты пищи, для которых выявлены и научно обоснованы свойства, полезные для сохранения и улучшения здоровья, установлены и одобрены нормы ежедневного потребления в составе пищевых продуктов [28].

В Украине разработке продуктов функционального назначения или продуктов специального профилактического питания уделяется большое внимание. Особенно это направление стало развиваться после Чернобыльской катастрофы.

В основе технологий создания функциональных пищевых продуктов лежит модификация традиционных, обеспечивающая повышение содержания в последних ингредиентов до уровня, соотносимого с физиологическими нормами их потребления (10...50% от средней суточной потребности).

А. Традиционные продукты, содержащие в нативном виде значительные количества физиологически функционального ингредиента или их группы.

Б. Традиционные продукты, в которых технологически понижено содержание вредных для здоровья компонентов, а также компонентов, присутствие которых в продукте препятствует проявлению биологической или физиологической активности, или биоусвояемости входящих в его состав функциональных ингредиентов.

В. Традиционные продукты, дополнительно обогащенные функциональными ингредиентами с помощью различных технологических приемов [29].

Функциональному питанию присущ привинтивный характер. Направления разработки функциональных продуктов питания в основном определяется такими факторами:

- состояние и тенденции заболеваемости населения;
- нарушение экологических условий окружающей среды;
- наличие неблагоприятных факторов социально-экономического характера;
- наличие сырьевой базы в экологически безопасных районах;
- традиции питания населения.

В Украине основным способом при разработке функциональных продуктов питания является создание комбинированных продуктов с заданными свойствами путем обогащения традиционных. Обогащение продуктов питания – добавка к ним любых эссенциальных пищевых веществ и минорных компонентов: витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов и других биологически активных веществ природного происхождения с целью сохранения или улучшения питательной ценности отдельных продуктов или общей диеты для детерминированных групп населения.

При создании обогащенных пищевых продуктов необходимо решить следующие задачи:

- восстановление нормального уровня содержания питательных веществ, потерянных или разрушенных в процессе обработки или хранения;

- повышение естественного уровня содержания питательных веществ с целью обеспечения общей потребности в этом питательном веществе в минимальном количестве потребляемой пищи;

- придание продуктам специальных свойств за счет введения функциональных ингредиентов;

- создание новых видов продуктов за счет комплексного рационального использования сырья.

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

- быть безопасными для здоровья потребителя;

- иметь заданный уровень пищевой ценности;

- обладать помимо нутриентной адекватности задаваемым уровнем метаболической адекватности или специальных свойств;

- иметь привлекательный товарный вид и эстетическое оформление, с указанием специальных сведений о качестве продукта, направлении его использования.

К категории обогащенных продуктов относят [30–33]:

- специализированные продукты для детей, спортсменов, беременных и кормящих женщин, пожилых людей, людей экстремальных профессий: подводников, альпинистов, космонавтов;

- лечебно-профилактические и профилактические продукты для людей работающих во вредных производствах, проживающих в экологически неблагоприятных районах и предрасположенных или уже страдающих некоторыми заболеваниями (железодефицитными анемиями (ЖДА) различных этиологий, диабет, ожирение, атеросклероз и др.);

– функциональные продукты для здоровых людей и групп риска, предназначенные для широкого круга потребителей, имеющие вид обычной пищи, которые могут и должны потребляться регулярно в составе нормального рациона питания. Потребительские свойства функциональных продуктов включают пищевую ценность и положительное физиологическое воздействие.

При выборе пищевого продукта, подвергаемого обогащению, наряду с медико-биологическими и гигиеническими аспектами (массовость и регулярность потребления, доступность для всех групп населения и т.п.) необходимо учитывать технологические факторы, такие как, физико-химическая и органолептическая совместимость обогащающей добавки с основной массой обогащаемого продукта, наличие или возможность создания достаточно простой и надежной технологии его обогащения, обеспечивающей равномерность распределения добавляемых ингредиентов по всему объему продукта и их сохранность [33].

В этом направлении известны работы многих украинских ученых и исследователей: В.Е. Мицыка, И.В. Лериной, М.И. Беляева, А.Б. Рудавской, В.И. Цыприяна, М.И. Пересичного, Н.В. Притульской Н.В., Л.Г. Винниковой, А.Н. Дорохович, Л.В. Капрельянца, Р.Ю. Павлюк, О.П. Чагаровского, К.Г. Иоргачевой, В.И. Дробот, Г.В. Дейниченка и других [30; 34–48].

При этом основное внимание уделялось белковому обогащению пищевых продуктов за счет растительных ингредиентов, продуктов микробного синтеза; приданию им радиозащитных, иммуномоделирующих и антианемических свойств за счет использования антиоксидантов, продуктов переработки боенской крови, морепродуктов, в частности, водорослей и др.

Однако ассортимент обогащенных пищевых продуктов с заданным физиологическим действием требует значительного расширения, что является актуальным для оздоровления населения Украины.

1.2. Роль железа в организме человека и оценка его метаболизма

Накопленный международный опыт свидетельствует о том, что в силу различных объективных причин практически невозможно достигнуть быстрой коррекции структуры питания населения традиционным путем.

Поиск альтернативных путей решения этой важнейшей проблемы привел ученых к необходимости разработки новых пищевых продуктов, которые содержат витамины, микроэлементы, пищевые волокна или другие функционально-метаболические ингредиенты [19; 49; 50].

На сегодняшнем этапе развития рынка эффективно используются следующие основные виды функционально-метаболических ингредиентов [51; 52]:

- пищевые волокна (растворимые и нерастворимые);
- витамины (А, группы В, D и т.д.);
- антиоксиданты: β -каротин, витамин С и витамин Е;
- минеральные вещества (кальций, железо);
- полиненасыщенные жирные кислоты (растительные масла, рыбий жир, ω -3- и ω -6-жирные кислоты);
- бифидобактерии, олигосахариды, белковые препараты и др.

Для обогащения пищевых продуктов минеральными веществами используют те микронутриенты, дефицит которых реально существует. Так достаточно широко распространены и опасны для здоровья недостаток железа, йода, цинка и кальция, так как они выполняют разносторонние функции в организме человека, участвуют в формировании опорных тканей скелета, процессах кроветворения, поддерживают на определенном уровне осмотическое давление и кислотно-щелочное состояние крови, являются составной частью ферментов, гормонов [53–55].

Дефицит железа – одно из самых распространенных в мире алиментарнозависимых состояний, встречающихся у детей, подростков, женщин. Биологическое действие железа связано с его активным участием в

окислительных процессах, так как оно входит в состав окислительных ферментов – пероксидазы, цитохрома, цитохромоксидазы, стимулирует внутриклеточные процессы обмена и является составной частью клетки – протоплазмы и ее клеточного ядра. Дефицит железа приводит к снижению иммунного статуса, повышению восприимчивости к инфекционным и другим заболеваниям, нарушению психомоторного развития и поведения детей и взрослых. Наиболее известным последствием дефицита железа является ЖДА. По данным Всемирной организации здравоохранения, ЖДА в мире страдают около 1,8 млрд человек [56].

Установлено, что анемии встречаются в чистом виде достаточно редко. Большинство их форм связано с нарушением обмена микроэлементов, дефицитом витаминов. Дефицит железа может быть связан с повышенным потреблением его в организме в период роста, полового созревания подростков, а также у беременных и кормящих женщин, что связано с характером питания. Разнообразное питание с ежедневным употреблением мяса, мясных продуктов, печени, рыбы, а также фруктов, содержащих аскорбиновую кислоту, является главным фактором в предупреждении железодефицитного состояния в различных возрастных группах населения [57; 58].

Развитие направления создания лечебных и профилактических антианемических средств во многом обусловлено появлением современных представлений о механизме регуляции обмена железа в организме человека. Данные о содержании железа в организме человека основаны на частичной минерализации отдельных тканей или частей тела. По данным различных авторов, содержание железа в организме взрослого человека массой 70 кг колеблется в среднем от 3,0 до 5,5 г, что составляет 0,053% массы тела. Железо в клетках крови человека распределено неравномерно. Основная масса железа локализована в гемоглобине, а остальная распределена в миоглобине, депонирована в ферритине, гемосидерине, сывороточном железе и железосодержащих ферментах – цитохромах (табл.1.1) [59].

Механизм поступления железа в организм сложен и не до конца изучен. По ряду положений до сих пор нет единого мнения специалистов и ученых [60; 61].

Таблица 1.1

Распределение железа в клетках крови человека

Локализация железа	Массовая доля, %
Гемоглобин	55,00–72,90
Миоглобин	3,00–10,00
Депонированное	7,00–25,00
Сывороточное	0,20–23,00
Железосодержащие ферменты	0,03–0,20
Цитохромы	0,08–0,50

Во взрослом организме уровень общего и функционирующего железа поддерживается в основном за счет его гемовой формы, а также получаемого с пищей. Использование железа для синтеза гемоглобина составляет основной путь метаболизма железа, а кинетический процесс интермедиального обмена его может быть отображен последовательностью, изображенной на рис. 1.1.

Обмен железа между организмом и внешней средой определяется двумя процессами – всасыванием железа и его выведением из организма. Всасывание железа играет важную роль в регуляции состава железа в организме человека. Железо поступает в организм с пищей и водой в виде разнообразных неорганических и органических соединений, которые представляют собой хорошо, слабо и даже нерастворимые соли и их комплексы. Железосодержащие вещества, поступающие в организм человека, содержат как Fe^{3+} , так и небольшое количество Fe^{2+} .

Важную роль в процессе всасывания железа в организме человека играет соляная кислота, выделяемая обкладочными клетками желудка. Доказано, что Fe^{2+} и Fe^{3+} хорошо всасываются через слизистую желудочно-кишечного тракта, хотя Fe^{2+} -соединения всасываются значительно быстрее и в большем количестве, поскольку их растворимость выше, чем у солей Fe^{3+} .



Рисунок 1.1 – Схема метаболизма железа в организме

Всасывание железа в организме человека протекает в несколько этапов. Перед поступлением железа в кровь посредством энтероцитов биоматериалы, содержащие в своем составе соединения железа, подвергаются определенной химической обработке в желудке. В желудке под влиянием HCl происходит начальный гидролиз сложных пищевых компонентов, в результате чего белковые молекулы разрушаются до стадии полипептидов с отщеплением

единичных аминокислот. При этом происходит отщепление железа из железосодержащих комплексов, локализованных в продуктах питания, изменяется его валентность под влиянием HCl и фермента гемоксидазы с образованием комплексов с небольшой молекулярной массой, которые затем активно сорбируются в гликокаликсе микроворсинок эпителиальных клеток кишечника. В сложном физико-химическом процессе транспорта железа через мембрану клеток и при всасывании его в кровь участвуют продукты гидролиза пищи, витамины, минеральные вещества, факторы слизистой оболочки, многочисленные секреты и ферменты, выделяемые энтероцитами. Всосавшееся железо в организме образует комплексы с белками, нуклеиновыми кислотами и гликопротеинами.

Считается, что отделившееся железо или железосодержащий комплекс из пищевых продуктов после ферментативного воздействия связывается с особым веществом желудочно-кишечного сока- гастрoferрином и образует железосодержащее соединение, которое в таком виде быстро проникает через мембрану энтероцита. В клетках желудка всасывается незначительное количество железа: примерно 1–2% всей массы всасывающегося железа в организме. Основная масса железа всасывается энтероцитами тонкого кишечника. При переходе из желудка в кишечник пищевая смесь в условиях щелочных значений pH подвергается комплексному воздействию секретов поджелудочной железы, желчи и собственных желез, содержащих амилолитические, протеолитические и липолитические ферменты. При этом в двенадцатиперстной кишке начинается отщепление основной массы железа и железосодержащих веществ, подлежащих всасыванию.

В настоящее время определено, что кроме ферментов на интенсивность и скорость транспорта железа через мембрану энтероцитов влияют витамины группы В, а также некоторые продукты гидролитического расщепления пищевых веществ. Часть из этих веществ, имеющих высокое сродство к железу, полностью не идентифицирована [62].

Таким образом, следует отметить, что интенсивность всасывания железа в организме регулируется довольно сложными внутриклеточными механизмами. Значительная часть пищевого железа, содержащаяся в продуктах питания и воде, не всасывается, а выделяется из организма вместе с остатками пищи.

Пищевое железо, не попав в русло крови, выделяется из организма слизистой толстого кишечника, клетками печени и почек. Источниками выводимого железа являются эритроциты, миоглобин, железосодержащие ферменты-цитохромы. В течение суток взрослый человек теряет около 0,3% из общего количества железа в организме. В результате разрушения эритроцитов с желчью в кишечник поступает от 5 до 25 мг железа. В процессе распада гемоглобина образуется билирубин. Билирубин в кишечнике под влиянием ферментов и жизнедеятельности организма распадается на составные части, в том числе, и отщепившееся железо, которое подвергается всасыванию через энтероциты в кровь и вновь включается в общий баланс организма. Если желчь не поступает в кишечник и выводится из организма, то железо желчи не поступает в кровь, что вызывает железодефицитное состояние.

Установлено, что белки оказывают существенное влияние на поглощение, транспорт и обмен железа в организме. Так, 7-дневное содержание животных на искусственном безбелковом рационе уменьшает всасывание железа в 2 раза. Интенсивность всасывания железа зависит не только от количества, но и особенно от качества белка в рационе. Если в рацион человека добавить 4...5% казеина, то всасываемость железа незначительна, а после прибавки в рацион 44% этого белка она возрастает в 2...4 раза [63]. Рационы, содержащие в своем составе говядину, поддерживают всасываемость железа на уровне 12,2%, а при замене белков говядины на белки сои всасываемость железа снижается до 8,4% [64–66].

Обмен железа в организме человека и животных достаточно однотипен. Кровь человека, как главное депо железа, в течение жизни организма подвергается определенным колебаниям. Продолжительность жизни

эритроцитов в русле крови равна 120...130 дням, после чего они разрушаются, и освободившееся при этом гемовое железо утилизируется в процессе гемоглинообразования. Гемовое железо используется также при синтезе таких железосодержащих веществ, как гемоглибин, миоглибин, ферменты, цитохромы.

Синтез гемоглибина (Hb) в организме человека осуществляется специализированными клетками красного ростка костномозговой ткани – эритроблaстами и гемоцитоблaстами. Это первичные и родоначальные клетки крови, из которых развиваются все виды форменных элементов (ФЭ): лейкоциты, эритроциты, тромбоциты. Молекула (Hb) имеет сфероидную форму, в центре которого располагается глобин, а на поверхности находится цветная часть – гем (рис. 1.2) [67].

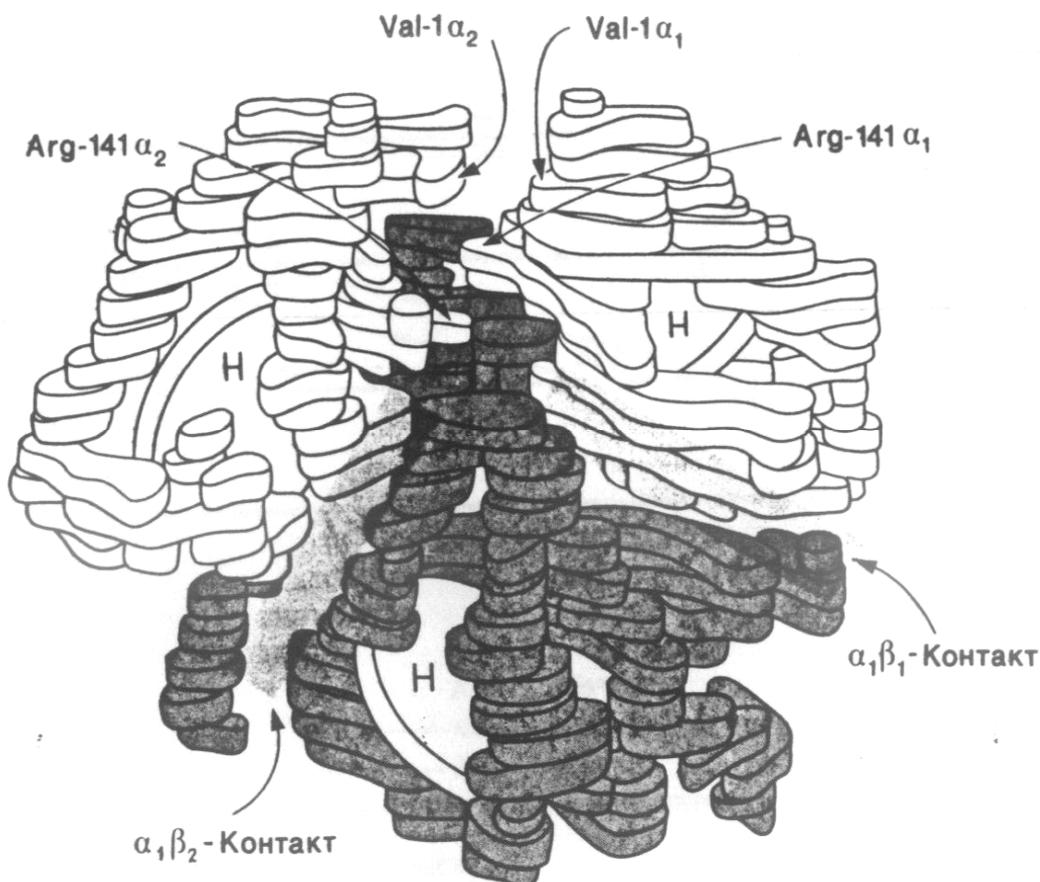


Рисунок 1.2 – Структура молекулы гемоглибина

Гемоглобин является сложным, глобулярным олигомерным белком. Молекула Hb состоит из четырех полипептидных цепей – двух идентичных α -цепей и двух идентичных β -цепей. В каждой цепи содержится около 140 аминокислот. Четыре цепи молекулы (Hb) плотно уложены вместе и образуют единую глобулярную структуру, обладающую высокой стабильностью, несмотря на то, что между отдельными цепями нет ковалентных связей.

Каждая из четырех отдельных цепей гемоглобина свернута нерегулярным образом и состоит из ряда α -спиральных участков, разделенных между собой местами сгибов. Подобно миоглобину, α - и β -цепи гемоглобина приблизительно на 70% состоят из α -спиральных участков. По своей третичной структуре α - и β -цепи очень сходны; они состоят из α -спиральных участков одинаковой длины, согнутых приблизительно под одинаковыми углами и в одних и тех же направлениях.

При изучении метаболизма железа нельзя не уделить внимания группе показателей состояния биосинтеза гема. Нарушения биосинтеза гема различного генеза существенно влияют на гомеостаз железа в организме, поскольку основная часть микроэлемента используется в синтезе гема [68].

Гем синтезируется в клетках костного мозга, печени, почках, головном мозгу, сердце. Последовательность реакций, ведущих к синтезу гема, представлена на рис. 1.3. Субстрат сукцинил-КоА (поставляет большую часть атомов углерода порфирина) и аминокислота глицин (обеспечивает все атомы азота) соединяются друг с другом, образуя δ -аминолевулиновую кислоту (АЛК). Затем две молекулы АЛК конденсируются и циклизуются в пятичленное кольцо порфобилиногена (ПБГ). Четыре таких ПБГ затем соединяется мостиками, образуя большую порфириновую циклическую молекулу, из которой после нескольких ферментативных перестроек других заместителей возникает природный изомер протопорфирин IX.

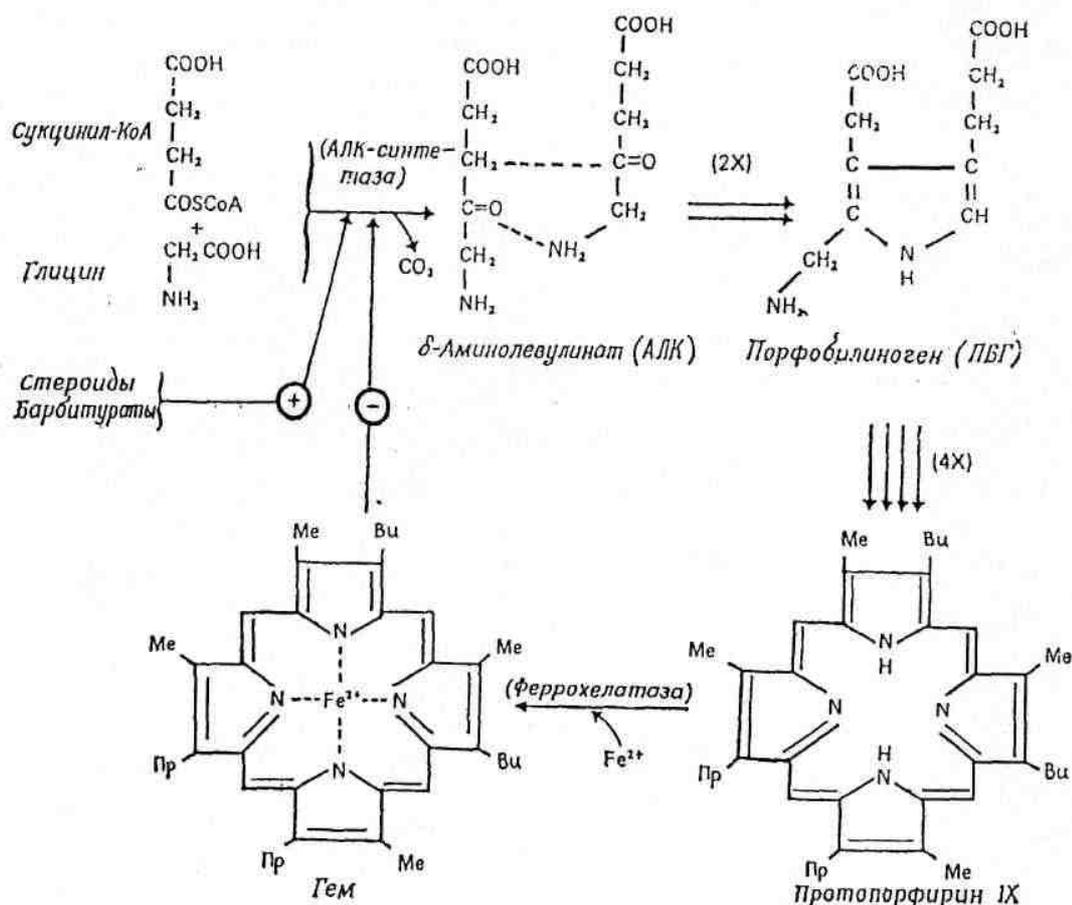


Рисунок 1.3 – Биосинтез гема: Ме – метил, Ви – винил, Пр – пропионовая кислота

Наконец, Fe^{2+} при участии фермента феррохелатазы образует комплексное соединение с самым центром этого плоского порфиринового кольца, соединяясь с каждым из четырех атомов азота, в результате чего образуется гем.

Как первая реакция, катализируемая ферментом АЛК-синтептазой, так и последняя реакция, которую катализирует гем-синтептаза, осуществляются в митохондриях, но другие промежуточные этапы протекают в цитозоле.

Работу всей цепи реакции синтеза гема контролирует именно первый фермент, катализирующий начальную реакцию цепи. АЛК-синтептаза в норме обладает активностью, составляющей лишь 1/100 активности, присущей следующему этапу (реакция конденсации), и, следовательно, лимитирует скорость процесса в целом. Более того, как каталитическая активность, так и синтез этого фермента, подвержены ингибированию конечным продуктом гемом, действующим по принципу обратной связи.

Такие стероидные гормоны, как эстрогены и глюкокортикоиды, а также некоторые лекарственные средства (сульфамиды, барбитураты) стимулируют биосинтез АЛК-синтетазы в печени, тогда как высокие концентрации глюкозы, подобно гему, предотвращают индукцию фермента. Синтезируемый в костном мозгу гем идет, главным образом, на образование гемоглобина. После распада гемопротеида железо гема используется в организме повторно, а порфириновая часть молекулы гема выводится из организма. Однако точный механизм разрушения гема не выяснен [69].

В русле крови и тканях организма происходит постоянное разрушение эритроцитов. По интенсивности разрушения эритроцитов на первом месте стоит селезенка. В процессе распада гемоглобина часть гемового железа поступает непосредственно в кровь, где соединяется с глобулинами сыворотки крови. Основная часть гемового железа в составе желчи поступает в кишечник, где происходит его реутилизация в синтезе нового гемоглобина. Незначительное количество гемового железа выводится из организма. Процесс деструкции молекулы гемоглобина начинается с нарушения связи между гемом и глобином, что приводит к полному разъединению гема и глобина. Последний распадается на отдельные аминокислоты, которые в конечном итоге входят в общий белково-аминокислотный баланс организма. Деструкция гема начинается с окисления метиленового мостика между пирроловыми кольцами под воздействием фермента гемоксигеназы. Такой частично модифицированный гемоглобин является псевдоглобином.

Во время разрыва порфиринового кольца происходит трансформация Fe^{2+} в Fe^{3+} , которое отщепляется и, переходя в кровь, связывается с глобулиновыми фракциями белков сыворотки крови, образуя железосодержащий комплекс – сидерофин, или сывороточное железо. Преобразовавшийся в желчные пигменты псевдоглобин, в котором еще удерживается немалое количество железа, поступает в кишечник в составе желчи. В кишечнике железо в таком виде всасывается в кровь [70].

Железо, попавшее в русло крови, утилизируется в организме человека следующим образом. Первая и значительная часть всего железа, принимает непосредственное участие в регуляции функций гемоглобина, миоглобина, витаминов, ферментов-цитохромов, иммунных тел. Наиболее изученным процессом физиологической деятельности, в котором железо представляется как функциональное, является процесс захвата и транспорта кислорода гемоглобином и миоглобином. Вторая часть общего железа организма, которое не принимает непосредственного участия в регуляции функций, составляет так называемое депонированное железо, т.е. запасное, или резервное.

Третья часть сывороточного, или промежуточного железа, также не принимающая непосредственного участия в регуляции физиологических функций клетки, представляет группу трансферринов или сидерофилинов, т.е. фракцию, свободно транспортирующую железо в ткани и органы.

Таким образом, на основе современных научных данных о роли и метаболизме железа в организме человека необходимо сформулировать научно-обоснованные требования к обогащению продуктов питания железом. При этом следует учитывать форму его существования, доступность по отношению к пищеварительной системе, количество суточного потребления.

1.3. Современные способы коррекции железодефицитных состояний населения

1.3.1. Использование железосодержащих препаратов и добавок для лечения и профилактики ЖДА

Разработка путей профилактики и лечения железодефицитных состояний у людей в нашей стране и за рубежом проводится по двум направлениям – создание пищевых продуктов, обогащенных железом и поиск новых эффективных лекарственных форм препаратов железа.

По мнению многих авторов, лечение ЖДА можно разделить на следующие этапы: 1) купирование ЖДА; 2) восполнение запасов железа (терапия насыщения); 3) противорецидивная терапия.

Купирование достигается приемом железосодержащих препаратов в разовой и суточной дозах, не вызывающих явления непереносимости. При хорошей переносимости препарат назначают в максимальной дозе на срок, необходимый для полной нормализации уровня гемоглобина (4–6 недель). После купирования ЖДА с целью восполнения запасов железа проводят терапию насыщения в течение 3 месяцев. Суточную дозу препарата снижают в 2–3 раза [71–74].

Используя препараты железа с целью лечения и профилактики ЖДС, большинство авторов оценивали эффективность терапии, как правило, по скорости регенерации красной крови, полноте восстановления баланса железа в организме, содержанию сывороточного железа и ферретина, железосвязывающей способности сыворотки крови и другим показателям. Наиболее эффективными в настоящее время считаются сульфатные формы железа. К ним относятся: ферроплекс, конферон, ферковен, ферроцерон, ферамид, гемостимулин, кофермин и др. Под воздействием приема этих препаратов в течение 2 мес. У большинства больных ЖДА нормализовалось количество гемоглобина и эритроцитов, содержание сывороточного железа, общая железосвязывающая способность сыворотки крови и процент насыщения трансферрина железом [74–78].

Однако среди препаратов для лечения и профилактики ЖДА есть такие, что обладают низкой эффективностью – сироп алоэ с железом, и плохой переносимостью, а также препараты, неудачные по своей композиции. К последним относятся глицерофосфат и фитоферролактол. Присутствующий в них фосфор угнетает всасывание железа в ЖКТ.

Несмотря на достаточно большой выбор препаратов железа и весьма эффективную в большинстве случаев терапию ими ЖДА, многие авторы

констатировали, что лечение только препаратами железа далеко не всегда приводило к быстрой и полной ликвидации дефицита железа в организме.

За рубежом выпускается большое количество разнообразных препаратов железа в сочетании с витаминами, медью, кобальтом и другими микроэлементами. Применение перорально различных препаратов железа (сульфата железа, углекислого железа, аммонийного цитрата железа) иногда с добавлением витаминов группы В и экстракта печени способствует среднему приросту уровня гемоглобина крови на 1,6% по истечении трех недель лечения. Некоторые авторы считают, что железистомолибденовый комплекс обеспечивает лучший эффект в лечении анемии, чем другие препараты железа, но одновременно отмечают, что многие беременные не могли принимать внутрь препараты железа. Многие авторы значительное внимание уделяют профилактическому применению препаратов железа и других микроэлементов во время беременности [72].

Наряду с этим отмечается, что препараты железа, предназначенные для приема внутрь (per.os), плохо усваиваются и вызывают различные диспептические явления [73].

В связи с отмеченными недостатками, начиная с прошлого столетия, предпринимаются попытки вводить парентерально железо. Однако внутримышечное введение препаратов железа для лечения анемий не привело (за редким исключением) к положительным результатам из-за плохого всасывания и токсичности. Положительный результат от внутривенного введения препаратов железа отмечается многими авторами, но при этом они наблюдали у большинства токсическую реакцию (тромбофлебит, судороги, шоковое состояние) [74].

Препарат гемостимулин (или «Гемоглобин-4») применяется для лечения гипохромных анемий различного генеза [79].

Для предупреждения развития анемии и своевременного ее лечения следует выявлять преданемическое состояние (угрожающую или скрытую анемию) и систематически проводить лечебно-профилактические мероприятия

(назначение богатой белками диеты, гемостимулин или аскорбинат железа внутрь, комплекс витаминов В и С) [80]. Отмечено, что комплексная терапия оказалась довольно эффективной при выраженной гипохромной анемии: среднесуточный прирост гемоглобина составил $0,83 + 0,05$ единицы. В результате применения гемостимулина с витаминами среднесуточный прирост гемоглобина был $0,5 \pm 0,04$ единицы [81].

По данным ученых-медиков, в настоящее время комплексное лечение анемических заболеваний включает в себя в основном диету-, витаминно- (V_1 V_2 , А и Е в возрастных дозах) и ферротерапию. Наиболее активны для внутреннего применения сульфатные формы, например, ферроплекс. В одном драже этого препарата содержится 50 мг железа сульфата (11 мг элементарного железа) и 30 мг аскорбиновой кислоты. Кроме ферроплекса рекомендуются препараты: фербитол, ферроцирон, ферроколь и феррамид. Некоторые ученые включают в лечение тяжелых анемий микроэлементы, в частности, соединения меди [82–84].

Отмечается возможность применения при лечении железо дефицитных анемий так называемых стимуляторов кроветворения – препаратов кобальта (коамидов), препарата из ткани плаценты – плацентина-3 и плазмы с высокой гемопоэтической активностью. Лечение анемий должно быть комплексным с включением помимо препаратов железа других микроэлементов, оказывающих стимулирующее влияние на эритропоэтическую активность [85–87].

Учитывая то, что современный пищевой рацион не может обеспечить человека железом на уровне потребности в этом металле, объединенный комитет экспертов ФАО ВОЗ ООН по питанию еще в 1971 году рекомендовал обратить внимание на необходимость производства обогащенных железом пищевых продуктов [88].

При разработке новых технологий пищевых продуктов, обогащенных железом, необходимо, чтобы железосодержащие вещества не взаимодействовали с компонентами рецептуры, то есть не вызывали окисления жиров в процессе длительного хранения продуктов в сухом виде или в растворах, не приводили к ухудшению цвета пищевых продуктов, имели

высокую степень усвоения в организме человека. Кроме того, должна отсутствовать инактивация железосодержащих добавок в результате их взаимодействия с пищевыми компонентами.

Для обогащения пищевых продуктов используют различные соединения железа, наиболее часто – сульфат, ортофосфат, пирофосфат, fumarат, глюконат и соли пищевой лимонной кислоты – цитраты аммония-железа, коричневая и зеленая модификация которых известны под индексом пищевой добавки E381. Считалось целесообразным обогащать железом муку и мучные изделия, макаронные изделия, питательные детские смеси, пищевую соль, молоко и молочные продукты, сахар, жидкий хлорофил, зерновые продукты, кондитерские изделия, сыр, рис, растворимый кофе, сухое картофельное пюре [89–108].

Однако согласно литературным данным [102; 109], обогащение солями железа муки может привести к окислению липидов муки и возникновению постороннего привкуса изделий из нее.

Внесение сульфата железа в состав цельного молока повышает термостойкость липаз, что приводит к ухудшению органолептических свойств молока. Добавление в сухое картофельное пюре приводит к появлению серо-зеленого цвета [109].

Поэтому были разработаны требования к железосодержащим добавкам: они не должны придавать пищевым продуктам постороннего вкуса, запаха, цвета; не ускорять порчу продуктов при хранении; хорошо растворяться в кислой среде; образовывать соли железа, переходящие в ионную форму, доступную для усвоения; размеры частичек восстановленного железа должны быть 5–10 мкм [110].

В бывшем СССР были разработаны лечебно-профилактические продукты, содержащие железо. В частности, В.Н. Петровым разработан формовой желейный мармелад, порция которого содержит 12 мг (детский вариант) или 25 мг железа («донорский» вариант), учеными АМН СССР разработаны кисломолочные продукты «Ша-Фе» и «Жибер», которые

содержали лактат железа, серноокислую медь, аскорбиновую, никотиновую и фолиевую кислоты, специально подобранные штаммы молочнокислых бактерий [58]. Г.Н. Бондаревым, В. Б. Скрипачевым, С.М. Пересичной разработаны специальные продукты — источники железа для алиментарной коррективки ЖДА [111; 112].

Однако вопросы внесения железа в пищевые продукты остались актуальными и на сегодняшний день: в Украине потребность в диетических и обогащённых продуктах удовлетворяется всего на 1%, в России на 3%, что свидетельствует о значительном потенциале рынка в этом направлении.

В частности хлеб, как продукт массового потребления может использоваться в качестве носителя для обогащения его железом. Однако в дополнительном обогащении рациона железом нуждаются, как правило, дети и женщины, в то время как мужчины, как правило, достаточно обеспечены железом, поэтому выпускать его необходимо с соответствующим указанием на упаковке. К тому же, что бы обеспечить надлежащее усвоение железа из обогащаемых им хлебобулочных изделий, они должны быть одновременно обогащены витаминами группы В, в частности фолиевой кислотой, а употребление такого хлеба необходимо сочетать с одновременным употреблением свежих фруктов и зелени или какого-то иного дополнительного источника аскорбиновой кислоты для поддержания железа в двухвалентном состоянии, поскольку в окисленной трехвалентной форме оно не всасывается [113].

Одним из наиболее распространенных способов обогащения хлеба микронутриентами является внесение их в виде комплексных обогащающих добавок, премиксов, содержащих по возможности в одной смеси достаточно полный набор витаминов, минеральных веществ и других обогащающих компонентов.

Предложена витаминно-минеральная смесь под торговой маркой «Флагман», предназначенная для повышения биологической ценности хлеба как продукта повседневного спроса. В соответствии со спецификацией фирмы-

производителя, смесь содержит: В₁ – 1260 мг/100г; В₂ – 500; В₆ – 1160; В₅ – 265; РР – 11760; В₁₂ – 2,0; Е – 730; β-каротин – 680; железо сернокислое водное – 17000 мг/100 г [114].

Научно-производственная фирма «Валетек Продимпэкс» производит и поставляет серию витаминно-минеральных премиксов с железом и другими элементами, в частности с кальцием, для обогащения муки, хлебобулочных изделий, мучных кондитерских изделий и других продуктов питания. Премиксы «Валетек» для хлебобулочных изделий представляют собой сухие сыпучие порошкообразные смеси, содержащие витамины В₁, В₂, В₆, РР, фолиевую кислоту, железо и кальций (разных соотношениях); в качестве носителя используется пшеничная мука или сахарная пудра.

К числу продуктов, обогащенных премиксом «Валетек», относятся: концентрат поливитаминного напитка с железом «Золотой шар», поливитаминный сироп шиповника с железом и йодом, «Хлеб крестьянский» с витаминами из пшеничной муки высшего или первого сорта (ГОСТ 28808-90), булочных изделий «Студенческие» (ТУ 9110-021-1702823-99), хлеба «Зерновой» с кальцием и хлебца «Здравный» (ОАО «Первый хлебокомбинат», г. Челябинск) [115].

Проведены многоплановые комплексные исследования по обогащению хлебобулочных изделий различными формами железа Л.Ю. Арсеньевой. Предложен комплексный подход к обогащению хлебобулочных изделий микронутриентами: железом, йодом и селеном с помощью минеральных носителей. Все добавки вносили в виде водных растворов или суспензии [116].

Выпускается новый вид сдобных сухарей, обогащенных сернокислым железом [117].

Исходя из литературных источников, самым распространенным носителем железа для фортификации продуктов питания является его сульфат. Есть основания считать, что это предопределено, прежде всего, высоким уровнем биодоступности железа из этого соединения. Сравнительная оценка уровня усвоения железа из разных неорганических его носителей показывает,

что сульфат железа имеет преимущество перед фосфатами и порошковидным железом [118–120].

Сульфат железа используют в разных странах мира для обогащения железом мучных изделий, какао, кофе, соков и других напитков [121–124].

Витаминно-минеральную смесь «Флагман» («Русская инновационная компания», Россия) в количестве 17% к массе муки добавляют в тесто для производства макаронных изделий [125; 126].

Подобную группу смесей под общим названием «Фортамин» производит корпорация «АКВА-МДТ» (Москва, Россия). Совместно с НИИ хлебопекарской промышленности России Института питания РАМН ими разработан состав смеси, что включает витамины В₁, В₂, В₆, РР и носитель железа (вероятно, в форме сульфата или хлорида) для фортификации пшеничной муки сортового помола на мельницах «Фортамин-1» и смеси для обогащения теми же витаминами и железом массовых сортов хлеба непосредственно на хлебозаводах и пекарнях «Фортамин-2» [127; 128].

В пределах национальной программы в Венесуэле проводилось обогащение пшеничной муки фумаратом железа в количестве 2 мг/100 г [129].

Ученые национального комитета по фортификации продуктов в Киргизии, проводили производство муки, с обязательным обогащением минерально-витаминными добавками, в состав которых включаются витамины С, В₁, В₂, В₃, фолиевая кислота, а также железо элементарное электролитное и окись цинка [61].

Обобщая данные литературы можно сделать вывод, что некоторые соединения железа, такие как сульфат железа, восстановленное железо, а также фосфорные соли железа, могут быть предложены для обогащения пищевых продуктов. В тоже время сульфат железа и восстановленное железо нестабильны при их использовании в качестве обогатителя пищи. Нерастворимые соли железа, такие как ортофосфат, пирофосфат и натрия пирофосфат, хотя и стабильны при хранении, однако непригодны для этих целей, так как доступность железа из них чрезвычайно низкая. Величина

поглощения, например, натрий-железопирофосфата составляет лишь 0,3%, ортофосфата – 1,1%, восстановленного железа – 8,6%. Обнадеживающие результаты получены при обогащении пищи однозамещенным лимоннокислым железом моногидрата. Средняя величина всасывания железа из лимонной кислоты составила 23% у мужчин и 31% у женщин [130].

Е.В. Кузьминской изучено влияние алиментарных факторов на возникновение и развитие ЖДА у молодых женщин и разработке способов ее алиментарной профилактики. Установлено, что основными алиментарными факторами риска возникновения ЖДА является нерациональное питание, связанное с низким употреблением продуктов, которые являются носителями гемового железа, наиболее легко усваиваемого организмом. Так, в Украине (на 2000 год) употребление мясопродуктов и рыбы ниже минимальных физиологических уровней употребления на 15,3% и 50,8% соответственно. Увеличено употребление продуктов, содержащих значительные количества деминерализующих соединений (танины, фитаты, пищевые волокна и др.): чай, кофе, хлеб, хлебобулочные изделия грубого помола. В работе рассчитано минимальное, оптимальное, максимальное поступление общего железа из рациона питания: 17 мг; 20 мг; 23 мг и гемового железа: 2,35 мг; 3,35 мг; 4,39 мг в сутки, что необходимо для обеспечения общепринятых уровней гемоглобина (120; 135; 150 г/л), количества эритроцитов (3,50; 4,25; 5,00 Т/л) и цветного показателя (0,80; 0,95; 1,10) в крови женщин. Так, действующую норму суточной потребности в железе для женщин данной возрастной категории – 17 мг предложено пересмотреть и скорректировать. Оптимальную величину поступления железа увеличить на 17,6% (до 20 мг), в том числе, количество гемового железа должно быть не менее 3,35 мг [131].

Таким образом, учитывая широкое распространение и опасность железодефицитных состояний, с целью профилактики и лечения необходимым является поиск источников железа в легко усвояемой биодоступной форме для создания диетических добавок и продуктов питания антианемической направленности.

1.3.2. Коррекция и профилактика ЖДА с использованием диетических добавок, содержащих железо в легкоусвояемой и биодоступной форме

На сегодняшний день отечественными и зарубежными учеными доказано, что одним из самых перспективных методов является использование продуктов питания (биодобавок, диетических добавок), которые содержат гемовое железо, «родное» для нашего организма. Это железо находится в той же форме, в которой оно входит в состав гемоглобина и миоглобина крови нашего тела. Натуральная гемовая форма железа имеет ряд преимуществ в сравнении с неорганической формой, а так же способствует усвоению железа из других продуктов способствует усвоению железа из других продуктов [41; 42; 73; 74; 75].

Как известно, основным источником гемового железа в пищевом рационе являются продукты животного происхождения, в которых преобладают гемопротейны. Наибольший интерес вызывает мясное сырье [132]. Усвояемость железа из мяса и мясных продуктов более чем в два раза превышает этот показатель для овощей, фруктов, хлебобулочных изделий [64; 133–135].

На всасываемость железа из рационов питания влияют различные вещества. Данные о влиянии жиров на всасываемость железа в организме весьма ограничены. Наблюдения над здоровыми лицами показывают, что увеличение жира в рационе приводит к снижению уровня гемоглобина вследствие уменьшения поступления железа в организм [65]. Вопрос об эффективности углеводов как факторов, повышающих усвояемость железа, до настоящего времени не выяснен. На всасываемость железа в организме человека существенное влияние оказывают витамины, содержащиеся в продуктах питания. Данные о влиянии витаминов группы В на процесс всасывания железа также весьма ограничены. Из витаминов группы В заслуживает внимания витамин В₁₂, фолиевая кислота и группа различных кобаламинов. Дополнительное введение в рацион витамина С способствует повышенному всасыванию железа в кровь. У различных животных (овец, собак, крыс), которым в рацион дополнительно вводили цитрат железа, всасывание

железа увеличивается в 2–3 раза по сравнению с животными, не получавшими цитрата железа [132; 136]. Механизм действия витамина С, способствующий улучшению усвоения железа в организме, остается открытым. Данные о влиянии других видов витаминов на всасываемость железа в организме человека в литературе практически отсутствуют.

На интенсивность всасывания железа отрицательно влияют грубые волокна, содержащиеся в пищевых продуктах, а также такие напитки, как чай, кофе, алкоголь.

Учитывая изложенное выше, поиск пищевых ресурсов, поддерживающих и усиливающих метаболизм железа в организме через пищевые продукты чрезвычайно важен, а разработка технологий таких продуктов с физиологической функцией – актуальным.

В связи с тем, что мясо широко используется в питании и принадлежит к дорогостоящим продуктам, источником дешевого железосодержащего сырья животного происхождения является боенская кровь. В настоящее время она недостаточно используется при создании продуктов питания, особенно лечебно-профилактического назначения, при переработке животных на мясокомбинатах страны ежегодно собирают до 400 тыс. т цельной пищевой крови из которых по официальным данным только 3% направляют на пищевые и медицинские цели [136; 137].

Наличие в крови высокоценных белков и железа указывает на целесообразность применения в производстве различных продуктов питания. Характеристика природы и механизма физико-химических превращений крови во многом определяет подходы, принципы и способы ее обработки для получения продуктов заданной биологической и технологической функциональности [138–166].

Учеными НПФ «Мобитек» (Россия) разработана и производится в промышленных масштабах противоязвенная биологически активная пищевая добавка «Гемобин», представляющая собой препарат очищенного нативного и лиофилизированного гемоглобина, получаемого из

эритроцитарной массы крови свиней или КРС путем ее гемолиза, выделения и очистки с помощью мембранной макро-, микро- и ультрафильтрации с последующей распылительной сушкой и содержащая 0,2...0,3% железа, находящегося в двухвалентной форме. «Гемобин» изготавливается в виде таблеток, сахарного драже, а также в виде батончиков с кокосовой начинкой «Супергематоген», а так же добавляют при производстве печенья. Разработаны технологии кисломолочных, мясных продуктов и мучных изделий, обогащенных «Гемобином» [167].

В Украине (г. Тернополь) разработана технология молока – ТУ У 15.5-2041613375-001-2002 «Молоко коровье пастеризованное обогащенное» и кефир с добавкой «Гемобин» [184].

Одесскими учеными разработана технология диетической добавки «Биогем» на основе крови КРС и выжимок из темных сортов винограда, содержащих биофлавоноиды, выпускается в виде таблеток [169].

Пищевая добавка «Железо ТЯНЬШИ» разработана Корпорацией «ТЯНЬШИ» для обогащения железом организма человека. Выпускается в капсулах. Сотня капсул этого продукта содержит 500...800 мг элемента железа, витамин С – 2000...5000 мг, фолиевую кислоту – 12...18 мг.

Приём капсулирования «сопутствующий» продуктам питания, следует считать весьма эффективным, так как капсулирование является уже традиционным способом доставки не только лекарственных препаратов, но и различных биологически активных добавок.

Уже отмечалось, что важную роль в технологиях железосодержащих добавок играет её натуральность, сродство с живыми организмами. В связи с этим, следует признать, что кровь КРС – важнейший источник пищевых и биологически активных веществ, таких как гемсодержащие соединения. Высокая массовая доля железа в легкоусвояемой форме позволяет использовать кровь в продуктах питания, предназначенные для профилактики и лечения железодефицитных состояний у населения.

Традиционно пищевую кровь и ее фракции применяют для производства различных продуктов питания, кормопродуктов, специальных и лечебно-профилактических препаратов. Наиболее известно использование крови КРС в составе колбасных изделий, в том числе ливерных. Цельную кровь или ФЭ применяют для выработки консервов «Зельц красный», «Крупянка бийская», «Кровянка по-винницки», «Колбаса бронзовая» и др. Плазма крови идет на выработку паштетных консервов. Разработаны рецептуры приготовления биточков из говяжьего фарша, содержащего белки крови КРС. Часть мышечных белков в составе говяжьего фарша замещали белками плазмы крови или белками эритроцитов. Готовые биточки отличались более высоким содержанием хорошо усвояемого железа [170–172].

Мясоперерабатывающими предприятиями выпускается сухая белковая смесь. Она представляет собой порошкообразный продукт светло-желтого цвета, с легким специфическим запахом, состоящий из сухой осветленной боенской крови и сухого обезжиренного молока в соотношении 1:1. Смесь содержит до 58% полноценных белков, а также жизненно необходимые микроэлементы, усвояемость составляет 92% [173]. С целью расширения возможностей использования ФЭ крови на пищевые цели Л.В. Антиповой с соавторами исследована возможность энзиматического гемолиза клеточных оболочек эритроцитов путем подбора специфических ферментов. Полученный гидролизат целесообразно использовать в составе белково-жировых эмульсий как источник белков и для придания цветности продукции [174].

В Воронежском технологическом институте разработана оригинальная «белковая композиция», обладающая высокой биологической ценностью. Исходными компонентами служили сухое молоко обезжиренное, белковый препарат чечевицы, плазма крови КРС, полученная сепарированием свежей стабилизированной крови. Сравнение свойств белкового комплекса с технологическими свойствами известных белковых препаратов показало, что полученный продукт успешно может заменить традиционные белковые препараты из сои. Полученный препарат способен сэкономить дорогостоящее и

дефицитное сырье еще и тем, что его производство может быть налажено на основе отечественного сырья [175].

В последнее время в отечественной и зарубежной литературе положительно оцениваются комбинированные мясные продукты, в состав которых входят различные виды белоксодержащего сырья: молочные белки, плазма крови, соя, хлопчатник, подсолнечник, пшеница и так далее.

Во ВНИИМПе разработаны несколько видов продуктов лечебно-профилактического действия с использованием крови и кости убойных животных в сочетании с крахмалсодержащим сырьем: экстругем, сухие завтраки «Надежда» и «Бодрость». Проведенные испытания выявили высокую их лечебную активность [176].

В Харьковском институте общественного питания был разработан ассортимент полуфабрикатов из крови убойных животных. Для их изготовления кровь после сбора помещали в формы и после структурообразования подвергали тепловой обработке [177].

Известен способ получения полуфабриката из крови, сухого молока, яичного порошка, пшеничной муки. Смесь подвергали жарке в присутствии свиного сала и репчатого лука [178].

Разработаны способы получения белковых аналогов мяса [179], заключающиеся в следующем. Плазму подвергают ультрафильтрационному концентрированию, затем аэрируют и вносят измельченную жировую ткань, после чего дестабилизируют смесь хлоридом кальция до значения pH 3,15...3,25.

За рубежом (в Венгрии, США, Англии, Германии и др.) кровь используют в качестве ингредиента для производства кровяных колбас, колбас с крупяными добавками, пудингов, супов, а также мясных студней, паштетов, зельцев и кровяных консервов. Так, в Венгрии сухую кровь или ФЭ вводят в мясные изделия при приготовлении паштетов, а также изделий из печени. В кондитерской промышленности освоено производство печенья с добавлением сухой крови и какао [180].

В Дании вырабатывают сосиски Венские и Сервелатные, а также ливерный паштет с кровяной эмульсией из ФЭ в количестве 18...13%, 15 и 10% соответственно. В США известны рецептуры кровяных колбас, при выработке которых используют концентрат ФЭ. Данный концентрат легко растворим в воде и содержит до 90% белка [181]. В Японии разработана кровяная колбаса, в состав которой входит 4% свиной крови. Там же освоен выпуск кровяного пудинга [182].

Фирма «Филаксия» (Венгрия) предложила обрабатывать ФЭ в гомогенизаторах под давлением с целью разрушения оболочек эритроцитов и освобождения гемоглобина. Полученный порошковый гемоглобин используется для введения в пищевые продукты [181].

В институте кормов и питания животных при университете Кристана-Альберта (г. Киль, Германия) разработан способ получения продукта из концентрата ФЭ крови. Способ основан на осаждении гемина после частичного ферментативного распада гемоглобина в кислой среде [174].

В США все более широкое применение при производстве мясопродуктов находят кровяные эмульсии, состоящие из крови, молочных белков, свиного жира и воды. Кровь или ФЭ в такой эмульсии обрабатывают в гомогенизаторе; эритроциты обволакиваются пленкой, и окраска гемоглобина снижается.

Применяется функциональная биологическая добавка AP 820 P, которая получается также из плазмы крови центрифугированием с последующей аэрозольной сушкой, которая являет собой порошок розового цвета с нейтральным запахом, который содержит функциональные белки крови с сохранением их биологической активности, однако использование высоких температур разрушает гемовую форму железа [182]. В различных странах разработаны и запатентованы способы получения красителей из крови для стабилизации окраски мясных продуктов.

Известная диетическая добавка в рецептуре которой применяется сухой пищевой концентрат крови убойных животных, в которой гемовое железо стабилизировали путем использования сахара. Однако это повышало

калорийность добавки и делало невозможным ее применение для людей с повышенным сахаром в крови [183].

В ряде рецептов колбасных изделий предусмотрено применение ФЭ. Одним из направлений использования ФЭ является применение их в качестве сырья для производства белковых гидролизатов, выпускаемых в виде коагулята или в высушенном виде. Однако горький вкус гидролизатов требует добавления веществ, нивелирующих этот дефект при введении их в продукты питания. Из гемоглобина крови водорастворимой формы гематопорфирина получают его металлические комплексы, которые могут быть использованы в качестве пищевых красителей, и динатриевая соль гематопорфирина применяется в качестве цветообразователя для мясных изделий [45; 184–185].

Таким образом, использование крови и добавок из неё в мясопродуктах обусловлено, в первую очередь, сродством функциональных свойств крови и товароведно-технологических свойств этих изделий. Однако применение добавок из крови в кулинарных изделиях весьма ограничено. Очевидно, это связано с формой выпуска и низкими функциональными свойствами перечисленных выше добавок.

Известны способы использования крови и ее фракций в кондитерской промышленности. Сухой плазмой крови заменена часть яиц в рецептуре тортов, при этом массовая доля белка в сухой плазме составляет 70...75%.

Кемеровским технологическим институтом пищевой промышленности предложен способ производства кекса, в рецептуру которого входит кровь КРС в количестве 50% от массы яйцепродуктов [186].

Из крови КРС вырабатываются лечебно-питательные гематогены. Жидкий гематоген вырабатывают из крови КРС или свиней. Препарат укрепляет организм, улучшает состав крови. Жидкий гематоген – однородная жидкость сиропообразной консистенции. На вкус сладкий, с ярко выраженным, но не резким запахом ванилина. Массовая доля сахара в нем не менее 23% и 5...6% этилового спирта. Детский гематоген представляет собой темно-коричневые квадратные пластинки массой 50 г с ароматным запахом и сладким

вкусом. По внешнему виду и вкусу он напоминает ирис. Детский гематоген частично устраняет железодефицит в организме человека [187].

Наряду с традиционными способами получения гематогена разработан новый способ, который отличается от известных тем, что в рецептуре используют дефибринированные сгустки крови животных. Предлагаемым способом можно получить экологически чистый гематоген без добавления химических препаратов [188].

В научно-исследовательском институте фармакологии Томского научного центра разработано психостимулирующее средство «Пантогематоген», содержащее дефибринированную кровь марала, зубра или пятнистого оленя. Это средство применяется при лечении малокровия и общего упадка сил, после перенесенных инфекционных заболеваний [189].

Во ВНИИМПе разработаны колбаски «гематогеновые» и антианемический продукт для детского питания «Гемалад» с использованием пищевой стабилизированной цельной крови. Терапевтические испытания проводили на детях, страдающих различными формами анемии (12–14 лет). К концу исследований концентрация гемоглобина повысилась на 9...11%. В сыворотке крови детей наблюдалось увеличение альбуминов на 7,7, глобулинов на 9% [190].

Следовательно, в отличие от премиксов или препаратов железа использование в качестве сырья крови КРС позволяет создавать продукты как для самостоятельного употребления, так и в виде сопутствующего продукта питания.

Сотрудники Одесского технологического института пищевой промышленности разработали бинарную белковую добавку, состоящую из обесцвеченной боенской крови и сухого обезжиренного молока для приготовления теста для хлебобулочных изделий. Рассмотрена возможность использования цельной крови в производстве изделий из бисквитного теста вместо 10, 20, 50 мас.% яиц. Изделия отличались более высоким содержанием железа [191].

Предложена рецептура печенья, обогащенного гемоглобином, изучена биологическая доступность и ее влияние на усвояемость железа детьми 6–12 лет, употребляющих печенье в течение 2 лет. Выпускается новый вид сдобных сухарей, обогащенных сернокислым железом [191].

Известна технология производства пирожковых начинок из крови КРС. Они содержат достаточно большое количество белка (более 20%), готовые пирожки из дрожжевого теста с начинками из боенской крови представляют продукт с высокой биологической и пищевой ценностью и обладают довольно низкой себестоимостью [192].

Существует способ производства полуфабриката с повышенной сохранностью гемового железа путем предотвращения коагуляции гемоглобина. Цельную кровь смешивают с сахаром и водой. При температуре 105...110° С в течение 2...3 мин ведут тепловую обработку. Полученный продукт может в дальнейшем использоваться в производстве кремов, глазури, помад [193].

Получены белково-углеводные комплексы, содержащие в своем составе белки – глобин, казеин, желатин, фибрин и полисахариды – амилопектин, пектины различной природы. Белково-углеводные комплексы представляют собой геле-, пастообразную массу шоколадного цвета. Системы с введением белково-углеводных комплексов хорошо сочетаются с различными наполнителями: жирами, сахарами, молочными и фруктовыми добавками, кофе, какао, шоколадом, ароматизаторами и могут применяться в кондитерской промышленности [194].

В Московском институте прикладной биотехнологии разработан новый продукт лечебно-профилактического назначения на основе обрезки, рубца, цельной крови и сухого пищевого бульона. Одним из основных компонентов является цельная (стабилизированная) кровь, которая характеризуется наличием полноценного белка и значительного количества легкоусвояемой двухвалентной формой гемового железа [195].

ВНИИМПом разработана технология переработки крови на основе экструзии [57]. ВНИИМПом Комбинированные продукты, полученные таким

способом, характерны наличием всего комплекса незаменимых аминокислот. Они могут быть использованы в комплексном лечении железодефицитных анемий в сочетании с лекарственными формами препаратов железа [57].

Разрабатываются различные методы переработки крови, в том числе и биохимические, позволяющие получать гамму продуктов, широко применяемых в пищевой, медицинской, микробиологической, и парфюмерной промышленности. Например, последовательное использование некоторых приемов, в том числе обработки крови карбоксиметилцеллюлозой, позволяет получать продукты, применяемые не только в колбасном и консервном производстве, но и в хлебопекарной промышленности [196].

Таким образом, содержание в крови комплекса всех веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма, указывает на возможность ее использования не только в качестве пищевого сырья, но и ценного лечебного средства. Возможность использования крови для лечения малокровия была обнаружена довольно давно. Развитие медицины и фармакологии позволило в полной мере раскрыть все полезные качества крови и ее фракций для выработки разнообразных лечебных препаратов [131].

Одним из препаратов, применяемых при заболеваниях, сопровождающихся нарушением обмена веществ, интоксикацией, гипопротемией является гидролизин. Этот препарат является продуктом гидролиза белков крови КРС. Для его выработки может быть использован пищевой черный альбумин. Важно, что в препарате сохранены все незаменимые аминокислоты. Еще один препарат – аминокептид-2 – является белковым гидролизатом, получаемым из крови здоровых убойных животных путем ферментативного гидролиза. Сырьем для производства может служить цельная кровь, пищевой альбумин или сгустки крови. Кровезаменитель БК-8 вырабатывают из сыворотки КРС. Препарат – жидкость янтарно-светлого цвета, слабощелочной (рН 7,4...7,8) водный раствор обработанного белка сыворотки крови [197; 198].

В Швейцарии найден способ получения вещества – орготеина, из свежей крови КРС, который не уступает по активности образцам инсулина [174].

Предложен способ получения гликопротеинов из эритроцитов бычьей крови. Ведутся многочисленные исследования по разработке способов получения интерферона – препарата, используемого при лечении бактериальных, вирусных и опухолевых заболеваний. Из сухой крови получают активированный уголь, который обладает значительной способностью адсорбировать газы и растворенные вещества и является эффективным средством при различных желудочно-кишечных заболеваниях и плохо заживающих гнойных ранах [199].

Для лечения гемофилии используется препарат УШ. При его получении используют цельную кровь или ее фракции. В Японии предложен способ получения пилюль, содержащих в качестве активных ингредиентов гем или гемоглобин и назначаемых как источник железа при заболеваниях.

Вырабатывается препарат, обладающий стимулирующим действием на кроветворение – гемостимулин. Готовят его из сухой порошкообразной крови КРС, лактата железа, сульфата меди и глюкозы.

Для выращивания микроорганизмов в качестве составной части питательных сред используют пептон. Его можно также применять и для лечебных целей (при аллергических заболеваниях). Пептон представляет собой порошок светло-желтого цвета со специфическим запахом. Для получения пептона используют фибрин или цельную кровь [199; 200].

В последние годы усилился интерес исследователей к препаратам типа эритропоетина, рекомендуемого при лечении анемии. Японские биохимики разработали способ выделения эритропоетина из плазмы крови животных.

Разработано большое число способов получения иммуноглобулинов из крови КРС, успешно применяемых при лечении иммунных заболеваний [200].

Новые вещества белковой природы, ингибирующие пролиферацию раковых клеток, выделены из сыворотки или плазмы крови КРС. По-видимому, возможности выделения из крови биологически активных веществ далеко не исчерпаны. Об этом свидетельствует тот факт, что в крови обнаружены

рекогнины – полипептиды с молекулярной массой от 3000 до 25000, которые оказались эффективными при диагностике и терапии некоторых форм рака и наследственных заболеваний [201].

Для получения эффективного препарата при лечении лучевых поражений болгарские специалисты предложили использовать эритроцитарную массу, что весьма актуально для Украины в связи с аварией на ЧАЭС.

В настоящее время дефицит пищевого белка составляет 25% от общей потребности организма в этом продукте. Один из путей ликвидации возрастающего белкового дефицита – создание новых форм белковой пищи на основе использования боенской крови после определенной биохимической обработки [202].

Белки крови применяют как в виде отдельных фракций, содержащих преимущественно альбумин, глобин, фибриноген, так и в виде химико-ферментативных гидролизатов, представляющих смесь олигопептидов и аминокислот.

Следовательно, применение крови как сырья для создания добавок с физиологическим действием, целесообразно и с точки зрения её комплексного биологического действия, корректирующего здоровье человека в целом или, по крайней мере, по большинству жизненно важных показателей.

Коллективом авторов ХГУПТ и ИПКБ и КМ АН Украины разработаны технологии переработки крови КРС. Создан пищевой красный краситель из модифицированной окислом углерода крови – карбоксин [179] для окрашивания колбас, колбасных изделий и других пищевых продуктов в красные цвета; пищевой коричневый краситель из модифицированной крови для кондитерских изделий и отделочных полуфабрикатов [205], а также сухой пищевой концентрат из крови домашнего скота – для обогащения разного ассортимента десертов [206; 207] и комплексная пищевая добавка «Гемодар» – для ассортимента кулинарных изделий из мяса и субпродуктов [208; 209]. В предложенных добавках формирование качества обеспечивалось стабилизацией гемоглобина по отношению к нагреванию путем насыщения его окисью

углерода (модифицированная кровь крупного рогатого скота), что осложняет технологический процесс и не придает достаточной стойкости двухвалентному железу.

Предложен ассортимент конфет, в которые добавляли порошковидную биологически активную добавку «Гемоглобин» на основе очищенного гемоглобина крови. Также автором предложено на стадии глазировки конфет дополнительно вводить витамины [210; 211]. Разработаны конфеты антианемического назначения с содержанием сухого изолята крови [212].

Известна добавка пантгематоген, которая использовалась совместно с ягодами черной смородины и рябины (драже «Пантошка», «Пантошка-Fe», «Пантошка-йод», «Арго-Пан») [213].

Днепропетровское предприятие ООО «Витапак» рядом с обычным ирисом освоило технологию конфет диетического назначения – «Гематовит», в состав которых входит пищевой альбумин и витамин С [214].

Разработан ряд кондитерских продуктов с добавлением кураги, чернослива, в шоколадной глазури, которые выпускаются под названием диетической добавки, что содержит железо и входит к их составу – «Витагем» [215; 216].

Для профилактики железодефицитных состояний Черкасской продовольственной компанией и предприятием ДП «ЧПП Фарма» разработана технология сладкой плитки «Казачек», однако за счет дополнительного содержания сахара в диетической добавке, продукт имел повышенную калорийность и не рекомендовался при повышении в крови сахара [217].

Использование крови КРС в композициях кондитерских изделий было значительным шагом в обеспечении населения продуктами, которые содержат естественное гемовое железо, но следовало обратить внимание на обеспечение стабильности гемового комплекса крови во времени [218; 219] (стабильность соотношения трех- и двухвалентного железа), что снижало физиологическую ценность разработанных изделий.

Исходя из этого, поиск технологий, обеспечивающих стабилизацию форм гемоглобина, содержащих двухвалентное железо, представляет не только

теоретический, но и практический интерес.

Одной из перспективных разработок в направлении создания добавок со стабилизированным гемовым комплексом является диетическая добавка «Гемовитал», технологию которой разработали учёные ХГУПТ [220]. Особенностью производства «Гемовитал», согласно с научной концепцией производства диетических добавок лечебного и лечебно-профилактического действия, было введение в кровь КРС Na-КМЦ с целью стабилизации гемового комплекса. Эта добавка выпускается промышленностью и представляет собой порошкообразный продукт, который содержит гемовое железо в легкоусвояемой двувалентной форме в количестве 0,7...1,3 г/кг добавки. «Гемовитал» рекомендуется МОЗ Украины для профилактики и лечения железодефицитных состояний. Добавка имеет высокие функционально-технологические и физиологические свойства и предназначена для обогащения широкого спектра пищевых продуктов гемовым железом, что показано в трудах М.И. Погожих, В.В. Евлаш, В.В. Винниковой и др. [221; 222].

Высокое содержание стабилизированного гемового железа, нейтральные органолептические свойства и порошкообразная форма «Гемовитал» обеспечивали эффективность применения добавки при создании широкого ассортимента пищевых продуктов противоанемической направленности. Так с использованием диетической добавки «Гемовитал» разработана технология жирового полуфабриката, который рекомендовано применять при изготовлении кондитерской и шоколадной глазури для кондитерских изделий, с целью обогащения их гемовым железом [223; 224].

Предложена рецептура печенья с фруктовыми начинками, которая содержит диетическую добавку «Гемовитал» [225] и ассортимент кондитерских изделий с её введением [226; 227].

В результате исследований, направленных на разработку продуктов с гемовым железом, учеными того же университета разработан и сформирован ассортимент диетических добавок на основе крови КРС и порошков лекарственных растений «Калгем», «Редгем» и «Фитогем», которые

характеризуются рядом потребительских свойств: антиоксидантная активность, приятные органолептические, физико-химические, функциональные и физиологические свойства [228]. Добавки отличаются содержанием полноценного белка и гемового железа с близким к оптимальному соотношением форм гемоглобину. При этом диетические добавки «Фитогем», «Калгем», «Редгем» полностью удовлетворяют требованиям, установленным регламентами относительно безопасности продуктов из крови и характеризуются антиоксидантными свойствами [229].

С применением добавок «Калгем», «Редгем» разработана технология фруктово-ягодных начинок, которые характеризовались высокой биологической ценностью (за счёт введения полноценного белка), содержали до 7,2 мг/100г гемового железа и характеризовались термостабильными свойствами. Обогащённые гемовым железом начинки рекомендовалось вводить в рецептуры мучных кондитерских изделий [230; 231].

Также учёными ХГУПТ предложена рецептура сладких плиток, типа тираженного ириса – «Каленгемчик», «Редгемчик», «Фитогемчик» обогащённых гемовым железом для лечебно-профилактического и лечебного питания с содержанием железа соответственно до 3,3 мг/100г и до 4,35 мг/100г [232]. Кроме профилактики железодефицита в организме человека, предложенные продукты содержали вещества с антиоксидантной активностью.

Проведенный анализ позволил обосновать направления проведения последующей работы, направленной на разработку технологии и формирования потребительских свойств пищевых продуктов антианемического направления путем введения диетических добавок из крови КРС, содержащих гемовое железо и имеющих определенные функционально-технологические свойства, которые позволяют их использование в широком ассортименте пищевых продуктов питания.

РАЗДЕЛ 2

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИЕТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ «ГЕМОВИТАЛ»

2.1. Характеристика показателей качества и биологической ценности диетической добавки «Гемовитал»

Диетическая добавка «Гемовитал» относится к антианемичным добавкам нового поколения, поскольку содержит легкоусвояемое гемовое железо. Особенностью технологии её производства, с научной точки зрения, является реализация концепции сорбции гемового комплекса крови КРС на пространственную структуру геля, образованного Na КМЦ с целью его стабилизации [233]. Эта добавка выпускается промышленностью и представляет собой порошкообразный продукт, который содержит гемовое железо в легкоусвояемой двувалентной форме, то есть в той форме, в которой оно входит в состав миоглобина и гемоглобина человека в количестве $Fe^{2+} - 0,7...1,3$ г/кг добавки. «Гемовитал» рекомендуется МОЗ Украины для профилактики и лечения железодефицитных состояний. Добавка имеет высокие функционально-технологические и физиологические свойства и предназначена для обогащения широкого спектра пищевых продуктов гемовым железом [220; 221].

Качество порошкообразной диетической добавки «Гемовитал» изучено по следующим показателям: органолептическим, физико-химическим, биологическим (содержание аминокислот, перевариваемость, количество гемового железа), общему химическому составу, критериям безопасности [234; 235; 236].

Диетическая добавка не имеет противопоказаний, в частности к длительному применению. Не имеет побочных или аллергических действий, ввиду того, что железо, которое входит в её состав, находится в естественной для организма форме – гема абсолютно одинакового у животных и у человека. Это определяет его высокую физиолого-биохимическую совместимость. Кроме того, абсолютно исключена передозировка железа, поскольку оно содержится в

составе пищевого белка, повседневно потребляемого человеком с продуктами питания, и в случае избыточного потребления просто выводится из организма.

Диетическая добавка при постоянном применении нормализует баланс железа в организме, что позволяет возобновить естественные механизмы усвоения железа.

В табл. 2.1 приведены органолептические и физико-химические показатели качества диетической добавки «Гемовитал». Из таблицы видно, что в диетической добавке «Гемовитал» содержание гемового железа, а также белка достаточно высокие, что позволяет рассматривать ее как ценный дополнительный источник белка в продуктах питания.

Таблица 2.1 – Органолептические и физико-химические показатели диетической добавки «Гемовитал»

Показатель	Характеристика
Внешний вид	В виде порошка, без посторонних включений
Цвет	Светло-коричневый, с красным оттенком
Консистенция	Порошковидная
Вкус	Нейтральный
Массовая доля влаги %, не более	5,0
Массовая доля белка %, не менее	75,0
Массовая доля жира, %	1,0
Массовая доля углеводов, %	6,6
Минеральные вещества, общее количество, %	4,0
Содержание гемового железа, г/кг, не менее	0,7

Поскольку при производстве диетической добавки «Гемовитал» применяют вещества стабилизирующие гемовое железо, и обезвоживающие в условиях, обеспечивающих сохранность структуры гемоглобина, было исследовано и доказано, что белки плазмы сохраняют свои физико-химические и функциональные свойства. Установлено, что массовая доля водорастворимых белков, среди которых основную долю составляют альбумины и иммуноглобулины составляет $11,8 \pm 0,5\%$ по отношению к сухому веществу диетической добавки «Гемовитал».

«Гемовитал» обладает способностью к набуханию. Степень набухания порошка диетической добавки «Гемовитал» в воде при $t = 20^\circ \text{C}$ через 20×60 с составляет 320%. Этот показатель свидетельствует о достаточно высокой восстановительной способности порошка, что в технологиях пищевых продуктов будет обуславливать такое его функционально-технологические свойства, как влагосвязывание.

При этом следует отметить, что технологическую операцию по восстановлению порошка диетической добавки в смачивающей жидкости следует проводить в том случае, если она вводится в продукты питания с высоким влагосодержанием, а длительность основной технологической операции будет составлять менее 30×60 с. В некоторых случаях добавку можно вносить путем перемешивания с другими ингредиентами рецептуры, без операции восстановления в смачивающей жидкости.

Аминокислотный состав диетической добавки (табл. 2.2) представлен всеми незаменимыми аминокислотами [234], в количествах наиболее приближенных к идеальному белку (за исключением незаменимой аминокислоты изолейцин). Анализируя соотношение незаменимых аминокислот триптофан : метионин + цистеин : лизин, которое в условно «идеальном» белке должно равняться $1,0 : 3,5 : 5,5$ [2], отмечено, что в добавке «Гемовитал» оно составляет $1,0 : 2,7 : 5,0$, следовательно достаточно близко к «идеальному» белку.

**Таблица 2.2 – Аминокислотный состав диетической добавки
«Гемовитал» ($\pm 0,5$)**

Аминокислота	Количество на 100 г добавки, г
Лизин	6,10
Гистидин	4,29
Аргинин	3,23
О-пролин	0
Аспарагиновая кислота	4,18
Треонин	3,95
Серин	4,41
Глутаминовая кислота	9,16
Пролин	3,58
Глицин	3,49
Аланин	6,30
Цистеин	1,85
Валин	4,91
Метионин	1,41
Изолейцин	0,51
Лейцин	8,75
Тирозин	2,46
Фенилаланин	5,24
Триптофан	1,20
Всего:	75,32

Исследования направленные на изучение микробиологических и токсикологических показателей безопасности диетической добавки «Гемовитал» не показали превышение таковых, относительно нормативов для продуктов из крови, которые действуют на территории Украины. Результаты приведены в табл. 2.3 и 2.4.

**Таблица 2.3 – Микробиологические показатели диетической добавки
«Гемовитал»**

Наименование показателя	Норматив	Фактическое содержание
1	2	3
КМАФАМ, КОЕ/г, не более	5×10^5	100
БГКП (колиформы), в 0,1 г	не допускаются	не обнаружено в 0,1 г
Мезофильные сульфитредуцирующие клостридии, в 0,1 г	не допускаются	не обнаружено в 0,1 г

Продолжение табл. 2.3

1	2	3
Золотистый стафилококк, в 0,1 г	не допускается	не обнаружено в 0,1 г
Патогенные микроорганизмы, в том числе Сальмонеллы, в 25 г	не допускаются	не обнаружено в 25 г
Бацилла Цереус, в 0,1 г	не допускается	не обнаружено в 0,1 г

Таблица 2.4 – Содержание токсических металлов в диетической добавке «Гемовитал»

Показатель	Количество токсических металлов, мг/кг	
	НД	Факт
Свинец	Не более 0,6	0,55
Кадмий	Не более 0,3	0,15
Медь	Не более 20,0	4,12
Цинк	Не более 100,0	13,75
Ртуть	Не более 0,1	0,001
Мышьяк	Не более 1,0	0,22

Установлено, что при хранении в течение 12 мес. в металлизированной пленке в диетической добавке «Гемовитал» сохраняются гемовые формы железа (табл. 2.5), что обуславливает и сохранение цветоформирующей функции добавки.

Таблица 2.5 – Соотношение форм гемоглобина в добавке «Гемовитал» при хранении (12 мес.) в разных видах упаковки в сравнение с контролем

Вид упаковки	Форма гемоглобина, %		
	HbO ₂	Hb	MetHb
	Fe ²⁺		Fe ³⁺
Контроль (без хранения)	10+0,2	40+2	50+2
Металлизированная пленка	0	44+3	56+3
Полимерная пленка	3+0,1	29+3	68+3

Результаты изучения гигроскопических свойств и стабильности диетической добавки «Гемовитал» по соотношению форм гемоглобина двух- и трехвалентного железа позволили определить сроки и условия хранения диетической добавки: упаковка – металлизированная полимерная пленка; относительная влажность воздуха 70%; температура $t = 18 \pm 2^\circ \text{C}$; длительность – 12 мес.

2.2. Клиническая апробация диетической добавки «Гемовитал» в Институте экогигиены и токсикологии им. Л.И. Медведя

Неполноценное питание в группах «риска» (женщины, дети) приводит к нарушению баланса между поступлением железа с пищей и его расходом и к постепенному развитию ЖДС, манифестной формой которого является ЖДА. Стандартной профилактической дозой, рекомендуемой ВОЗ для беременных, является 60 мг элементарного железа в сутки в течение 6 месяцев. Недостаток железа и витаминов также может развиваться у строгих вегетарианцев, у людей соблюдающих разные несбалансированные диеты, у людей пожилого возраста.

Анемия является поздним проявлением дефицита железа, от нее страдают в первую очередь органы, потребляющие большое количество кислорода: сердце (одышка при нагрузке, тахикардия), мозг (головокружения, утомляемость, снижение памяти и т.д.). Тканевой гипосидероз развивается раньше и проявляется трофическими расстройствами: сухостью кожи, ломкостью ногтей, выпадением волос, ангулярным стоматитом, атрофией слизистой ЖКТ, затруднением глотания твердой пищи (сидеропеническая дисфагия). Снижение активности железосодержащих ферментов, недостаток миоглобина (железо входит в состав миоглобина) приводит к мышечной слабости, частым позывам к мочеиспусканию, снижению физической работоспособности. Для ЖДС характерны также признаки снижения иммунитета.

В клинической практике при лечении ЖДА предпочтение отдается приему пероральных препаратов солей железа, комбинированных с аскорбиновой кислотой, аминокислотами, фолиевой кислотой. Эффективная доза выражается

через количество элементарного железа и для взрослых составляет 100...200 мг железа в день, что соответствует реальному усвоению примерно 30 мг железа. Нормализация уровня гемоглобина обычно наступает на 3...4 неделе лечения, однако прием препарата необходимо продолжать до восполнения запасов железа в организме. Критериями насыщения железом являются нормализация показателей сывороточного железа, сывороточного ферритина, коэффициента насыщения трансферрина, общей железосвязывающей способности на фоне уменьшения симптомов гипосидероза.

При приеме железосодержащих добавок часто (у 25%) наблюдаются побочные эффекты со стороны ЖКТ (тошнота, рвота, анорексия, металлический привкус, запоры, диарея). Соли двухвалентного железа усваиваются в 2–3 раза лучше, чем соли трехвалентного. По причине плохой переносимости и побочных эффектов длительный прием ионизированного сульфата железа невозможен.

Диетические добавки, изготовленные на основе высушенной крови, являются природным источником легкоусвояемого железа и полноценного белка. Железо, которое содержится в крови входит в состав гемоглобина и не требует особых условий для всасывания. Гемовый комплекс всасывается клетками слизистой оболочки тонкого кишечника практически полностью, без предварительного освобождения из него железа.

На всасывание железа в таком виде не влияют вещества тормозящие всасывание: фитаты, фосфаты, которые входят в состав продуктов растительного происхождения. Именно эффективное всасывание гемового железа и определяет использование продуктов животного происхождения, в данном случае высушенной крови КРС, в качестве источника железа. Поэтому диетическая добавка «Гемовитал» по ТУУ 15.1-01566330-160-2004 может быть использована в рационах питания, в первую очередь, как источник железа [220].

Проведена оценка клинической эффективности диетической добавки «Гемовитал» при употреблении ее людьми с измененными показателями периферической крови (снижение гемоглобина, общего количества эритроцитов). Объектом исследования служили две группы людей (опытная и контрольная), что

использовали диетическую добавку «Гемовитал» в рационе питания. Возраст пациентов в группах составлял от 25 до 65 лет.

Опытная группа со сниженным содержанием гемоглобина в крови составляла 40 человек. Условием и особенностью проведения эксперимента являлось то, что у пациентов опытной группы рацион питания был не сбалансирован по целому ряду пищевых веществ (белки, витамины, минеральные вещества), и в период употребления диетической добавки «Гемовитал» их рацион питания в целом не изменялся. Такие жесткие условия, а именно: отсутствие сравнения ожидаемых результатов с группой контроля, которая бы изменяла рацион питания, обогащала его продуктами, содержащими железо, или принимала железосодержащие препараты, не было. Основная задача при проведении исследования – доказать клиническую эффективность добавки «Гемовитал», а не сравнить ее с другими продуктами или лекарственными препаратами.

Пациенты делились на 2 группы. У пациентов 1 группы – 20 человек наблюдалась (рис. 2.1а) гипохромия эритроцитов, т.е. снижение в них уровня гемоглобина. Эритроциты пустые, уменьшенные в размерах – микроцитарная гипохромия и макроцитарная гипохромия, размер эритроцитов по величине соответствует лимфоцитам, на слайдах видны единичные клетки, при этом наблюдалось снижение содержания железа в сыворотке крови.

У 2 группы пациентов (20 человек) уровень гемоглобина в эритроцитах был нормальным или повышенным, отмечалась гиперхромия эритроцитов. При этом размер эритроцитов был в пределах нормы или повышен – гиперхромная макроцитарная анемия, размер эритроцитов даже больше, чем размер средних лимфоцитов (рис. 2.1б).

Содержание железа в сыворотке крови повышено или в пределах нормы. Кроме того, в группах были пациенты, находящиеся под наблюдением специалистов клиники Института экогигиены и токсикологии им. Л.И. Медведя. При исследовании периферической крови у данных пациентов обнаружены Тельца Гейнца – продукт денатурации гемоглобина, косвенный признак

интоксикации тяжёлыми металлами – пурпурно-красные точки на жёлтом фоне (рис. 2.2.).

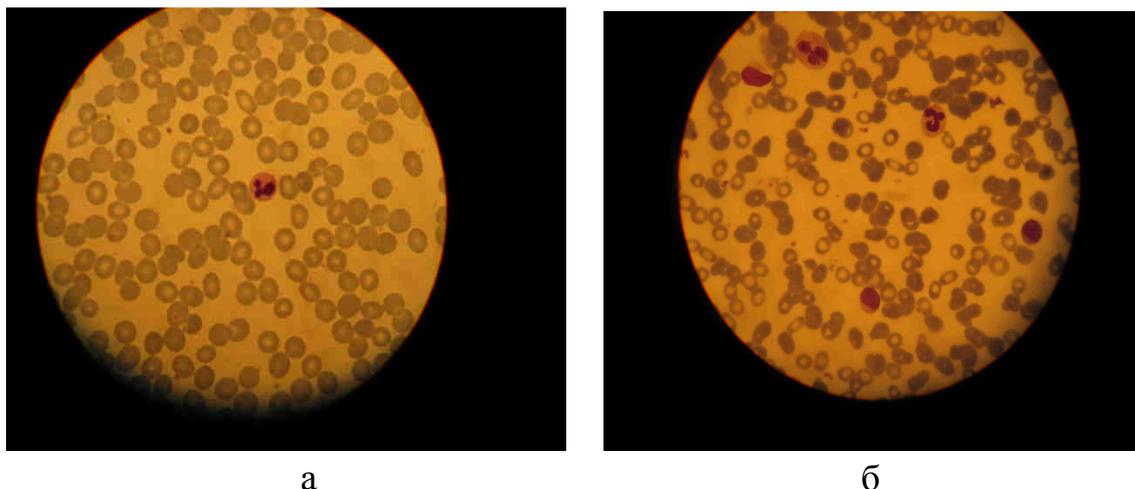


Рисунок 2.1 – Состояние эритроцитов у пациентов: а – гипохромия эритроцитов; б – гиперхромия эритроцитов

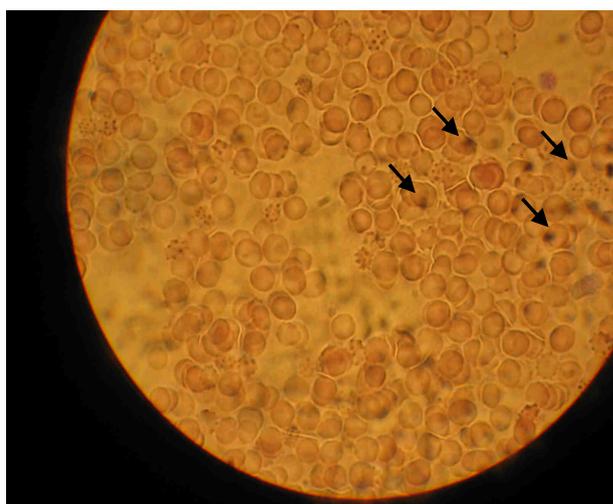


Рисунок 2.2 – Тельца Гейнца

Забор крови для исследований проводили до начала употребления продукта, затем спустя 30 дней от начала приёма «Гемовитал». В крови определяли: содержание гемоглобина (г/л), количество эритроцитов, показатель гематокрита, размер эритроцитов (MCV); а также рассчитывали один из показателей эндотоксикоза –

лейкоцитарный индекс интоксикации, который входит в показатели гомеостаза.

Предварительно рассчитана доза употребления диетической добавки «Гемовитал». Учитывая то, что 100 г диетической добавки «Гемовитал» содержит 0,1 г гемового железа, то суточная доза применения продукта в виде капсул массой 0,4 г будет составлять:

- при употреблении 1 капсулы в день – 0,4 мг;
- при употреблении 3 капсул в день – 1,2 мг;

– при употреблении 6 капсул в день – 2,4 мг.

Учитывая суточную потребность в железе, оптимальной дозой употребления диетической добавки «Гемовитал» будет 6 капсул в день (по 2 капсулы 3 раза в день во время еды). Пациенты принимали добавку 30 дней.

2.3. Результаты исследований антианемического действия диетической добавки «Гемовитал»

При употреблении диетической добавки «Гемовитал» пациенты опытной группы свой режим питания, вкусовые привязанности, особенности рационов не изменяли. Режим питания характеризовался нерегулярностью. На протяжении дня они принимали пищу 2...5 раз. Ассортимент пищевых продуктов, что использовали в питании пациенты основной группы включал незначительное количество блюд из рыбы, сыра, молочных и кисломолочных продуктов. Употребление натуральных соков, особенно с содержанием пектиновых веществ, минеральных вод очень ограничено у всех пациентов. В представленных рационах преобладали блюда в жареном, тушеном виде, продукты переработки мяса (сосиски, сардельки), намного меньше блюд в паровом виде, технологиям которых присущи щадящие механический и химический режимы. Химический состав рационов питания пациентов опытной группы приведен в табл. 2.6.

Таблица 2.6 – Химический состав рационов питания пациентов основной группы

Показатель	Содержание отдельных нутриентов в рационах
Белки, г	60–82
в т.ч. животные	35–40
Жиры, г	58–98
в т.ч. растительные	18–20
Углеводы, г	450–500 (в том числе, легкоусвояемые 70–100 г)

В результате приема диетической добавки «Гемовитал» в течение 30 дней у 80% больных ЖДА отмечено значительное улучшение самочувствия: уменьшение общей слабости, увеличение работоспособности, исчезновение головокружения, болей в области сердца, учащенного сердцебиения, уменьшение одышки при нагрузке, исчезновение диспепсических жалоб, восстановление аппетита. Больные с более выраженными показателями анемии и дефицита железа отметили умеренное субъективное улучшение. Объективно отмечается уменьшение бледности, сухости кожи, исчезновение тахикардии, но признаки тканевого дефицита железа сохранялись.

Клиническая эффективность диетической добавки «Гемовитал» характеризовалась улучшением показателей периферической крови и статуса железа как у пациентов 1 группы, так и у пациентов 2 группы (табл. 2.7–2.10).

Таблица 2.7 – Характеристика показателей периферической крови у лиц 1 подгруппы

Показатель	Норма	До начала употребления добавки «Гемовитал»	После окончания употребления добавки «Гемовитал»	Динамика изменений показателей, относительно нормы*
1	2	3	4	5
Гемоглобин, г/л	120–140	94,43±0,35	107,14±0,16	↓↑
Эритроциты, Т/л	3,0–4,7	3,72±0,34	4,04±0,4	N
Содержание гемоглобина в эритроците, пкг/эритроцитов	27–34	25,24±1,33	26,67±2,69	N
Гематокрит, %	35–47	27,31±0,12	31,39±0,38	↓
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (МСРС), гНб/л эритроцитов	310–360	346,40±0,88	340,22±0,23	N

Продолжение табл. 2.7

1	2	3	4	5
Средний объем эритроцитов (MCV), мкм ³ (фл)	81–101	71,87±1,93	79,96±1,9	N
Ретикулоциты, %	0,2–1,0	0,27±0,07	0,60±0,33	↑
Лейкоцитарный индекс интоксикации, у.е.	0,5–0,7	0,51±0,03	0,34±0,01	↓
Содержание железа в сыворотке крови, мг/л	1,25–30,4	11,83±0,54	24,13±1,96	↑

* ↑ – повышение; ↓ – снижение; N – норма.

Таблица 2.8 – Характеристика показателей периферической крови у лиц 1 подгруппы

Показатель	Норма	До начала употребления добавки «Гемовитал»	После окончания употребления добавки «Гемовитал»
Тромбоциты, 10 ⁹ / л	180-320	235,42±2,04	226,85±3,44
Лейкоциты, 10 ⁹ / л	4,0-9,0	5,62±0,2	5,72±0,04
Палочкоядерные, %	1,6	2,42±0,15	2,28±0,07
Сегментоядерные, %	47-72	56,42±0,08	51,57±1,77
Эозинофилы, %	0,5-5,0	2,42±0,04	3,85±0,07
Лимфоциты, %	19-37	27,14±0,75	34,00±0,42
Моноциты, %	3-11	7,24±0,77	7,57±0,08
СОЕ, мм / час	2-15	15,57±0,93	9,00±0,10

Содержание эритроцитов находилось в пределах нормы и увеличилось незначительно, как у пациентов 1 так и у пациентов 2 группы ($4,4 \pm 0,1$ и $3,95 \pm 0,19$) и нормализовалось у всех больных ЖДА. Отмечалась тенденция к увеличению уровня гемоглобина (от $94,43 \pm 9,35$ до $107,14 \pm 8,16$) у пациентов 1 группы, и (от $109,4 \pm 3,28$ до $124,8 \pm 4,64$) прирост гемоглобина составил в среднем $11,6$ г/л, что является хорошим результатом. Нормализовалась концентрация гемоглобина только у 60% больных с легкой степенью анемии, но положительная динамика отмечена у всех больных.

Отмечена нормализация показателя гематокрит. Уровень сывороточного железа достоверно повысился в 2,3 раза и составил $1,23$ мг/л. Лейкоцитарный индекс интоксикации уменьшился в среднем на $0,17$. Количество лейкоцитов, лейкоцитарная формула, СОЭ существенно не изменились, а также не отмечалось ни одного случая лейкопении.

Наиболее выражен ретикулоцитарный криз (увеличение количества ретикулоцитов), так как именно при гипохромной анемии наблюдается дефицит железа, а сам продукт дополняет рацион питания гемовым железом.

Таблица 2.9 – Характеристика показателей периферической крови у пациентов 2-й подгруппы

Показатель	Норма	До начала употребления добавки «Гемовитал»	После окончания употребления добавки «Гемовитал»	Динамика изменения показателей, относительно нормы
1	2	3	4	5
Гемоглобин, г/л	120–140	$109,4 \pm 0,28$	$124,8 \pm 1,64$	N
Эритроциты, Т/л	3,0–4,7	$3,37 \pm 0,31$	$3,95 \pm 0,19$	N
Содержание гемоглобина в эритроците, пкг/эритроцитов	27–34	$39,82 \pm 1,09$	$31,68 \pm 0,86$	N

Продолжение табл. 2.9

1	2	3	4	5
Гематокрит, %	35–47	33,04±0,09	35,68±0,85	N
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (МСРС), гHb/л эритроцитов	310–360	331,62±1,8	351,2±1,3	N
Средний объем эритроцитов (MCV), мкм ³ (фл)	81–101	98,75±1,28	90,53±1,09	N
Ретикулоциты, %	0,2–1,0	0,30±0,01	0,47±0,01	↑
Лейкоцитарный индекс интоксикации, у.е.	0,5–0,7	0,84±0,07	0,58±0,03	↓
Содержание железа в сыворотке крови, мг/л	1,25–30,4	15,11±0,45	18,40±1,1	↑

* ↑ – повышение; ↓ – снижение; N – норма.

Таблица 2.10 – Характеристика показателей периферической крови у лиц 2-й подгруппы

Показатель	Норма	До начала употребления добавки «Гемовитал»	После окончания употребления добавки «Гемовитал»
Тромбоциты, 10 ⁹ /л	180–320	203,80±2,44	242,60±3,32
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	4,0–9,0	4,04±0,13	6,16±0,79
Палочкоядерные, %	1,6	1,20±0,02	1,80±0,04
Сегментоядерные, %	47–72	56,20±1,36	53,40±1,32
Эозинофилы, %	0,5–5,0	2,00±0,02	1,60±0,02
Лимфоциты, %	19–37	34,20±1,64	36,60±0,52
Моноциты, %	3–11	6,20±0,04	5,60±0,08
СОЕ, мм/час	2–15	11,40±0,28	11,20±0,04

Клиническое обследование пациентов после приема диетической добавки «Гемовитал» свидетельствовало об улучшении субъективного и объективного статуса больных, исчезновении анемического синдрома у больных с легкой степенью анемии, общей тенденции к увеличению концентрации гемоглобина, нормализации количества эритроцитов, исчезновению гипохромии. На фоне приема диетической добавки улучшился статус железа, что подтверждается достоверным увеличением концентрации сывороточного железа, тенденцией к снижению лейкоцитарного индекса.

Переносимость диетической добавки «Гемовитал» была хорошей, в том числе и у больных с заболеваниями ЖКТ. Побочных эффектов, так часто встречающихся при приеме медикаментозных препаратов железа, у данной группы пациентов не отмечено. Аллергических реакций также не обнаружено. Хорошая переносимость диетической добавки «Гемовитал» способствовала мотивации к дальнейшему ее приему.

Таким образом, при коррекции рационов питания диетической добавкой «Гемовитал» отмечалась положительная динамика клинико-лабораторных исследований крови при хорошей переносимости добавки. Месячный курс позволил уменьшить у больных ЖДА анемический синдром, улучшить статус железа.

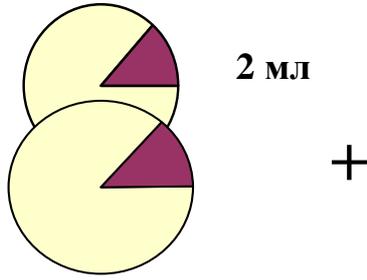
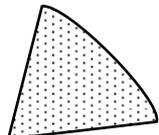
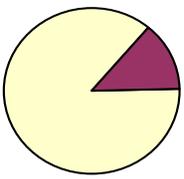
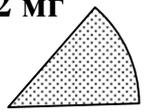
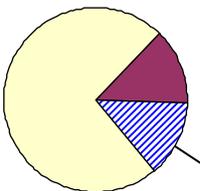
2.4. Цели введения диетической добавки «Гемовитал» в рационы питания населения

Для обоснования стратегии при разработке технологии продуктов питания антианемической направленности выделено три основные цели введения диетической добавки «Гемовитал» в рационы питания: лечебная, профилактическая и для ежедневного питания (табл. 2.11).

Согласно нормам физиологических потребностей населения Украины в минеральных веществах, суточная потребность взрослого населения в железе составляет 15...17 мг для мужчин и женщин соответственно [6]. Из этого

количества не менее 2 мг составляет гемовое железо, количество которого обусловлено содержанием мясных продуктов в рационе питания.

Таблица 2.11 – Цели введения диетической добавки «Гемовитал» в рационы питания населения

Цель введения в рацион питания	Содержание железа в рационе питания населения, включая гемовое, мг	Способ обогащения рациона и количество «Гемовитал», мг
Лечебная (периодический прием)	<p>15...17</p>  <p>2 мг</p>	<p>КАПСУЛЫ, или пищевые продукты специального назначения</p> <p>4 мг</p>  <p>4</p>
Лечебно-профилактическая (периодический прием или употребление пищевых продуктов)	<p>15...17</p>  <p>2 мг</p>	<p>КАПСУЛЫ, пищевые продукты антианемической направленности</p> <p>1...2 мг</p>  <p>1...2</p>
Для ежедневного питания	<p>15...17</p>  <p>2 мг</p> <p>1...2</p>	<p>Продукты питания антианемической направленности</p>

Потенциал сырьевой базы Украины для производства диетической добавки «Гемовитал» позволяет обеспечить лечебную функцию (табл. 2.11) для

22% населения, страдающего железодефицитной анемией (ЖДА) или 40% населения для профилактики ЖДА, а в случае ежедневного приема обеспечить 27% всего населения Украины, из них 100% детей подросткового возраста. Если исходить из того, что проблемой лечения ЖДА занимаются органы здравоохранения, то лечебную и профилактическую цели введения диетической добавки «Гемовитал» в рацион питания следует реализовывать, учитывая среднестатистический ассортимент пищевых продуктов для населения Украины. Этот ассортимент, так или иначе, связан с мясомолочными, хлебобулочными и кондитерскими продуктами. Поэтому количество введенной добавки в традиционные пищевые продукты не должно изменять характерные для них органолептические показатели и существенно корректировать технологический процесс их изготовления на предприятиях пищевой промышленности и ресторанного хозяйства. Это и послужило первоосновой для выбора ассортимента пищевых продуктов, технологии которых при обогащении гемовым железом необходимо научно обосновать, а также определило потенциал диетической добавки «Гемовитал» (табл. 2.12) [238].

Таблица 2.12 – Потенциал диетической добавки «Гемовитал» для обогащения пищевых продуктов

Технологические свойства	Функциональные свойства	Ассортимент продуктов питания
1	2	3
Светло-коричневый цвет	Краситель, имитирующий цвет какао	Кондитерские, кисло-молочные изделия, десерты из творога, мягкое мороженое, паштеты
Набухание и частичная растворимость	Влагосвязывающая способность, образование пен	Изделия с пенной структурой: кремы, муссы, самбуки. Сладкие блюда

1	2	3
Порошок, с основной фракцией частиц $(25-30) \cdot 10^{-6}$ м	Равномерность смешивания с сухими сыпучими материалами, влагоудерживающая способность, коррекция структурно-механических характеристик	Мясные рубленые, колбасные изделия мучные изделия
Стабильность свойств при нагревании до $t = 100^{\circ} \text{C}$	Термостойкость цвета и вкуса	Пищевые продукты, имеющие конечное влагосодержание выше гигроскопического

Для экспериментальной проверки и научного обоснования технологий продуктов питания антианемической направленности со стабилизированным гемовым железом выбраны технологии пищевых продуктов, в которых функциональные свойства добавки могут эффективно использоваться [221].

Дополнительно к сказанному выше учитывалось также: массовость использования продукта в рационах питания широких слоев населения; сродство основных функциональных свойств добавки к рецептурным ингредиентам и органолептическим показателям качества пищевых продуктов.

Исходя из этого, рекомендован следующий ассортимент для изучения и разработки технологии пищевых продуктов антианемической направленности:

1. Мясные рубленые изделия, как связующий компонент, источник двухвалентного гемового железа и незаменимых аминокислот.

2. Кисломолочные продукты (творожные десерты), как формирующий компонент новых физиологических свойств продукта в дополнение к кальцию и полноценному белку – источник гемового железа, а также как

цветоформирующий ингредиент, который существенно отличается от порошка какао.

3. Мучные (хлебобулочные, пряничные), как альтернатива сульфату железа, наиболее часто используемого для обогащения мучных изделий железом

РАЗДЕЛ 3

ТЕХНОЛОГИЯ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ СО СТАБИЛИЗИРОВАННЫМ ГЕМОВЫМ ЖЕЛЕЗОМ

Поскольку диетическая добавка «Гемовитал» обладает определенными функциональными свойствами (раздел 2), была спрогнозирована возможность введения данной добавки в мясные рубленые изделия.

Целью новой технологии производства мясных рубленых изделий с диетической добавкой «Гемовитал» являлось придание им антианемических свойств путем обогащения этих продуктов полноценным белком, незаменимыми аминокислотами и гемовым железом в легкоусвояемой форме при сохранении традиционных органолептических показателей качества изделий, т.е. их натуральности.

При разработке технологии учитывалось: распространенность этих изделий в рационах питания населения Украины; их исходный химический состав; придание новым кулинарными изделиями привычных для потребителей органолептических показателей; обеспечение максимального сохранения гемового железа в технологическом процессе приготовления мясных рубленых изделий.

При исследовании технологии обогащенных мясных рубленых изделий с использованием диетической добавки «Гемовитал» решались следующие задачи:

– разработать ассортимент мясных рубленых изделий с использованием диетической добавки «Гемовитал», введение в рецептуру которой сохранит натуральность изделий, не ухудшит традиционные органолептические показатели, и позволит создать продукт с заданной физиологической функцией;

– определить рациональное содержание диетической добавки «Гемовитал» в рецептурах мясных рубленых изделий в соответствии с органолептическими, технологическими и реологическими свойствами, как полуфабрикатов, так и готовых изделий;

– изучить пищевую и биологическую ценность, перевариваемость белка

протеолитическими ферментами ЖКТ in vitro, содержание гемового железа в готовых изделиях, а также показатели безопасности обогащенных мясных рубленых изделий;

- разработать технологические схемы мясных рубленых изделий с использованием диетической добавки «Гемовитал»;
- разработать нормативные документы на мясные рубленые изделия антианемической направленности.

3.1. Разработка рецептуры и технологии мясных рубленых изделий с диетической добавкой «Гемовитал»

Для введения в мясные рубленые изделия диетической добавки «Гемовитал», как аналог, были приняты мясные рубленые изделия по рецептуре № 658 [239]. Данный выбор определен тем, что мясные рубленые изделия из мяса говядины при содержании полноценного белка не удовлетворяют суточную потребность человека в железе, а также с целью использования функциональных свойств добавки, как связующего при формировании полуфабриката и цветоформирующего компонента для готовых изделий.

Диетическая добавка «Гемовитал» вводилась в мясные рубленые изделия в разных массовых долях к массе полуфабриката $C_T = 2,5; 3,5; 4,5$ и $5,5\%$ вместо части хлеба. Рецептуры опытных образцов изделий с разной массовой долей диетической добавки «Гемовитал» приведены в табл. 3.1.

С целью определения рациональной доли диетической добавки «Гемовитал» в рецептуре, проведена органолептическая оценка готовых кулинарных изделий с разной массовой долей ее содержания. Для органолептической оценки мясных рубленых изделий использовали шкалу, в которой каждому показателю и уровню его качества отвечает своя характеристика (табл. 3.2).

Результаты органолептической оценки традиционных мясных рубленых изделий и изделий с диетической добавкой «Гемовитал» приведены в табл. 3.3, бальная оценка исследуемых изделий приведена на рис. 3.1.

Таблица 3.1 – Рецептуры опытных образцов изделий с разной массовой долей диетической добавки «Гемовитал»

Наименование сырья	Масса сырья, г									
	Контроль, г		2,5% «Гемовитал»		3,5% «Гемовитал»		4,5% «Гемовитал»		5,5% «Гемовитал»	
	Брутто, г	Нетто	Брутто, г	Нетто	Брутто, г	Нетто	Брутто, г	Нетто	Брутто, г	Нетто
Говядина (котлетное мясо)	101	74	101	74	101	74	101	74	101	74
Хлеб пшеничный	18,0	18,0	13,1	13,1	11,1	11,1	9,2	9,2	7,2	7,2
Добавка «Гемовитал»	0,0	0,0	3,1	3,1	4,4	4,4	5,6	5,6	6,9	6,9
Вода	24,0	24,0	25,8	25,8	26,5	26,5	27,2	27,2	27,9	27,9
Сухари панировочные	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Соль	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Масса полуфабриката	–	125	–	125	–	125	–	125	–	125
Жир кулинарный	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Масса жареных котлет	–	100	–	100	–	100	–	100	–	100

**Таблица 3.2 – Расчет общей органолептической оценки мясных рубленых изделий
с использованием диетической добавки «Гемовитал»**

Показатель качества	Коэф. важности	Уровень качества, балл					Произведение баллов				
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Внешний вид	0,1	Форма – оvoidно-приплюснутая, поверхность ровная, без трещин и разрывов	Форма – оvoidно-приплюснутая, поверхность ровная, без трещин и разрывов	Форма – оvoidно-приплюснутая, поверхность неровная, наличие разрывов на поверхности	Форма – оvoidно-приплюснутая, наличие разрывов и трещин по всей поверхности	Форма не выдержана	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Цвет	0,2	Румяная, поджаристая корочка, на разрезе – красновато-коричневый	Румяная корочка, на разрезе – красновато-коричневый	Серо-коричневая корочка, на разрезе – серо-коричневый	Темно-коричневая корочка, на разрезе – темно-коричневый	Интенсивно-коричневая корочка, на разрезе – интенсивный коричневый	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Запах	0,2	Выраженный, свойственный жареному мясу	Свойственный жареному мясу	С легким посторонним запахом	С посторонним запахом	С выраженным посторонним запахом	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2

Продолжение табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вкус	0,3	Приятный, свойственный жареному мясу, без постороннего привкуса, в меру соленый	Свойственный жареному мясу, без постороннего привкуса, в меру соленый	С едва уловимым посторонним привкусом добавки из крови, в меру соленый	Посторонний привкус добавки из крови, солоноватый	Невкусный, выраженный посторонний привкус	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3
Консистенция	0,2	Однородная по всей массе, нежная, сочная	Однородная по всей массе, сочная	Однородная по всей массе, недостаточно сочная	Масса с некоторыми включениями, несочная	Неоднородная с включениями, несочная	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Всего	1						5	4	3	2	1

Таблица 3.3 – Органолептические показатели мясных рубленых изделий с разной массовой долей диетической добавки «Гемовитал»

Наименование	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция
Котлеты, по традиционной технологии	Форма – овально-приплюснутая, поверхность ровная, без трещин и разрывов	Румяная корочка, на разрезе – серый	Свойственный жареному мясу	Свойственный жареному мясу, в меру соленый	Однородная по всей массе, сочная
Котлеты, с 2,5% добавки «Гемовитал»	Форма – овально-приплюснутая, поверхность ровная, без трещин и разрывов	Румяная, поджаристая корочка, на разрезе – красновато-коричневый	Выраженный, свойственный жареному мясу	Приятный, свойственный жареному мясу, без постороннего привкуса, в меру соленый	Однородная по всей массе, сочная
Котлеты с 3,5% добавки «Гемовитал»	Форма – овально-приплюснутая, поверхность ровная, без трещин и разрывов	Румяная, поджаристая корочка, на разрезе – красновато-коричневый	Выраженный, свойственный жареному мясу	Приятный, свойственный жареному мясу, без постороннего привкуса, в меру соленый	Однородная по всей массе, нежная, сочная
Котлеты, с добавлением 4,5% добавки «Гемовитал»	Форма – овально-приплюснутая, поверхность ровная, без трещин и разрывов	Румяная корочка, на разрезе – красновато-коричневый	Выраженный, свойственный жареному мясу	Свойственный жареному мясу, без постороннего привкуса, в меру соленый	Однородная по всей массе, нежная, сочная
Котлеты, с добавлением 5,5% добавки «Гемовитал»»	Форма – овально-приплюснутая, поверхность ровная, без трещин и разрывов	Серо-коричневая корочка, на разрезе – серо-коричневый	Свойственный жареному мясу	С едва уловимым посторонним привкусом добавки из крови, в меру соленый	Однородная по всей массе, недостаточно сочная

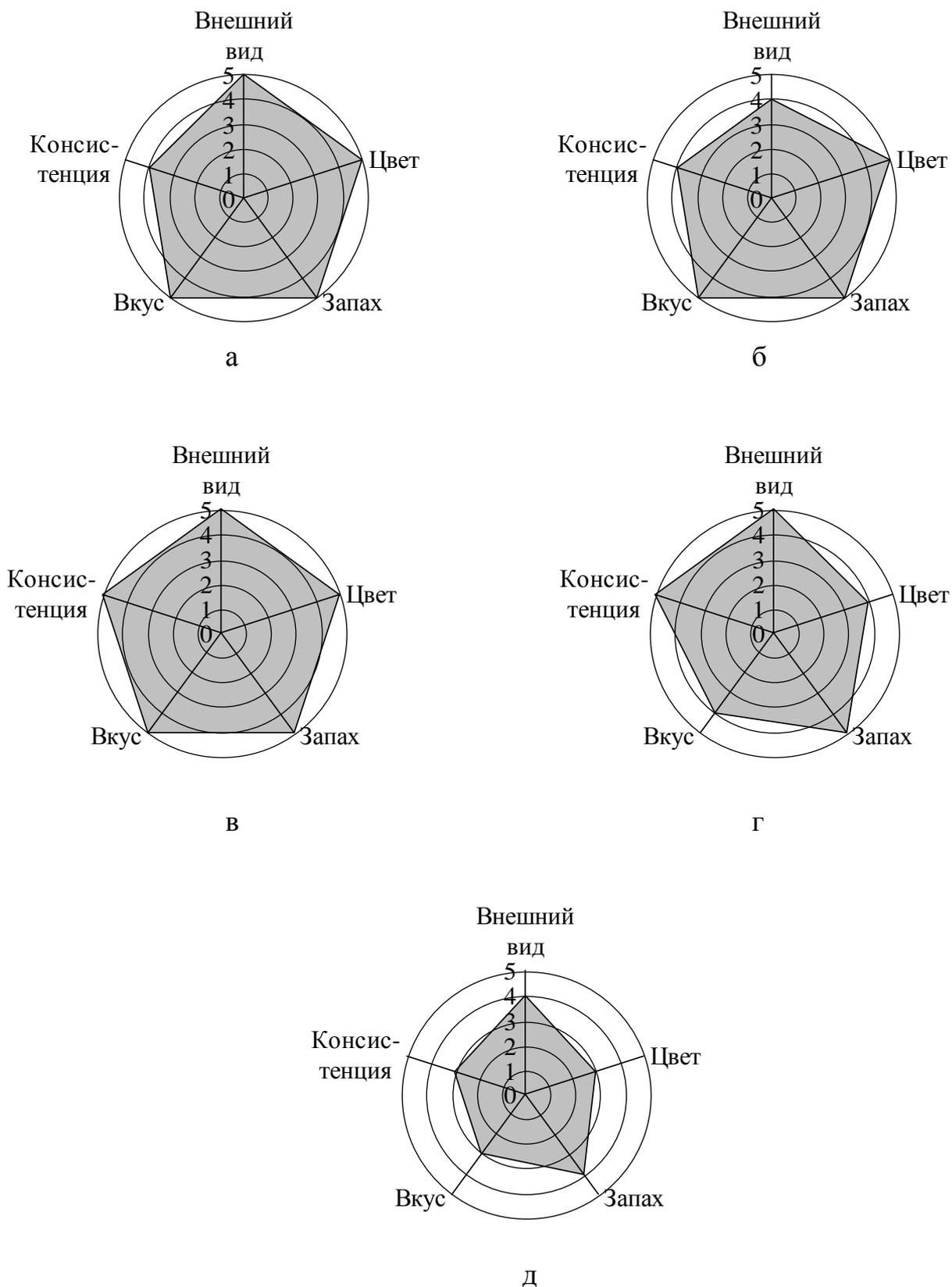


Рисунок 3.1 – Уровни органолептических показателей качества мясных рубленых изделий с разной массовой долей диетической добавки «Гемовитал»:

а – контроль; б – 2,5%; в – 3,5%; г – 4,5%; д – 5,5%

Из данных, представленных на рис. 3.1, следует, что органолептические показатели: внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенция, мясных рубленых изделий с диетической добавкой «Гемовитал» отличаются в зависимости от доли ее введения в фаршевую систему. Образцы мясных рубленых изделий содержащих 3,5% диетической добавки «Гемовитал» имели цвет характерный для мясных рубленых изделий, однородно-мягкую консистенцию, были сочными без постороннего привкуса.

При введении 4,5% и больше диетической добавки «Гемовитал» в фаршевые системы происходит изменение традиционного цвета готового изделия, проявляется посторонний привкус.

Органолептическая суммарная оценка мясных рубленых изделий, приготовленных по традиционной технологии в среднем составляет 4,6 баллов, с диетической добавкой «Гемовитал» в количестве 3,5% от массы полуфабриката – 5 баллов.

Определена рациональная доля диетической добавки «Гемовитал» в рецептуре мясных рубленых изделий в количестве 3,5% от массы полуфабриката, которая была положена в основу разработки технологической схемы и технологической карты производства мясных рубленых изделий с диетической добавкой «Гемовитал».

3.2. Изучение физико-химических показателей мясных рубленых изделий, обогащенных гемовым железом

Поскольку диетическая добавка «Гемовитал» обладает влагосвязывающей и влагоудерживающей способностью, и при гидратации образует вязкую пастообразную структуру, следует ожидать, что введение ее в состав мясных рубленых изделий приведет к изменениям технологических свойств мясных систем, то есть позволит создать полуфабрикат с повышенной влагосвязывающей способностью, и увеличит выход готового изделия. Для подтверждения данной гипотезы исследованы влагосвязывающая способность

фаршевых полуфабрикатов и выход готовых изделий, как одни из важнейших функционально-технологических характеристик мясных систем. Результаты исследования влияния диетической добавки «Гемовитал» на влагосвязывающую способность фаршевых систем и выход готовых изделий показаны на рис. 3.2.

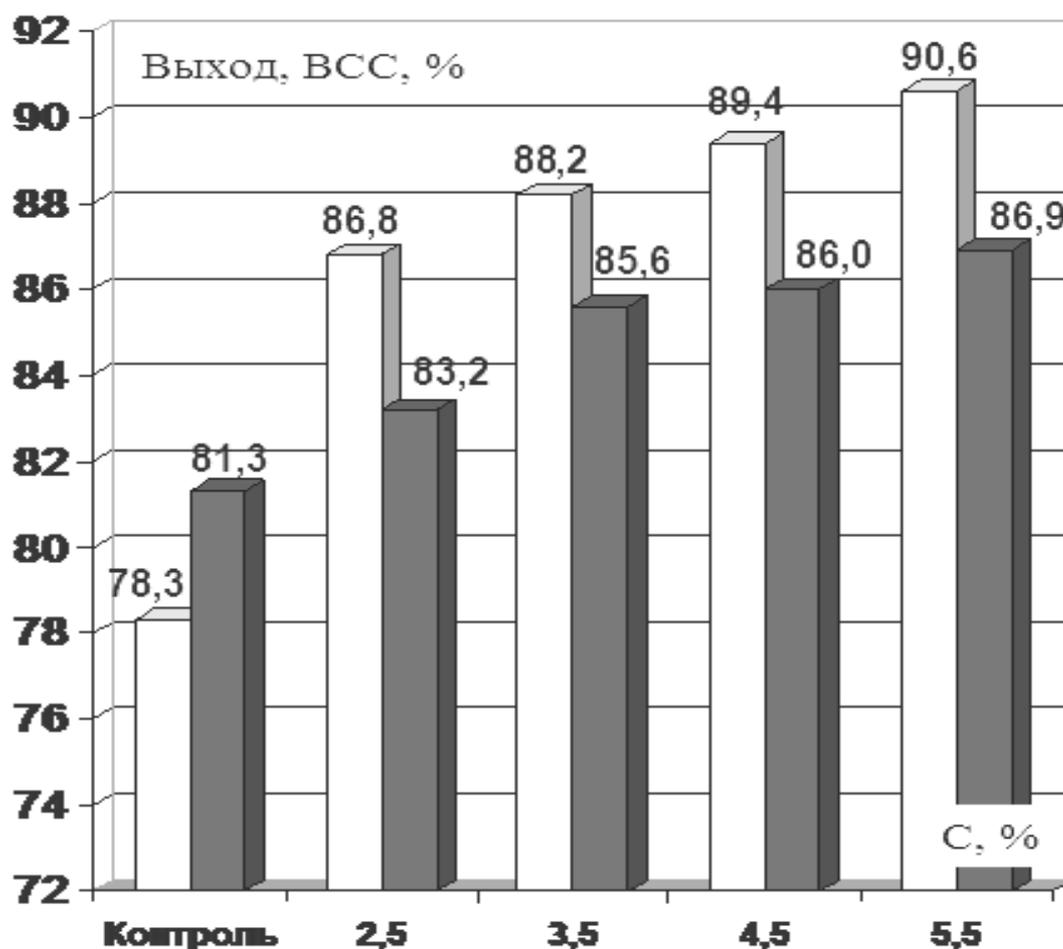


Рисунок 3.2 – Влагосвязывающая способность мясных фаршевых систем и выход готовых рубленых изделий с использованием диетической добавки «Гемовитал»:

□ – ВСС фаршевых систем; ■ – выход готовых изделий

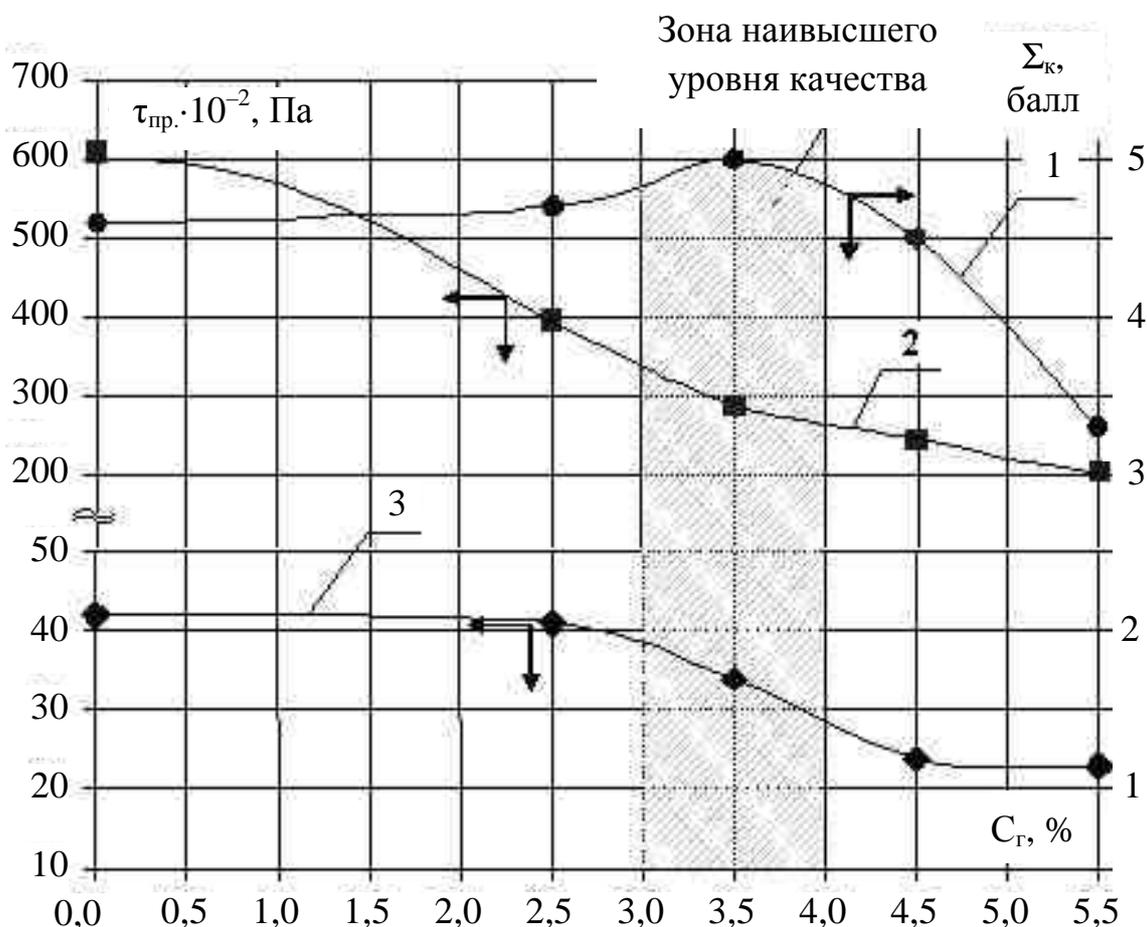
Как видно из рис. 3.2, введение диетической добавки «Гемовитал» от массы полуфабриката в систему мясного фарша в количестве 2,5...5,5% повышает их влагосвязывающую способность (ВСС), что приводит к увеличению выхода готовых изделий. В свою очередь увеличение выхода готовых изделий сопровождается снижением потерь ценных водорастворимых

пищевых и биологически активных веществ при тепловой кулинарной обработке.

Это, очевидно, связано с тем, что добавка имеет мелкодисперсную структуру и, из-за большой удельной поверхности порошка и его гидрофильности (набухаемости), происходит удержание влаги.

К основным функционально-технологическим свойствам мясных систем относятся структурно-механические свойства фарша и готовых изделий. Как известно, структурно-механические характеристики мясного фарша определяют его способность к формованию, адгезионные свойства, влияют на потери массы полуфабрикатов и готовых изделий, отражаются на органолептических показателях готовых изделий, режимах работы рабочих органов машин. Проведено исследование образцов фарша и готовых изделий по показателям предельного напряжения сдвига $\sigma_{п}$ при пенетрации конусным индентором (угол индентора 90°) [240]. Результаты исследований представлены на рис. 3.3.

Как видно из рис. 3.3, предельное напряжение сдвига образцов фаршевых модельных систем в сравнении с контрольным образцом уменьшается. То же, но с большей интенсивностью, происходит в готовых изделиях, которые прошли тепловую обработку. Достаточно низкие значения предельного напряжения сдвига фаршевых систем и готовых изделий дают возможность классифицировать эти системы, как очень мягкие, почти текучие, что является позитивной характеристикой, т.е. пластичные тела. Введение в фаршевую систему 3,5% диетической добавки «Гемовитал» приводит к уменьшению предельного напряжения сдвига в фаршевых системах на 40% и практически в 2 раза в готовых изделиях, что свидетельствует о некотором снижении вязкопластичных свойств готовых изделий. Это связано с тем, что введение добавки в большем количестве приводит к связыванию влаги за счет высокой удельной поверхности порошка, уменьшению когезии отдельных частей в фаршевой смеси, что в конечном итоге (в пределе) приводит к разрыхлению всей системы.



**Рисунок 3.3 – Предельное напряжение сдвига $\tau_{пр}$ и уровень качества Σ_k при различном содержании диетической добавки «Гемовитал» C_G :
1 – уровень качества; 2 – готовые изделия; 3 – фарш**

Таким образом, функциональность добавки в фаршевых системах проявляется в том, что существует некоторый предел ее введения, а последующее увеличение массовой доли добавки приводит к изменению структурно-механических свойств как фаршевых полуфабрикатов, так и готовых изделий, а именно: фаршевые полуфабрикаты имеют меньшую формоудерживающую способность (растекаются), и при тепловой обработке (жарке) не держат форму. Следовательно, введение диетической добавки «Гемовитал» приводит к расширению диапазона текучести, а пластичные свойства ухудшаются.

При исследовании сдвиговых свойств фаршевых систем на эластопластометре Д.М. Толстого был определен ряд величин, которые

обуславливают описанные выше структурно-механические свойства готовых изделий. Значения полученных показателей приведены в табл. 3.4 и на рис. 3.4–3.8.

**Таблица 3.4 – Свойства сдвига фаршевых систем
(эластопластометр Д.М. Толстого)**

Показатель	Название показателя	Значение показателя при разных массовых долях диетической добавки «Гемовитал», (%), в модельных системах			
		0	2,5	3,5	4,5
$\gamma_{\text{общ.}}$	Общая деформация, 10^{-3}	160	166	192	225
$\gamma_{\text{об.}}$	Обратимая деформация, 10^{-3}	140	147	168	201
$\gamma_{\text{необ.}}$	Необратимая деформация, 10^{-3}	20	19	23	23
τ	Напряжение сдвига, Па	228	228	228	228
I	Податливость, Па^{-1}	$7,01 \times 10^{-4}$	$7,29 \times 10^{-4}$	$8,40 \times 10^{-4}$	$9,84 \times 10^{-4}$
$G_{\text{напр}}$	Модуль напряженного последствия, Па	6243	5889	4814	3466
$G_{\text{вл.}}$	Высокопластичный модуль, Па	2207	2108	1892	1690
n	Пластичная вязкость, $\text{Па} \times \text{с}$	$6,18 \times 10^7$	$5,84 \times 10^7$	$5,57 \times 10^7$	$5,20 \times 10^7$

Из табл. 3.4 видно, что податливость фаршевых систем, которая характеризует способность системы к деформации, при увеличении доли введения диетической добавки «Гемовитал», возрастает. Это приводит к тому, что консистенция готовых мясных изделий становится более нежной.

Данные относительной деформации, отображающие динамику процесса текучести фаршевых систем при приложении к ним касательного напряжения сдвига, которое в исследованиях для всех образцов равнялось 228 Па, изображены на рис. 3.4.

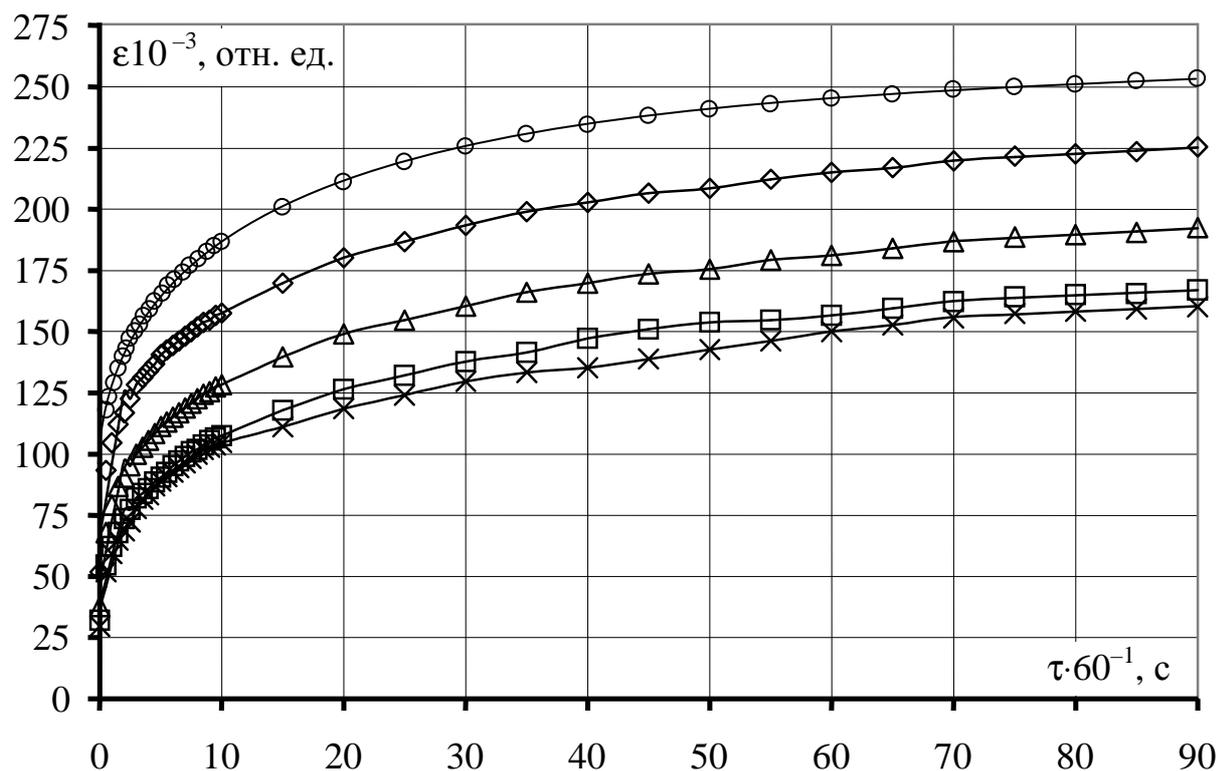


Рисунок 3.4 – Кинетика относительной деформации фаршевых систем с диетической добавкой «Гемовитал»:

× – 0%; □ – 2,5%; △ – 3,5%; ◇ – 4,5%; ○ – 5,5%

Как видно из рис. 3.4, при введении диетической добавки «Гемовитал» в фаршевые системы значения относительной деформации увеличиваются, то есть система становится более текучей.

На рис. 3.5 изображены: общая, обратимая и необратимая деформации, исходя из этих данных рассчитан коэффициент отношения обратимой деформации к необратимой.

Этот коэффициент характеризует упругие свойства системы и способность к восстановлению ее первоначальной формы после снятия нагрузки. В случае введения добавки с учетом погрешности измерений прибора (5%) эта величина составляет 0,88, т. е. фаршевая система с добавкой характеризуется высокой упругостью.

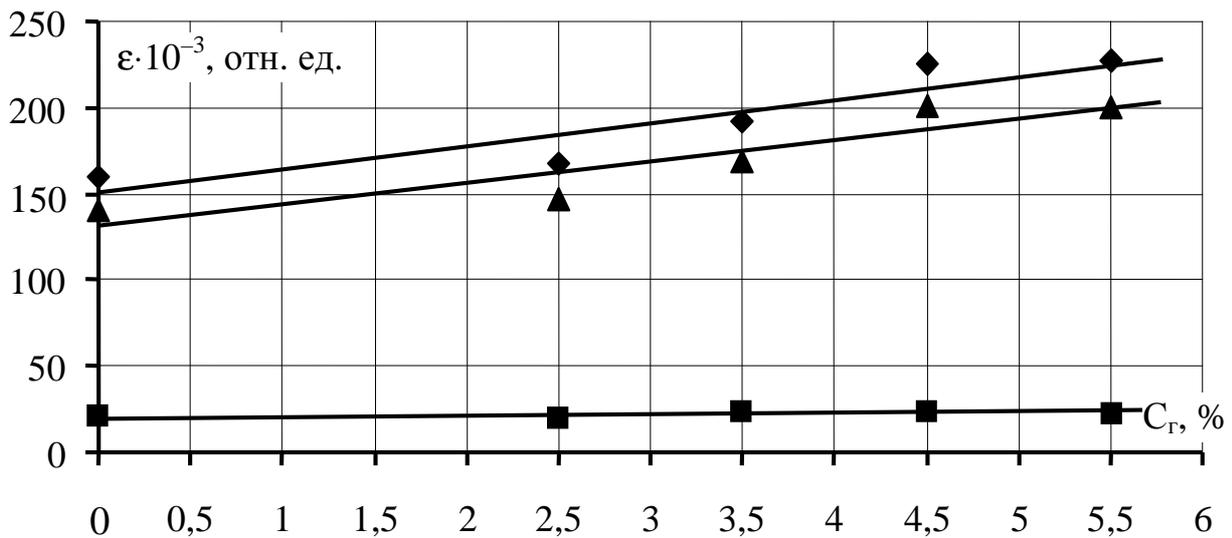


Рисунок 3.5 – Деформации сдвига фаршевых систем:

◆ – общая; ■ – необратимая; ▲ – обратимая

На рис. 3.6–3.8 представлены результаты, характеризующие вязкопластичные свойства фаршевых систем.

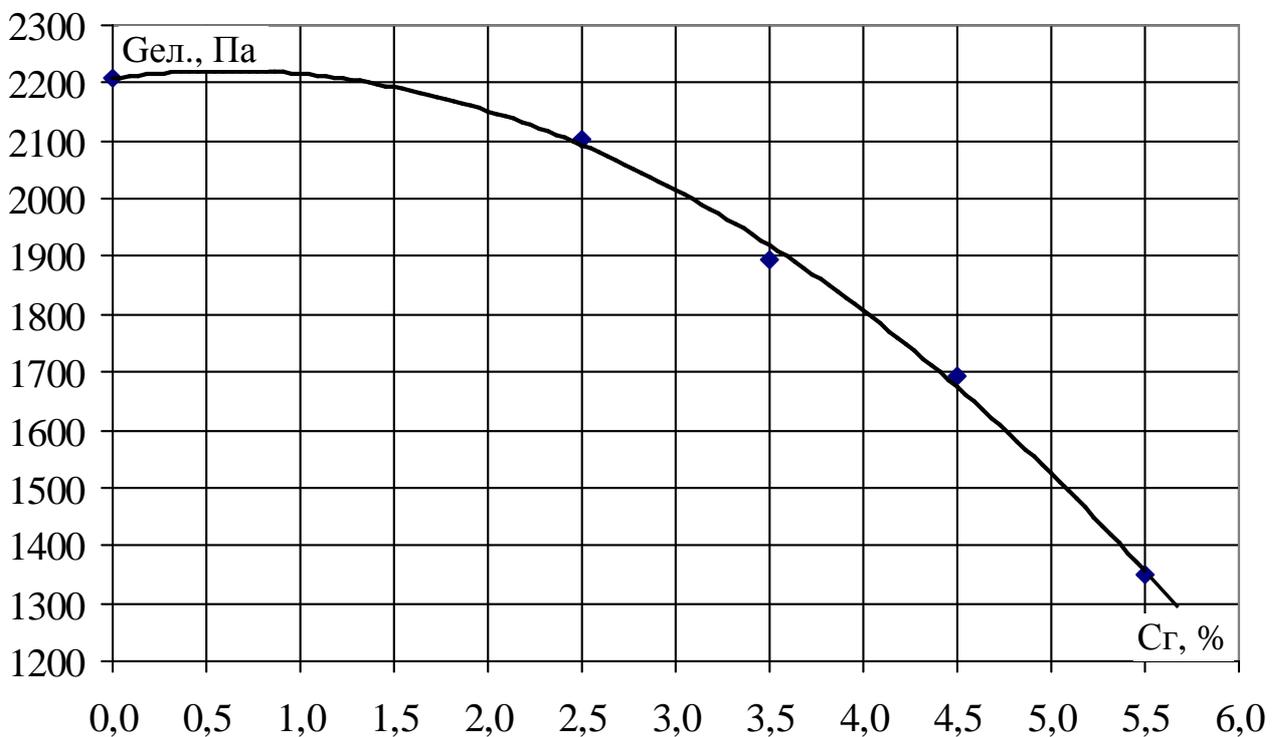


Рисунок 3.6 – Вязкоэластический модуль при различной массовой доле добавки «Гемовитал»

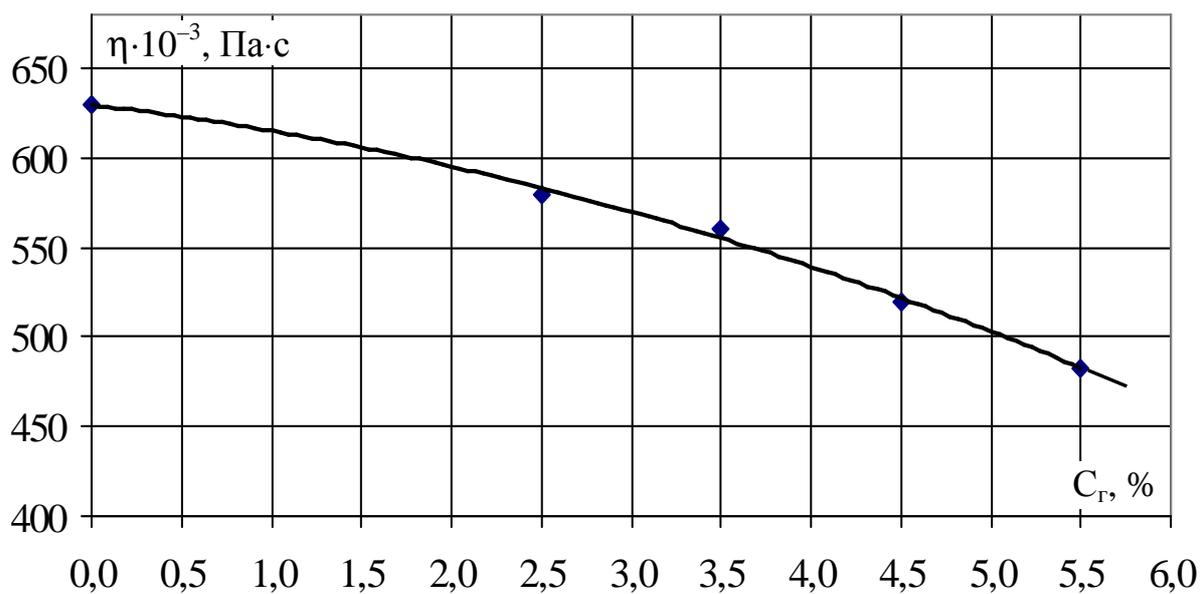


Рисунок 3.7 – Пластическая вязкость фаршевых систем при различной массовой доле диетической добавки «Гемовитал»

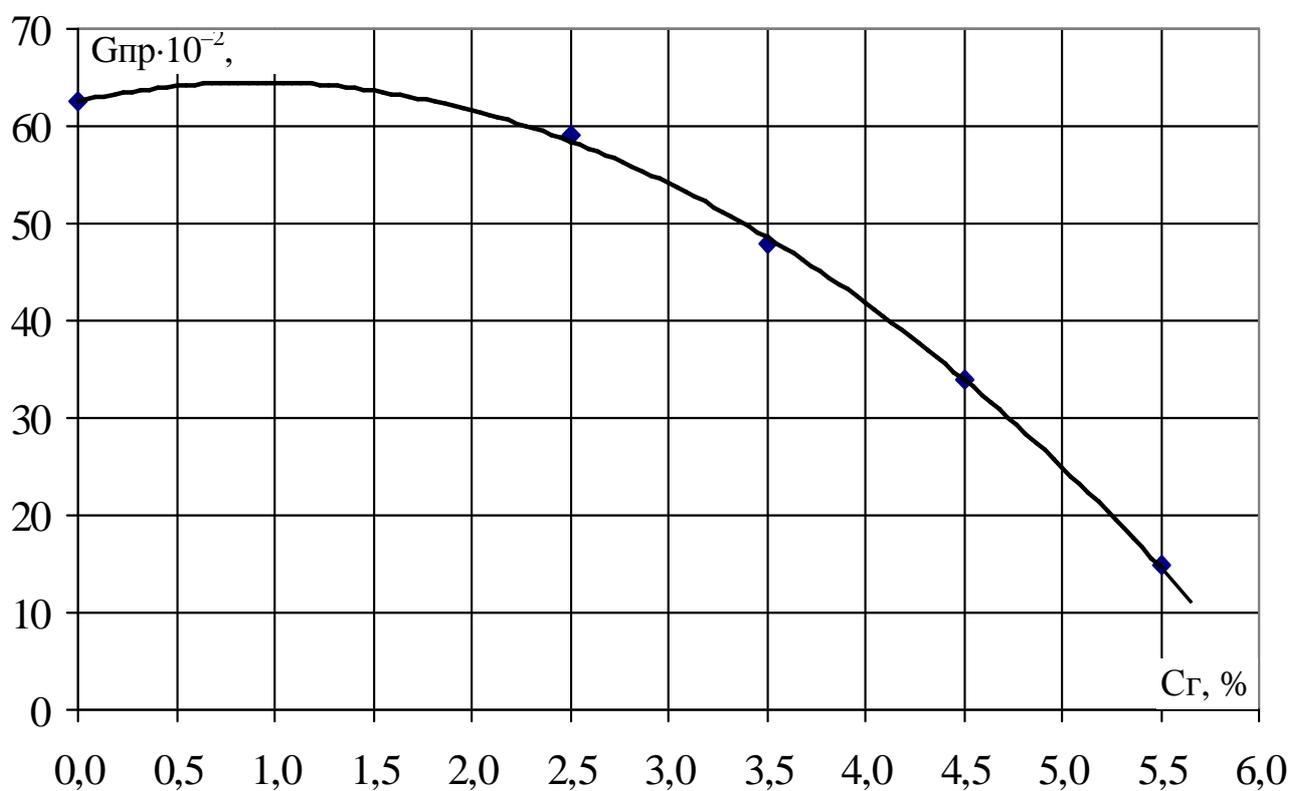


Рисунок 3.8 – Модуль упругости при различной массовой доле диетической добавки «Гемовитал»

Из рис. 3.6–3.8 видно, что введение диетической добавки «Гемовитал» в систему мясного фарша в количестве 2,5...5,5% от массы полуфабриката повышает их ВСС. Это обусловлено мелкодисперсной структурой добавки, вследствие чего из-за большой удельной поверхности порошка и его гидрофильности происходит удержание влаги. Предельное напряжение сдвига и пластическая вязкость падают, а деформация сдвига при увеличении содержания добавки растет. Найденное увеличение ВСС с перечисленными выше факторами указывает на то, что введение добавки корректирует связывание фаршевых систем в зависимости от ее внесенного количества.

Математически функциональная роль диетической добавки «Гемовитал» в фаршевых системах может быть описана эмпирическим уравнением 3.1 (при условии: $0 \leq C_{Г} \leq 5,5$):

$$y = a_0 + a_1 C_{Г} + a_2 C_{Г}^2, \quad (3.1)$$

где y – определяемая характеристика;

a_0, a_1, a_2 – коэффициенты аппроксимации (табл. 3.5);

$C_{Г}$ – содержание добавки «Гемовитал», %.

Рассчитанные по формуле (3.1) величины совпадают с экспериментальными значениями с относительной погрешностью $\pm 10\%$ (табл. 3.5).

Таблица 3.5 – Коэффициенты уравнения 3.1

Система	Структурно-механические характеристики											
	$\tau_{пр} \cdot 10^{-2}$ Па			$\eta \cdot 10^{-5}$, Па·с			$G_{пр} \cdot 10^{-5}$, Па·с			$G_{эл}$, Па		
	a_0	a_1	a_2	a_0	a_1	a_2	a_0	a_1	a_2	a_0	a_1	a_2
Фарш	63	4,5	-0,2	618	6,3	2,3	62	7,8	-4,4	2200	39	-35
Котлеты	608	-110	6,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Таким образом, в технологии мясных рубленых изделий при обогащении их железом, необходимо учитывать функциональность добавки с точки зрения

ее влияния на структурно-механические характеристики (цветоформирующая способность имеет сродство с натуральностью изделий).

3.3. Технологическая схема производства мясных рубленых изделий антианемической направленности

Для разработки технологической схемы изготовления мясных рубленых изделий с диетической добавкой «Гемовитал» учитывались результаты исследований органолептических, функционально-технологических свойств как фаршевых систем, так и готовых изделий.

Технологическая схема производства мясных рубленых изделий с диетической добавкой «Гемовитал» – котлет «Здоровье» представлена на рис. 3.9. Технологическую схему процесса изготовления рубленых мясных изделий с диетической добавкой «Гемовитал» как систему можно представить в виде следующих подсистем:

D (D₁, D₂, D₃) – подготовка сырья к производству;

C – приготовление рецептурной смеси;

B – формование полуфабриката;

A – тепловая обработка полуфабриката.

Подсистема D. Для изготовления рубленых мясных изделий, а именно котлет «Здоровье» с диетической добавкой «Гемовитал», используют следующие куски мякоти: говядина – мякоть шейной части, пашина и обрезки, образующиеся при разделке туши, а также покромка от туш II категории. При подготовке сырья к производству все куски мякоти зачищают от сухожилий и грубой соединительной ткани и получают котлетное мясо. Для приготовления изделий котлетное мясо замороженное размораживают до температуры в толще мышц от – 1 до 0° С. Котлетное мясо нарезают на куски 4×4×4 см, промывают холодной проточной водой.

Хлеб пшеничный черствый зачищают от корки, замачивают в молоке или воде в течение (5...7)×60 с. Диетическую добавку «Гемовитал» также замачивают в молоке или воде в течение (5...7)×60 с.

Соль просеивают через сито с размером отверстий не более 2,0 мм. Подготовленное котлетное мясо и замоченный хлеб пшеничный измельчают на мясорубке с диаметром отверстий $d = 3$ мм.

Подсистема С. При приготовлении рецептурной смеси подготовленные ингредиенты рецептуры перемешивают.

Подсистема В. Из готовой котлетной массы разделяют полуфабрикат овально-приплюснутой формы с заостренным концом толщиной 2,0...2,5 см, которые затем панируют в сухарях.

Подсистема А. Сформированный полуфабрикат сразу направляют на тепловую обработку или помещают в холодильную камеру для охлаждения при температуре + 6° С. Полуфабрикаты кладут на сковороду или противень с жиром, нагретым до температуры 150...160° С и обжаривают (3...5)×60 с с обеих сторон до образования поджаристой корочки, а затем доводят до готовности в жарочном шкафу при температуре 250...280° С в течение (5...7)×60 с. Готовые кулинарные рубленые изделия из мяса имеют температуру в центре не ниже 90° С.

При отпуске кулинарных рубленых изделий из мяса котлет «Здоровье» гарнир рекомендовано выбирать согласно с рекомендациями Сборника рецептур [239], при этом желательно использовать гарниры из продуктов, которые имеют высокое содержания витамина С, чтобы максимально реализовать физиологические функции гемового железа [241]. По результатам исследований разработано технологическую карту изготовления котлет «Здоровье».

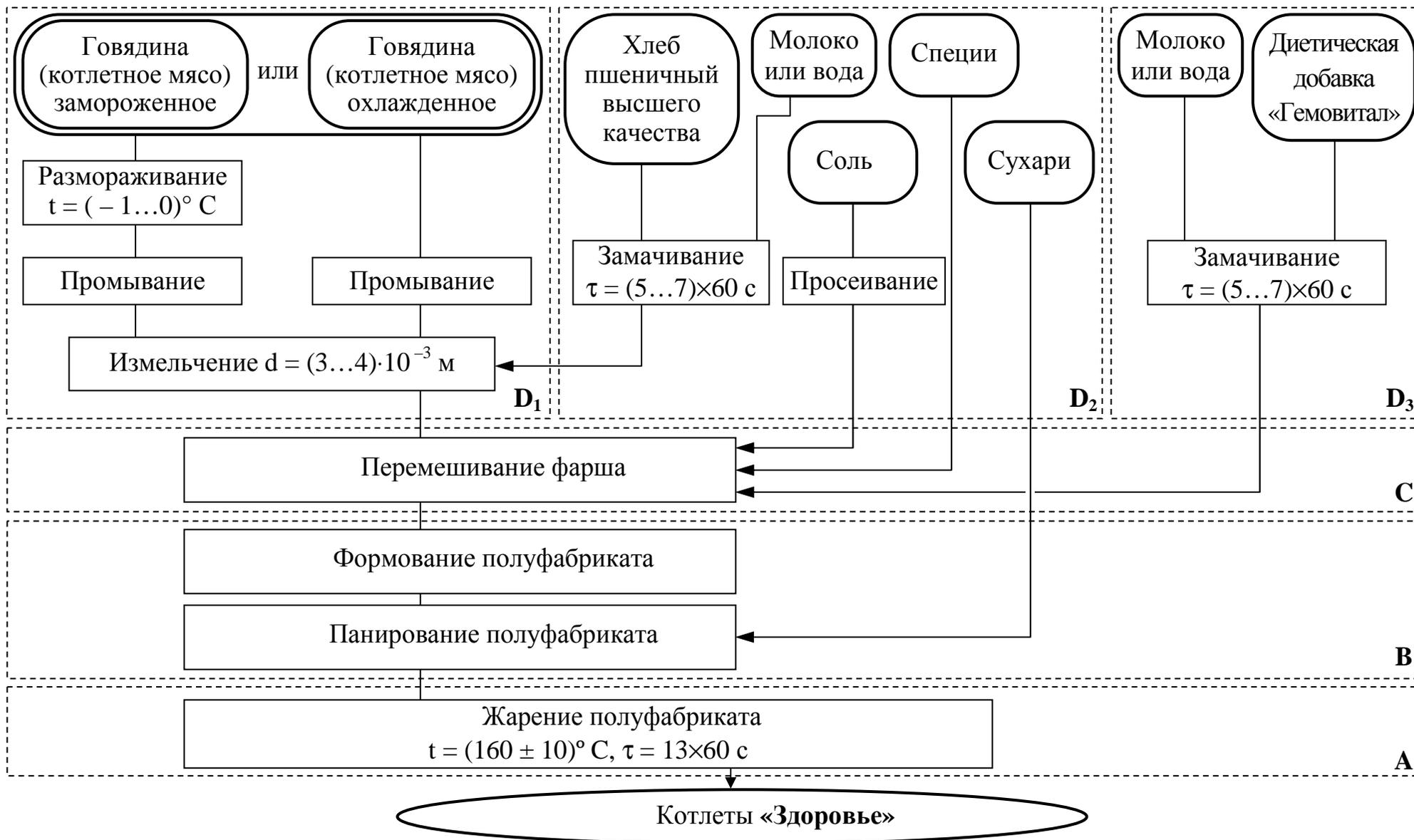


Рисунок 3.9 – Технологическая схема котлет «Здоровье», обогащенных гемовым железом: А – тепловая обработка полуфабриката; В – формование полуфабриката; С – приготовление рецептурной смеси; D – подготовка сырья к производству

3.4. Изучение пищевой, биологической ценности и показателей безопасности котлет антианемической направленности «Здоровье»

Пищевую и биологическую ценность мясных рубленых изделий – котлет «Здоровье» характеризовали по таким показателям: химический состав; энергетическая ценность; процент соответствия интегрального состава каждого из наиболее важных компонентов формуле сбалансированного питания; аминокислотный состав; перевариваемость белков котлет протеолитическими ферментами желудочно-кишечного тракта *in vitro*; содержание двухвалентного железа в готовых изделиях. Безопасность котлет характеризовали по микробиологическим показателям.

Объектами исследования были образцы котлет «Здоровье» с диетической добавкой «Гемовитал» и котлет, которые изготовлены по традиционной технологии [239; 242].

Химический состав мясных рубленых изделий был рассчитан на основании данных, приведенных в справочнике химического состава [243]. Количество гемового железа определяли экспериментально,

Сравнительные характеристики химического состава котлет «Здоровье» и мясных рубленых изделий, приготовленных по традиционной рецептуре, приведены в табл. 3.6. Как видно, количество белка в котлетах «Здоровье», в сравнении с контролем увеличилась на 2,3%. Это объясняется высоким содержанием белка (75%) в диетической добавке «Гемовитал», которую вводили в рецептуру котлет вместо части хлеба.

Содержание жира в готовых изделиях – котлетах «Здоровье» не изменилось, содержание углеводов – снизилось на 36,6%. Относительное содержание гемового железа в готовых изделиях – увеличилась до 4,4 мг.

Таблица 3.6 – Химический состав котлет, приготовленных по традиционной технологии, и котлет «Здоровье»

Изделие	Содержание в 100 г продукта					
	Вода, г	Белок, г	Жир, г	Углево- ды, г	Гемовое железо, мг	Мине- ральные вещества, мг
Котлеты (контроль)	60,8	15,7	7,7	9,2	1,3	6,7
Котлеты «Здоровье»	62,8	18,0	7,7	5,8	4,4	5,8

Так как содержание сухих веществ контролировалось исходя из сохранения натуральности свойств, то количество воды практически не изменялось.

Пищевую ценность рассчитывали исходя из массы продукта, которая должна обеспечить 10% от суточной энергетической потребности человека: вначале определяли энергетическую ценность продукта, потом рассчитывали массу продукта, которая составляет 10% суточных энергозатрат и состав основных компонентов (белков, жиров, углеводов, минеральных веществ) в этой массе продукта. Полученные данные сравнивали с соответствующими показателями формулы сбалансированного питания и вычисляли степень удовлетворения суточной потребности в каждом компоненте (в %).

Масса котлет, приготовленных с добавлением диетической добавки «Гемовитал», что отвечает 10% суточных энергозатрат человека составляет – 181 г. Результаты расчета степени удовлетворения суточной потребности организма, в наиболее важных пищевых веществах [244] котлет «Здоровье» представлены в табл. 3.7.

Таблица 3.7 – Степень удовлетворения суточной потребности организма в пищевых веществах при употреблении котлет «Здоровье»

Пищевые вещества	Содержание пищевых веществ		Суточная потребность в компоненте	Степень удовлетворения формулы сбалансированного питания, %
	В 100 г котлет	В 181 г котлет		
Белки, г	18,0	32,34	100	32,34
Жиры, г	7,7	13,67	100	13,67
Углеводы, г	5,8	10,54	425	2,48
Минеральные вещества				
Гемовое железо, мг	4,4	7,96	15,00	53%

Как видно из табл. 3.7, степень удовлетворения формулы сбалансированного питания по основным пищевым нутриентам котлет «Здоровье» составляет: по белкам на 32,3%, по жирам на 13,7%, по углеводам на 2,5%, по железу на 53%.

Для определения биологической ценности разработанных котлет с добавлением диетической добавки «Гемовитал» – котлет «Здоровье» в сравнении с котлетами, изготовленными по традиционной технологии, был проведен расчет содержания незаменимых аминокислот. Данные, приведенные в табл. 3.8, свидетельствуют, что в 100 г котлет «Здоровье», содержится больше незаменимых аминокислот в сравнении с контрольным образцом, особенно лизина, гистидина, лейцина и изолейцина, которые являются лимитирующими аминокислотами во многих мясных изделиях. Это обусловлено химическим составом белков крови, которая более богата на их содержание.

**Таблица 3.8 – Содержание незаменимых аминокислот в котлетах
«Здоровье»**

Незаменимые аминокислоты	Содержание незаменимых аминокислот, г/100 г продукта		Разница по содержанию незаменимых аминокислот в сравнительных образцах, г/100 г продукта
	Котлеты по традиционной технологии – контроль	Котлеты с диетической добавкой «Гемовитал» – «Здоровье»	
Валин+метионин	1,38	1,56	+ 0,18
Цистин	0,26	0,27	+ 0,01
Лизин+гистидин	1,93	2,26	+ 0,33
Фенилаланин	0,74	0,88	+ 0,14
Тирозин	0,64	0,69	+ 0,05
Треонин	0,70	0,77	+ 0,07
Лейцин+изолейцин	2,05	2,28	+ 0,23
Триптофан	0,22	0,28	+ 0,06
Общее количество незаменимых (+ гистидин) АК	7,92	8,99	+ 1,07

Для полной оценки биологической ценности котлет «Здоровье», приготовленных с добавлением диетической добавки «Гемовитал», изучена степень перевариваемости в организме человека. Результаты модельного опыта перевариваемости ферментами ЖКТ – пепсином и трипсином *in vitro* по методике А.А. Покровского и Е.Д. Ертанова [245] котлет «Здоровье» в сравнении с котлетами, изготовленными по традиционной технологии, приведены на рис. 3.10.

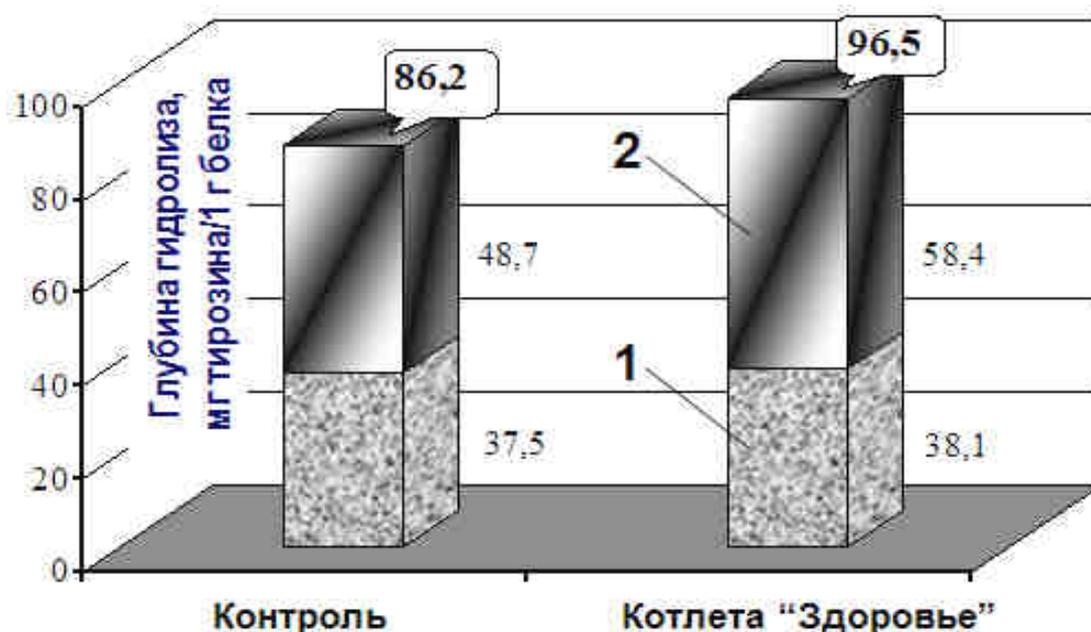


Рисунок 3.10 – Ферментативный гидролиз исследуемых образцов:

1 – пепсинолиз; 2 – трипсинолиз

Из рис. 3.10, видно, что как на стадии пепсинолиза, так и на стадии трипсинолиза перевариваемость белка котлет «Здоровье» выше, чем котлет, изготовленных по традиционной технологии, что объясняется дополнительным введением в их рецептуру диетической добавки «Гемовитал», содержащей 75% белка крови.

Важным показателем биологической ценности котлет «Здоровье» является стабильность форм гемоглобина при тепловой обработке указанных изделий. Исследовано соотношение форм гемоглобина при влиянии предусмотренных технологическим процессом температурных режимов приготовления кулинарных рубленых изделий из мяса. Полученные данные (табл. 3.9), показывают, что содержание железа в легкоусвояемой двухвалентной форме практически не изменилось, это можно объяснить тем, что температура в середине продукта при тепловой обработке не превышает 75...80° С, а при этих температурах стабильность гемовых структур в диетической добавке «Гемовитал» остается высокой.

**Таблица 3.9 – Соотношение форм гемоглобина в котлетах «Здоровье»
после жарения**

Наименование образцов	Оксигемоглобин Fe ²⁺ / HbO ₂	Дезоксигемоглобин Fe ²⁺ / Hb	Метгемоглобин Fe ³⁺ / MetHb
Котлеты «Здоровье»	5±1	32±2	63±1
Диетическая добавка «Гемовитал»	10±1	40±2	50±1

Оценка качества котлет «Здоровье» по микробиологическим показателям свидетельствует об их гигиенической безопасности. Микробиологические показатели определяли сразу после приготовления (табл. 3.10).

Таблица 3.10 – Микробиологические показатели котлет «Здоровье»

Наименование показателя	Норматив	Фактическое содержание
КМАФАМ, КОЕ/г, не более	1×10 ³	1,5×10 ²
БГКП (колиформы)	не допускаются в 1,0 г	не выявлено в 1,0 г
<i>S. aureus</i>	не допускается в 1,0 г	не выявлено в 1,0 г
Бактерии рода <i>Proteus</i>	не допускаются в 0,1 г	не выявлено в 0,1 г
Патогенные микроорганизмы, в том числе бактерии рода <i>Salmonella</i>	не допускаются в 25 г	не выявлено в 25 г

Установлено, что микробиологические показатели котлет «Здоровье» удовлетворяют санитарно-гигиеническим нормам, которые предъявляются к кулинарным рубленным изделиям из мяса [246]. На котлеты «Здоровье» разработана нормативная документация – технические условия и технологическая инструкция.

РАЗДЕЛ 4

ТЕХНОЛОГИЯ ДЕСЕРТОВ ИЗ ТВОРОГА АНТИАНЕМИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ СО СТАБИЛИЗИРОВАННЫМ ГЕМОВЫМ ЖЕЛЕЗОМ

Целью исследований раздела является научное обоснование технологий десертов противоанемического действия с учётом функциональных свойств диетической добавки «Гемовитал». Актуальность расширения ассортимента десертов из творога, обогащенного органическим легкоусвояемым железом, обусловлена тем, что данные изделия содержат хорошо усвояемый организмом кальций, и придание им противоанемических свойств является целесообразным, как для массового, так и диетического питания.

4.1. Обоснование и разработка рецептуры и технологии десертов из творога с диетической добавкой «Гемовитал»

При разработке технологий десертов из творога антианемической направленности с использованием диетической добавки «Гемовитал», содержащей гемовое железо, решались следующие задачи:

- выбор базовой рецептуры десерта;
- проведение оценки органолептических показателей качества образцов десертов из творога с диетической добавкой «Гемовитал»;
- исследование структурно-механических свойств десертов, содержащих гемовое железо;
- исследование пенообразной структуры десертов из творога с диетической добавкой «Гемовитал».

4.1.1. Исследование органолептических свойств десертов из творога с диетической добавкой «Гемовитал»

Для создания рецептурной композиции нового продукта в качестве базовой была использованная рецептура и технология десерта из творога

«Фантазия» (табл. 4.1), разработанная на кафедре гигиены питания и микробиологии ХГУПТ. Основанием для выбора данного продукта в качестве базового явилось:

– включение в рецептурный состав десерта вместо порошка какао и шоколада черного, диетической добавки «Гемовитал» позволит сохранить натуральность продукта – шоколадный цвет десерта.

– введение диетической добавки «Гемовитал» для обогащения гемовым железом десертов из творога является актуальным, так как молочнокислые продукты практически не имеют ограничений по потреблению разными слоями населения и содержат углевод лактозу, способствующую всасыванию железа.

Таблица 4.1 – Рецептúra десерта «Фантазия» из творога (контроль)

Наименование сырья	Масса брутто (г)	Масса нетто (г)
Сахар-песок (пудра)	20,0	20,0
Сливки 10%-й жирности	25,0	25,0
Какао-порошок	3,0	3,0
Творог нежирный	81,0	80,5
Шоколад черный	3,0	3,0
Клубника	11,5	10,0
Чернослив	12,0	11,5
Потери, %	–	2,0
Выход готового блюда	–	150,00

При выборе рационального количества введения добавки в десерт руководствовались физиологической суточной нормой потребления железа человеком. Как известно, суточная потребность человека в железе составляет 15...17 мг [241]. В диетической добавке «Гемовитал» содержится не менее

0,7...1,3 г гемового железа на 1000 г, следовательно, значительная часть суточной потребности организма в железе может быть обеспечена введением в рецептуру десерта 2...3% от массы рецептурной смеси, то есть 2,6...3,9 мг гемового железа. Указанное количество железа в продукте не покрывает суточную потребность организма в нем, однако продукт может рассматриваться, как дополнительный источник легкоусвояемого гемового железа в рационе питания человека, что представляется важным в современной структуре питания населения.

Поскольку диетическая добавка «Гемовитал» имеет цветоформирующие свойства, использование большей, чем 3% массовой доли добавки от массы рецептурной смеси негативно сказывается на традиционном цвете продукта, и кроме того придает выраженный посторонний привкус продукту. Поэтому для разработки системы с необходимыми органолептическими, технологическими и физиологическими свойствами остановились на введении добавки в количестве 2 и 3% к массе рецептурной смеси десертов из творога.

Рецептуры опытных образцов десертов приведены в табл. 4.2.

«Гемовитал» добавляли в рецептурную смесь десертов при предварительном замачивании порошкообразной добавки в половинном количестве сливок в течение 30×60 с. При этом наблюдалось набухание добавки (1 г добавки поглощал 2,5...3,0 г сливок), частичное её растворение и окрашивание сливок.

Расчет общей органолептической оценки десертов из творога с диетической добавкой «Гемовитал» приведен в табл. 4.3.

Таблица 4.2 – Рецептуры опытных образцов десертов из творога при введении 2 и 3% диетической добавки «Гемовитал»

Наименование сырья	Масса нетто (г)	
	Образец с 2% «Гемовитал»	Образец с 3% «Гемовитал»
1	2	3
Сахар-песок (пудра)	20,0	20,0

Продолжение табл. 4.2

1	2	3
Сливки 10%-й жирности	25,0	25,0
Какао-порошок	1,5	1,5
Диетическая добавка «Гемовитал»	3,0	4,5
Творог нежирный	80,5	80,5
Шоколад черный	1,5	–
Клубника	10,0	10,0
Чернослив	11,5	11,5
Технологические потери, %	2,0	2,0
Выход готового блюда	150,0	150,0

При введении 3% добавки «Гемовитал» от массы рецептурной смеси, изделия имели коричневый цвет с заметными частицами «Гемовитал», запах и привкус, не характерный для десерта творожного, что говорит о несоответствии данных органолептических показателей для десертов на основе творога.

Для обоснования массовой доли добавки «Гемовитал» в рецептуре десертов из творога проведена их органолептическая оценка, результаты которой представлены в табл. 4.4.

Таблица 4.3 – Расчет общей органолептической оценки десертов «Золушка»

Показатель качества	Коэффициент важности	Уровень качества, балл					Произведение баллов				
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Внешний вид	0,2	Сформированная однородная масса	Масса держит форму	Масса плохо держит форму, непышная	Масса плохо держит форму, непышная, с включениями частичек добавки из крови	Масса не держит форму, неоднородная	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Цвет	0,2	Коричневый, шоколадный	Коричневый	Коричневый, с единичными включениями частичек добавки из крови	Коричневый, с включениями частичек добавки из крови	Несвойственный данному виду изделия	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Вкус	0,2	Приятный выраженный вкус творога и сливок, с привкусом какао-порошка и клубники	Вкус творога и сливок, с привкусом какао-порошка и клубники	Вкус творога и сливок, с привкусом какао-порошка и клубники, легкий посторонний привкус	Вкус творога и сливок, с привкусом какао-порошка и клубники, посторонний привкус	Ярко выраженный посторонний привкус добавки из крови	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2

Продолжение табл. 4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Запах	0,2	Приятный выраженный запах творога и сливок, с ароматом какао- порошка и клубники	Запах творога и сливок, с ароматом какао- порошка и клубники	Запах творога, сливок, наличие специфического запаха	Наличие постороннего запаха	Ярко выраженный посторонний запах	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Консистенция	0,2	Масса однородная, нежная	Масса однородная	Масса с некоторым количеством частичек добавки из крови	Масса неоднородная, с заметными частичками добавки из крови	Масса неоднородная	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Всего	1	—					5	4	3	2	1

Таблица 4.4 – Органолептические показатели десертов творожных, обогащенных гемовым железом

Показатель	Десерты из творога	
	с 2% «Гемовитал»	с 3% «Гемовитал»
Внешний вид	Сформованная однородная масса	Масса держит форму
Цвет	Коричневый, шоколадный	Коричневый, с некоторыми включениями частичек добавки из крови
Вкус	Приятный выраженный вкус творога и сливок, с привкусом какао-порошка и клубники	Вкус творога и сливок, с привкусом какао-порошка и клубники, легкий посторонний привкус
Запах	Приятный выраженный запах творога и сливок, с ароматом какао-порошка и клубники	Запах творога и сливок, с ароматом какао-порошка и клубники
Консистенция	Масса однородная, нежная	Масса однородная

Для экспертной оценки органолептических показателей (внешний вид, консистенция, цвет, вкус и запах) была проведенная закрытая дегустация дегустационной комиссией ХГУПТ. Результаты, представленные на рис. 4.1, показывают, что внешний вид, консистенция, цвет, вкус и запах десерта из творога отличаются в зависимости от массовой доли диетической добавки «Гемовитал». Наиболее высокими показателями характеризовался десерт с массовой долей

добавки 2%. Эти образцы имели шоколадный цвет, однородную консистенцию, вкус и запах, свойственный десерту из творога.

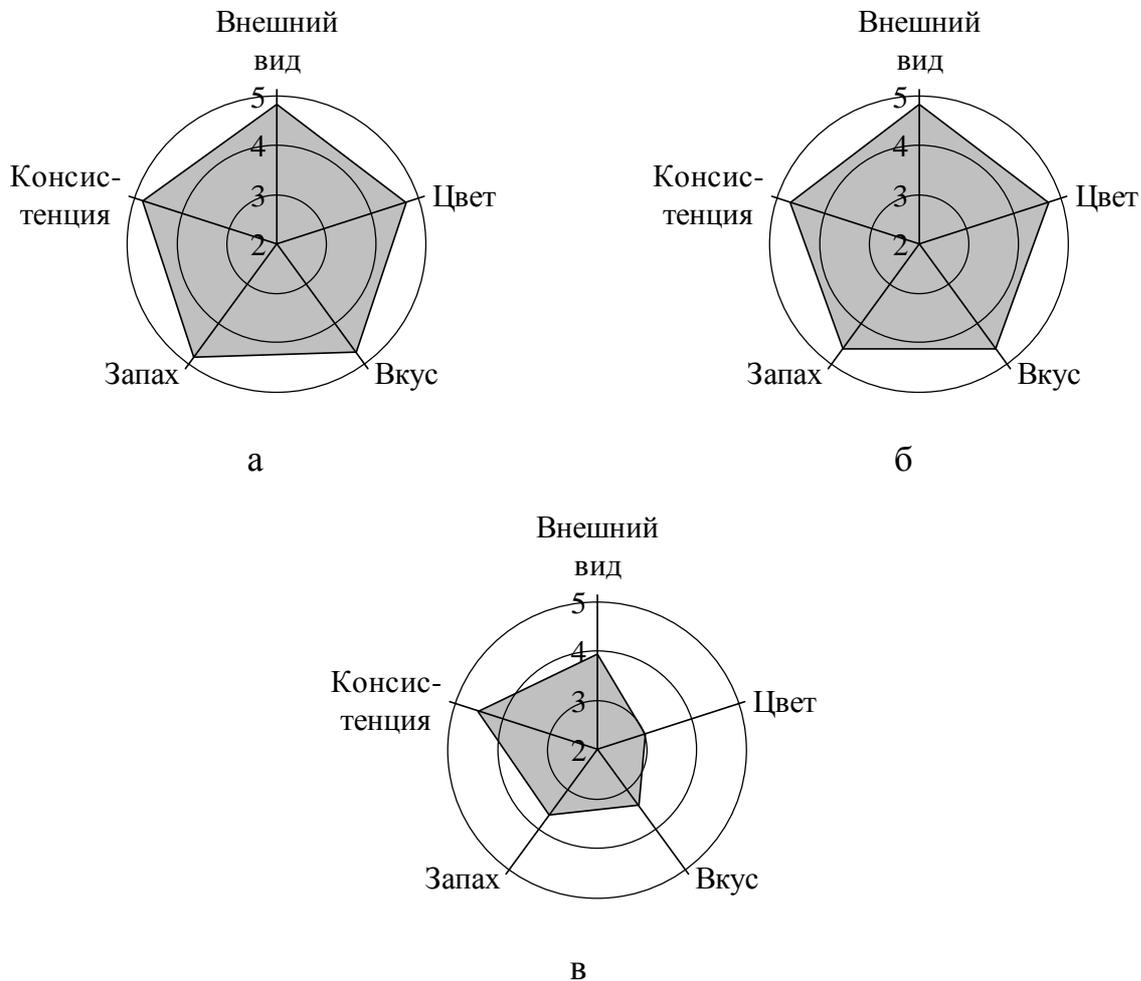


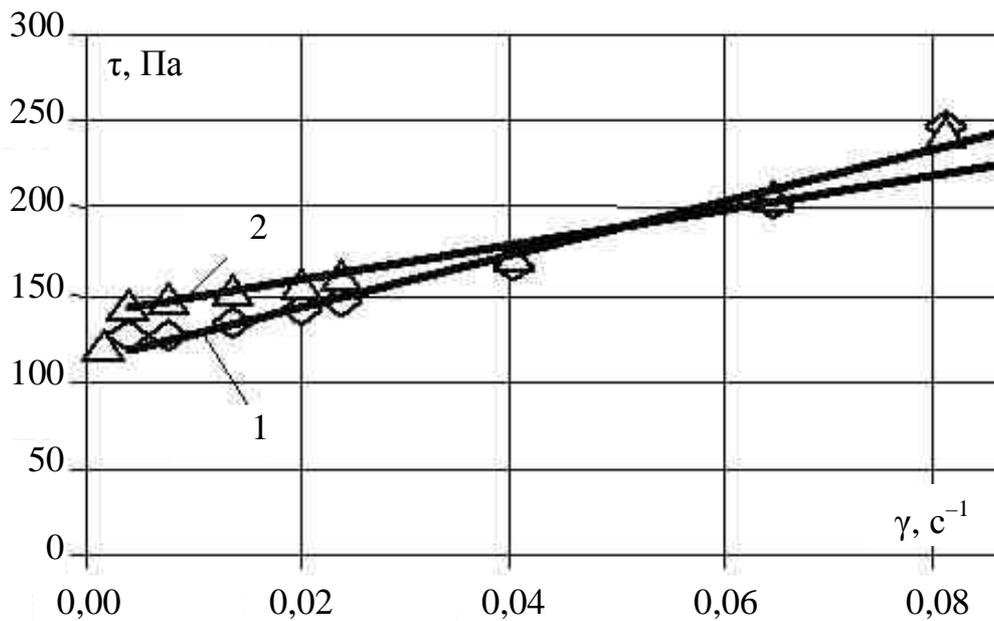
Рисунок 4.1 – Уровни органолептических показателей качества десертов из творога с различной массовой долей диетической добавки «Гемовитал»:

а – контроль; б – 2%; в – 3%

Таким образом, на основании органолептической оценки качества десертов определено рациональное содержание диетической добавки «Гемовитал»: 2% от массы рецептурной смеси. Такое количество добавки позволяет обеспечить 1/3 долю от суточного количества железа для человека при употреблении 150 г десерта.

4.1.2. Исследование структурно-механических свойств десерта из творога с диетической добавкой «Гемовитал»

С целью определения влияния добавки на структуру десерта и, в том числе, в течение хранения, изучена вязкость десертов. Динамическая вязкость характеризует прочность структуры в системе. Кроме того, в состав диетической добавки входит такой известный структурообразователь, как Na-КМЦ, поэтому следует ожидать определенное её влияние на структуру системы. Исследование выполнено на образцах непосредственно после приготовления и после 24 час хранения (температура хранения 12...14° С). Результаты исследования вязкости исследуемых образцов десертов творожных непосредственных после приготовления показаны на рис. 4.2.



**Рисунок 4.2 – Напряжение сдвига десертов из творога:
1 – опытный образец; 2 – десерт «Фантазия» (контроль)**

Из рис. 4.2 видно, что введение диетической добавки «Гемовитал» в рецептуру десерта из творога увеличивает динамическую вязкость: наклон зависимости $\tau = f(\gamma)$ – больший относительно контрольного образца, но

несколько уменьшает предельное напряжение сдвига: 112 Па против 138 Па у контрольного образца.

Установлено, что все образцы характеризуются высоким уровнем тиксотропии – до 20% относительно первоначальной величины. Таким образом, функционально, кроме цветоформирования, добавка корректирует и структурно-механические свойства изделий. При этом, как показали результаты исследований, вязкость опытных образцов десертов на протяжении 24 часов хранения не изменялась. Введение диетической добавки «Гемовитал» в десерты из творога несколько смягчает структуру десерта, но при этом не изменяет стабильность десерта в течение всего срока хранения продукта.

4.1.3. Исследование пенообразной структуры десерта из творога с диетической добавкой «Гемовитал»

Поскольку одной из технологических операций при производстве десертов из творога является взбивание (частота оборотов рабочего органа 750 об/мин) в течение $(7...10) \times 60$ с, были изучены основные технологические свойства данного десерта – степень взбитости и кинетика объема сбитой массы на протяжении хранения.

Степень взбитости определяли, как отношение объема рецептурной смеси после взбивания к объему до взбивания и определяли по формуле 4.1:

$$ПС = \frac{V_{п.в.}}{V_{д.в.}} \cdot 100 \% \quad , \quad (4.1)$$

где $V_{п.в.}$, $V_{д.в.}$ – объем рецептурной смеси после и до взбивания, m^3 .

Релаксация величины вязкости происходит за $1,2 \times 60$ с, что характерно для пеноподобных систем. Установлено, что как контрольный образец, так и опытный увеличивали свой объём одинаково. Результаты исследования кинетики объема десертов на протяжении 24 часов хранения показаны в табл. 4.5. По результатам

исследований можно констатировать, что при внесении диетической добавки «Гемовитал» с различной массовой долей наблюдается эффект стабилизации структуры десерта из творога. Очевидно, это объясняется ростом содержания сухих веществ, в том числе и структурообразователя Na-КМЦ, которая отличается достаточно высокой влагоудерживающей способностью и способствует фиксации шариков воздуха в системе. Кроме того, водорастворимые белки обладают функцией поверхностно активных веществ, что способствует пенообразованию, так как водные растворы белков снижают поверхностное натяжение.

Таблица 4.5 – Кинетика объема десертов творожных при хранении

Объем (см³) образцов десерта			
Время хранения, часов	Контроль	Десерты с добавкой «Гемовитал»	
		2%	3%
0	100 ± 0,8	100 ± 0,8	100 ± 0,8
6	82,7 ± 0,8	90,9 ± 0,8	97,8 ± 0,8
12	77,5 ± 0,7	85,6 ± 0,8	92,7 ± 0,8
18	68,9 ± 0,7	78,9 ± 0,7	85,7 ± 0,8
24	68,9 ± 0,7	73,5 ± 0,7	83,6 ± 0,7

Поскольку пеноподобные системы, к которым относят исследуемые образцы десертов из творога, характеризуются такими показателями как размер и концентрация воздушных пузырьков в системе, проведено исследование и идентификация составных частей системы десертов, размера и количества воздушных пузырьков, распределение их по радиусам и удельного веса данного размера при введении диетической добавки «Гемовитал» вместо порошка какао и шоколада кондитерского.

Исследование проведено с помощью монокулярного микроскопа БИОЛАМ ЛОМО при общем увеличении в 1000 раз и при использовании цифровой фотокамеры. Пример полученных фотографий показан на рис. 4.3.



Рисунок 4.3 – Микрофотография десерта из творога с диетической добавкой «Гемовитал» (увеличение в 1000 раз)

На микрофотографии видно, что в данной микроструктуре идентифицируются четыре типа микрочастиц: воздушные пузырьки, которые имеют идеально сферическую форму и равномерно распределенные по всему объему; частицы порошка какао, распределенные отдельными группами; распределенные в среде, частицы «Гемовитала», которые местами образовали отдельные конгломераты; сгустки казеина в составе творога. Идентификация данных частиц помогла определить размеры и количество воздушных пузырьков.

Результаты исследования распределения пузырьков воздуха по диаметру показаны на рис. 4.4. Видно, что максимальное количество пузырьков определенного диаметра $r = 0,05$ мм и составляет 15 шт. (из 40 шт.). Удельная плотность частиц составляет $25 \cdot 10^6$ штук в 1 м^2 плоскости исследования.

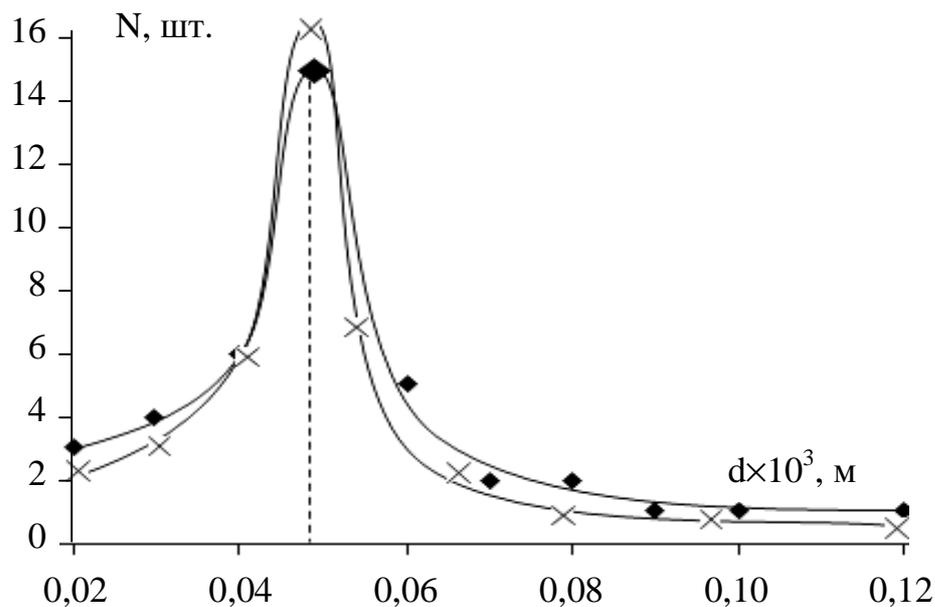


Рисунок 4.4 – Распределение воздушных пузырьков по диаметру:

◆ – с диетической добавкой «Гемовитал»; × – без добавки

Видно, что введение добавки не расширяет линию распределения пузырьков воздуха по диаметру. Обобщая данные по стабильности пены и распределению пузырьков воздуха по диаметру можно отметить, что функциональность добавки, в этом случае, отражается в первую очередь на снижение поверхностного натяжения. Разрушение пен обусловлено процессами диффузии воздуха, стекания жидкости со стенок пузырьков (вязкостью жидкости) и укрупнением пузырьков из-за слияния. Достаточно узкий пик, как для контрольного, так и для разработанного образца указывает на равномерную взбитость изделий. Однако, из-за большей вязкости и меньшей величины поверхностного натяжения стойкость пены в разработанном десерте выше.

Таким образом, доказано, что введение диетической добавки в количестве 2% от массы рецептурной смеси, кроме коррекции органолептических свойств, стабилизирует пенную структуру изделий в том числе в течение установленных регламентом сроков хранения.

По результатам проведенных исследований можно определить рациональные параметры технологического процесса изготовления десертов: взбивание рецептурной композиции с диетической добавкой «Гемовитал» при предварительном замачивании ее в 50% количестве сливок от массы рецептурной смеси при частоте вращения рабочего органа машины 750 об/мин на протяжении $(7...10) \times 60$ с. На основании проведенных исследований разработана рецептура и технологическая схема десерта из творога с использованием диетической добавки «Гемовитал» под названием «Золушка» [247].

4.1.4. Разработка технологической схемы производства десерта из творога «Золушка»

Технологическая схема производства десерта из творога «Золушка» с диетической добавкой «Гемовитал» как модель состоит из таких подсистем: А – «Товарное оформление и хранение десерта»; В – «Приготовление рецептурной смеси»; С – «Подготовка сырья и материалов к производству» (рис. 4.5).



Рисунок 4.5 – Горизонтальная декомпозиция технологического процесса изготовления десертов из творога с использованием диетической добавки «Гемовитал»

Структура указанной технологической системы и цель функционирования ее составляющих показаны в табл. 4.6.

Таблица 4.6 – Структура технологической системы и цель функционирования ее составляющих

Подсистема	Название подсистемы	Цель функционирования подсистемы
А	«Товарное оформление и хранение десерта»	Получение десерта с однородной, пышной структурой и заданными свойствами за счет реализации функционально-технологических свойств основных ингредиентов
В	«Приготовление рецептурной смеси»	Получение смеси с определенными свойствами при заданных параметрах ее приготовления
С	«Подготовка сырья и материалов к производству»	Подготовка рецептурных компонентов к получению рецептурной смеси. Сырье, которое обеспечивает формирование необходимых органолептических, физико-химических, структурно-механических и биологических свойств

Подсистема С «Подготовка сырья и материалов к производству».

Получение многокомпонентной рецептурной смеси, что содержит в своем составе диетическую добавку «Гемовитал», как фактор обогащения продукта гемовым железом и цветоформирующий агент, обеспечивается свойствами основного и дополнительного сырья.

Основным сырьем для получения десертов из творога являются сливки жирностью 10%, творог нежирный, сахарная пудра, диетическая добавка «Гемовитал». Дополнительным сырьем является порошок какао, клубника, чернослив, шоколад. Подготовка сырья к производству десертов заключается в механической обработке компонентов рецептуры. Сахарную пудру, порошок какао и диетическую добавку «Гемовитал» просеивают через сито с размерами отверстий не более 1 мм, чернослив зачищают, промывают, измельчают, творог нежирный перетирают через протирочную машину. Сливки процеживают, 50% от массы

рецептурной смеси охлаждают до температуры 15° С, диетическую добавку «Гемовитал» замачивают на 30×60 с в сливках (50% от рецептурного количества).

Подсистема В «Приготовление рецептурной смеси». В рамках подсистемы осуществляется операция получения смеси за счет перемешивания подготовленных компонентов рецептуры по подсистеме С. Эта стадия предусматривает такие технологические операции: сливки взбивают в машине для взбивания с сахарной пудрой на протяжении (7...10)×60 с при частоте вращения рабочего органа 750 об/мин до образования пышной массы. С помощью миксера смешивают подготовленный творог, взбитые сливки, «Гемовитал», замоченный в сливках, и измельченный чернослив. Длительность процесса смешивания рецептурной смеси составляет (5...7)×60 с. Десерт охлаждают до температуры 12...14° С.

Подсистема А «Товарное оформление и хранение десерта». Для реализации цели подсистемы осуществляют оформление десертов и охлаждение перед подачей потребителю. Для оформления десерта его формируют в виде пирамиды, выкладывают поверхность нарезанной клубникой и посыпают измельченным черным шоколадом. Оформленный десерт охлаждают до температуры 12...14° С.

Технологическая схема десертов из творога с диетической добавкой «Гемовитал» показана на рис. 4.6. Реализация десерта осуществляется в предприятиях ресторанного хозяйства.

4.2. Показатели качества десерта из творога «Золушка»

4.2.1. Исследование цветовых характеристик десерта из творога «Золушка»

Диетическая добавка «Гемовитал» характеризуется определенным соотношением форм гемоглобина – 50% двухвалентного и 50% трехвалентного железа, что обуславливает ее цветоформирующую функцию – окрашивает продукты в красно-коричневый цвет, имитирующий цвет порошка какао.

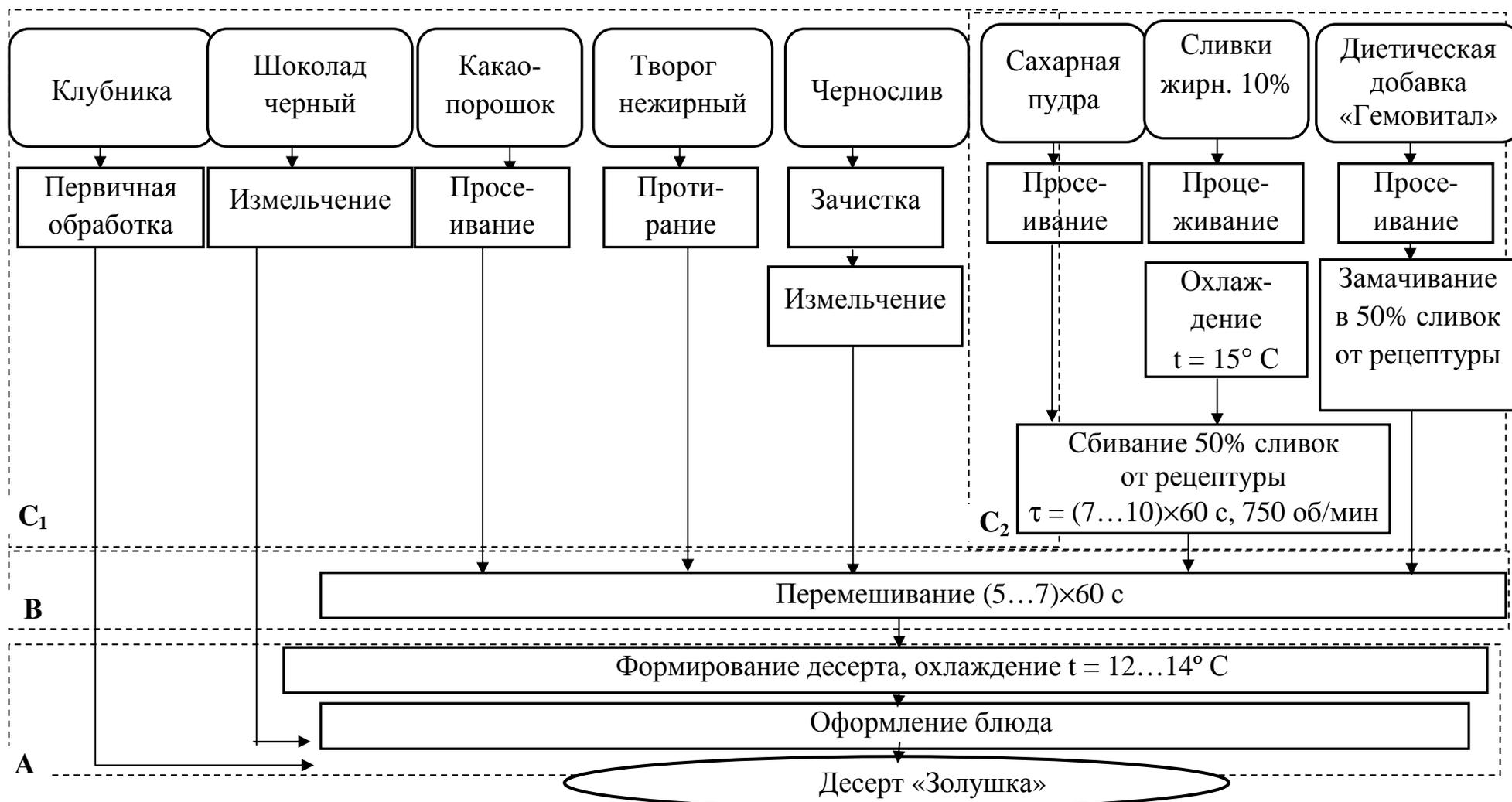


Рисунок 4.6 – Технологическая схема десерта из творога «Золушка» антианемической направленности:
А – товарное оформление и хранение; В – приготовление рецептурной смеси;
С – подготовка материалов и сырья к производству

Процессы трансформации, то есть перехода двухвалентной формы гемоглобина в трехвалентную приводят к изменениям цвета изделия. Поэтому проведено исследование ремиссионных характеристик десертов «Золушка», которые хранились на протяжении 24 часов. Результаты исследований представлены на рис. 4.7 (десерт непосредственно после изготовления) и рис. 4.8 – после 24 часов хранения.

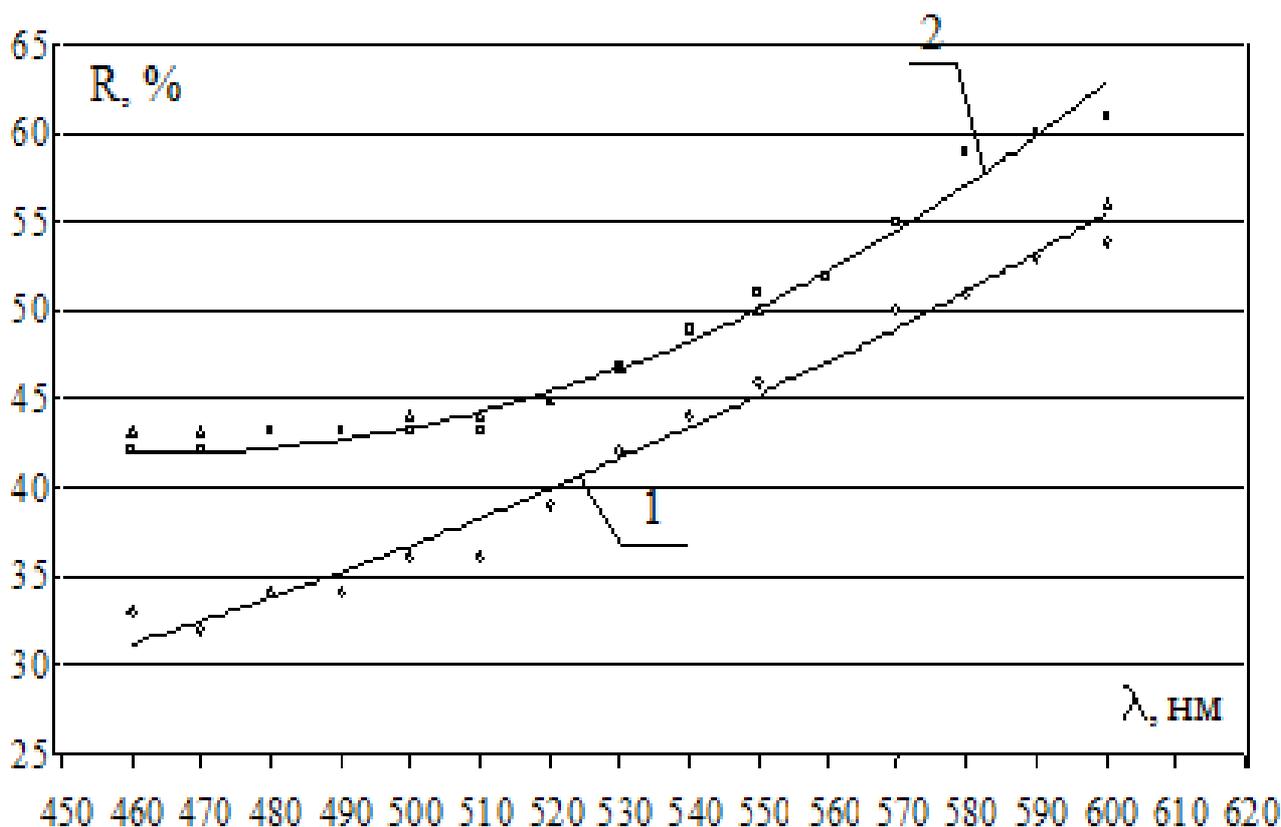


Рисунок 4.7 – Ремиссионные характеристики опытных образцов десертов непосредственно после приготовления: 1 – десерт «Фантазия» (контроль); 2 – десерт «Золушка»

Из спектров отражения видно, что цвет продукта изменяется незначительно. На участках длины волн от 470 до 520 нм не наблюдается значительного изменения цвета десерта «Золушка», что полностью коррелирует с органолептическими показателями их качества.

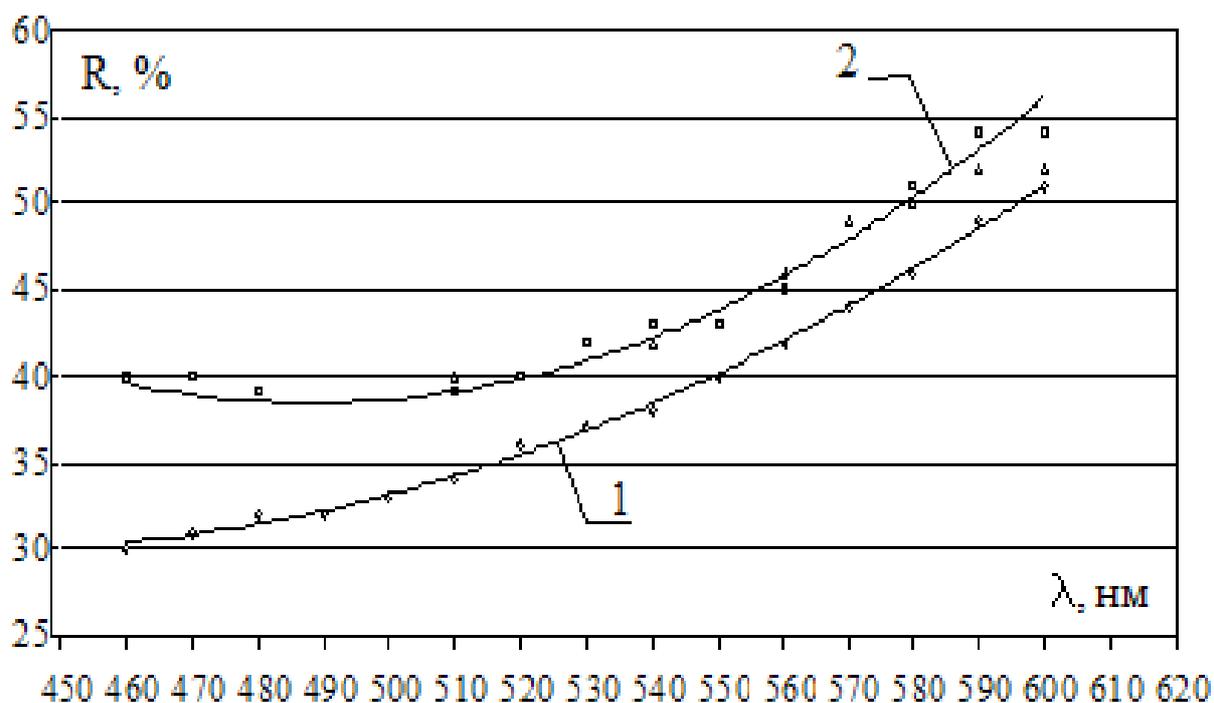


Рисунок 4.8 – Ремиссионные характеристики опытных образцов десертов на протяжении 24 часов хранения: 1 – десерт «Фантазия» – контроль; 2 – десерт «Золушка»

Причем в области основной цветовой гаммы ($\lambda > 500$ нм) кривые отражения расположены практически параллельно. Это же относится и к образцам после 24 часов хранения. Таким образом, цветоформирующая функция добавки «Гемовитал» достаточно стойкая для данного вида десерта.

4.2.2. Изучение пищевой и биологической ценности десерта «Золушка»

Расчетно-аналитическим методом были определены общий химический состав и энергетическая ценность десерта «Золушка» (табл. 4.7, 4.8).

Как видно из данных табл. 4.7, массовая доля влаги в обоих образцах десерта находится в пределах норм для данного вида продукта и составляет 62,0%. С введением диетической добавки «Гемовитал» в десерте увеличивается количество белка на 2%. Количество жира, углеводов и золы в образцах десертов контрольного и опытного остается неизменным.

Таблица 4.7 – Общий химический состав и энергетическая ценность десерта «Золушка»

Показатель	Десерт из творога «Фантазия» (контроль)	Десерт «Золушка» (исследуемый образец)
Массовая доля, %: влаги	62,4	62,4
белка	10,8	12,7
жиров	2,9	2,5
Углеводов, в том числе	19,5	18,9
клетчатка	0,6	0,5
Зола	0,4	0,5
Содержание гемового железа, мг/ 100 г продукта	–	1,5
Энергетическая ценность, ккал	148	141

Отмечается существенное обогащение продукта гемовым железом за счет внесения «Гемовитал» по сравнению с традиционным изделием. Энергетическая ценность снизилась на 8 ккал при употреблении 100 г десерта, что является существенным фактором в диетическом питании.

При определении биологической ценности десертов изучен аминокислотный состав их белка и рассчитан аминокислотный скор (АКС). Результаты расчета приведены в табл. 4.8.

Установлено, что в десерте «Фантазия» (контроль) лимитирующей аминокислотой является метионин. Добавление к рецептурной смеси диетической добавки «Гемовитал» повышает содержание незаменимых аминокислот и способствует сбалансированности белка по составу аминокислот.

Таблица 4.8 – Аминокислотный состав и АКС десертов из творога

Аминокислота	«Фантазия»			«Золушка»		
	АК на 100 г продукта	АК на 1 г белка	АКС, %	АК на 100 г продукта	АК на 1 г белка	АКС, %
Валин	593	63	126	647	82	164
Изолейцин	587	63	158	585	74	185
Лейцин	1076	115	164	1178	150	214
Лизин	840	90	164	911	116	211
Метионин	275	29	83	292	37	106
Треонин	473	51	128	517	66	165
Триптофан	111	12	120	124	16	160
Фенилаланин	557	60	100	607	77	128

Существенной характеристикой качества десертов, приготовленных по предложенной технологии, является стабильность в них двухвалентного железа, поскольку в процессе технологической операции – взбивания – происходит интенсивный контакт рецептурной смеси с кислородом воздуха. Исходя из этого, методом дифференциальной спектрофотометрии в десертах исследовано соотношение форм гемоглобина. Изучена кинетика форм гемоглобина в продукте в процессе регламентированных сроков хранения, что позволило подтвердить достаточную стойкость форм гемоглобина к окислительным процессам. Как видно из табл. 4.9, потеря двухвалентного железа составляет 10% при хранении 24 часа. Основные изменения содержания форм гемоглобина происходят за счет взбивания и частично при хранении. При этом часть гемовых структур переходит в трехвалентное состояние. Однако это не отражается на органолептических характеристиках нового изделия.

**Таблица 4.9 – Соотношение форм гемоглобина в десерте «Золушка»
при хранении**

Срок хранения	Форма гемоглобина, %		
	HbO ₂ (Fe ²⁺)	Hb (Fe ²⁺)	MtHb (Fe ³⁺)
0 часов	15±2	32±2	55±2
24 часа	8±2	32±2	60±2

Таким образом, в процессе приготовления и хранения десертов отмечаются незначительные изменения в гемовых структурах, что свидетельствует о достаточно высокой стабильности гемового железа в десерте.

4.2.3. Изучение показателей безопасности десерта «Золушка»

Проведены исследования по изучению микробиологических показателей десерта «Золушка» на протяжении установленного срока хранения (табл. 4.10).

**Таблица 4.10 – Микробиологические показатели десерта «Золушка»
при хранении**

Наименование показателя	Норматив	Фактическое содержание
КМАФАМ, КОЕ/г, не более	5×10^4	100
БГКП (колиформы)	не допускаются в 0,1 г	не выявлено в 0,1 г
E. coli	не допускаются в 1,0 г	не выявлено в 1,0 г
S. aureus	не допускается в 1,0 г	не выявлено в 1,0 г
Бактерии рода Proteus	не допускаются в 0,1 г	не выявлено в 0,1 г
Патогенные микроорганизмы, в том числе бактерии рода Salmonella	не допускаются в 25 г	не выявлено в 25 г

Как видно из данных табл. 4.10, значения микробиологических показателей десертов «Золушка», находятся в пределах норм, регламентированных нормативными документами.

4.2.4. Ассортимент десертов из творога антианемической направленности

Разработаны технологии десертов из творога антианемической направленности на базе основной рецептуры – десерта «Золушка». Ассортимент десертов отличается фруктовыми наполнителями, которые придают десертам определенные органолептические показатели качества.

Введение фруктового наполнителя осуществляется на стадии смешивания взбитых сливок с ингредиентами рецептуры. Реализация разработанных технологий позволяет получить ассортимент продуктов антианемической направленности – десертов творожных.

На рис. 4.9–4.12 представлены технологические схемы изготовления десертов из творога антианемической направленности с различными фруктовыми наполнителями.

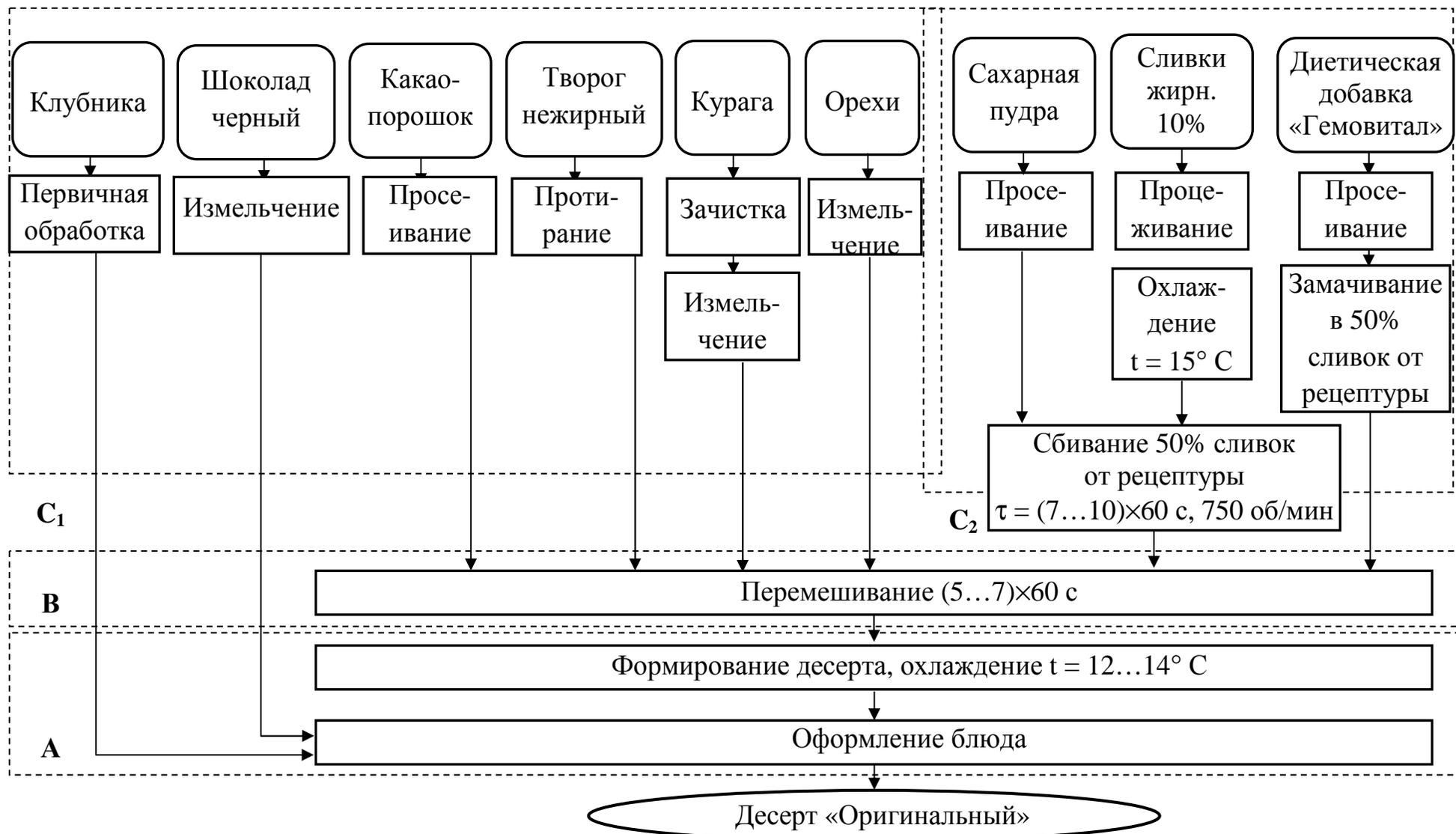
Общий химический состав десертов «Оригинального», «Праздничного», «Восточного» и «Пражского» приведен в табл. 4.11. Как видно из табл. 4.11, десерты имеют практически одинаковую влажность кроме «Восточного», что обусловлено использованием инжира в рецептуре блюда.

На новые десерты разработана нормативно-техническая документация в виде технологических карт и технических условий, опытные образцы данной продукции неоднократно представлялись на выставках-дегустациях, а полученные данные учтены при расчете интегрального показателя качества и оценке конкурентоспособности изделий.

Новая технология десертов из творога внедрены в производство кафе «Смак» (г. Харьков) и учебный процесс.

Таблица 4.11 – Общий химический состав десертов антианемической направленности в сравнении с контролем

Образец	Содержание в 100 г продукта				
	Вода, г	Белок, г	Жир, г	Углеводы, г	Гемовое железо, мг
Десерт «Фантазия» (контроль)	62,4	10,8	2,9	19,5	–
Десерт «Золушка»	62,4	12,7	2,5	18,9	1,5±0,3
Десерт «Оригинальный»	60,7	12,8	4,2	18,8	1,5±0,3
Десерт «Праздничный»	61,2	13,0	4,2	19,1	1,5±0,3
Десерт «Восточный»	67,1	12,1	2,5	17,3	1,5±0,3
Десерт «Пражский»	61,7	12,2	2,4	22,5	1,5±0,3



**Рисунок 4.9 – Технологическая схема десерта из творога «Оригинального» антианемической направленности:
 А – товарное оформление и хранение; В – приготовление рецептурной смеси;
 С – подготовка материалов и сырья к производству**

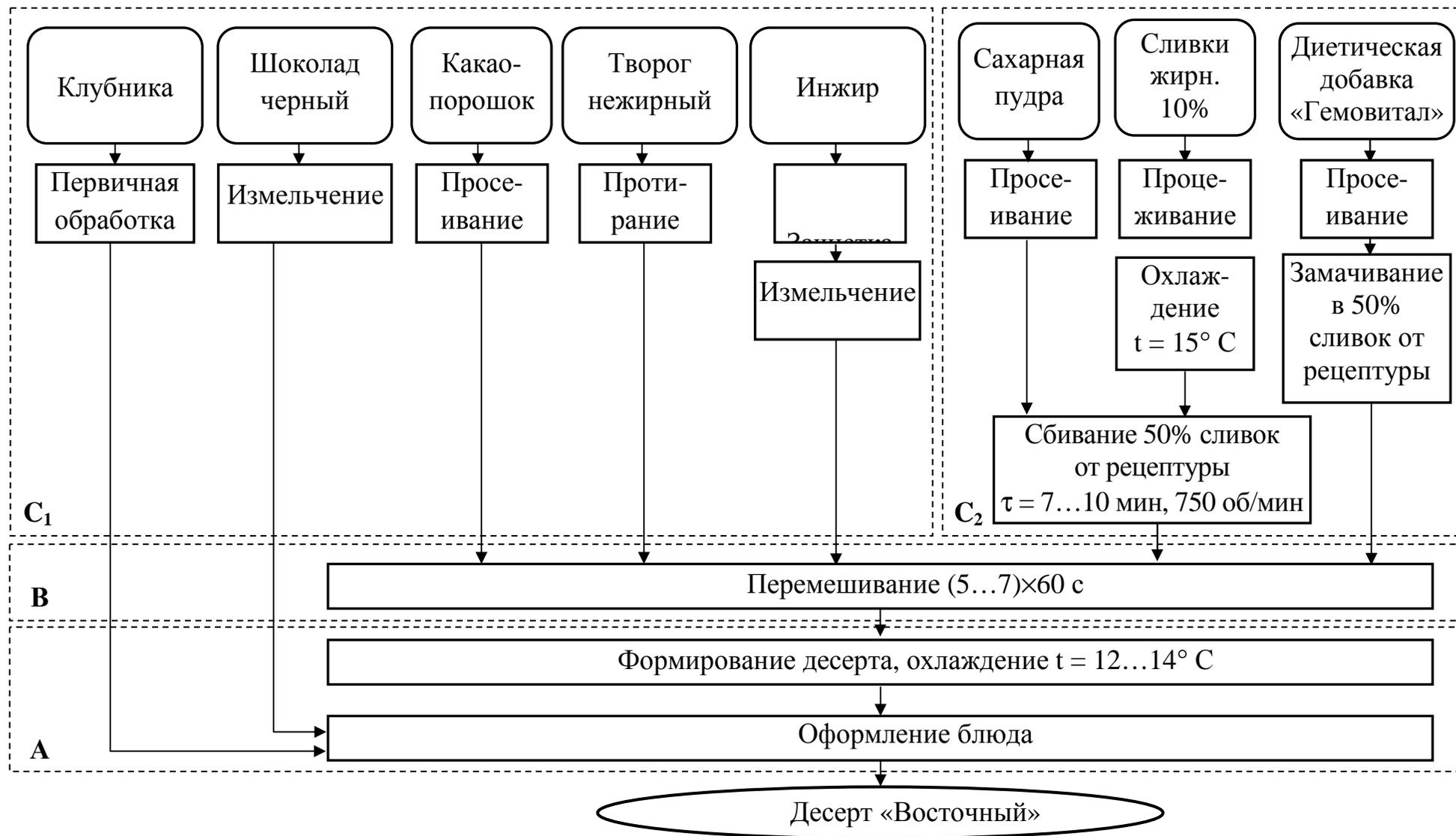


Рисунок 4.10 – Технологическая схема десерта из творога «Восточного» антианемической направленности:
А – товарное оформление и хранение; В – приготовление рецептурной смеси;
С – подготовка материалов и сырья к производству

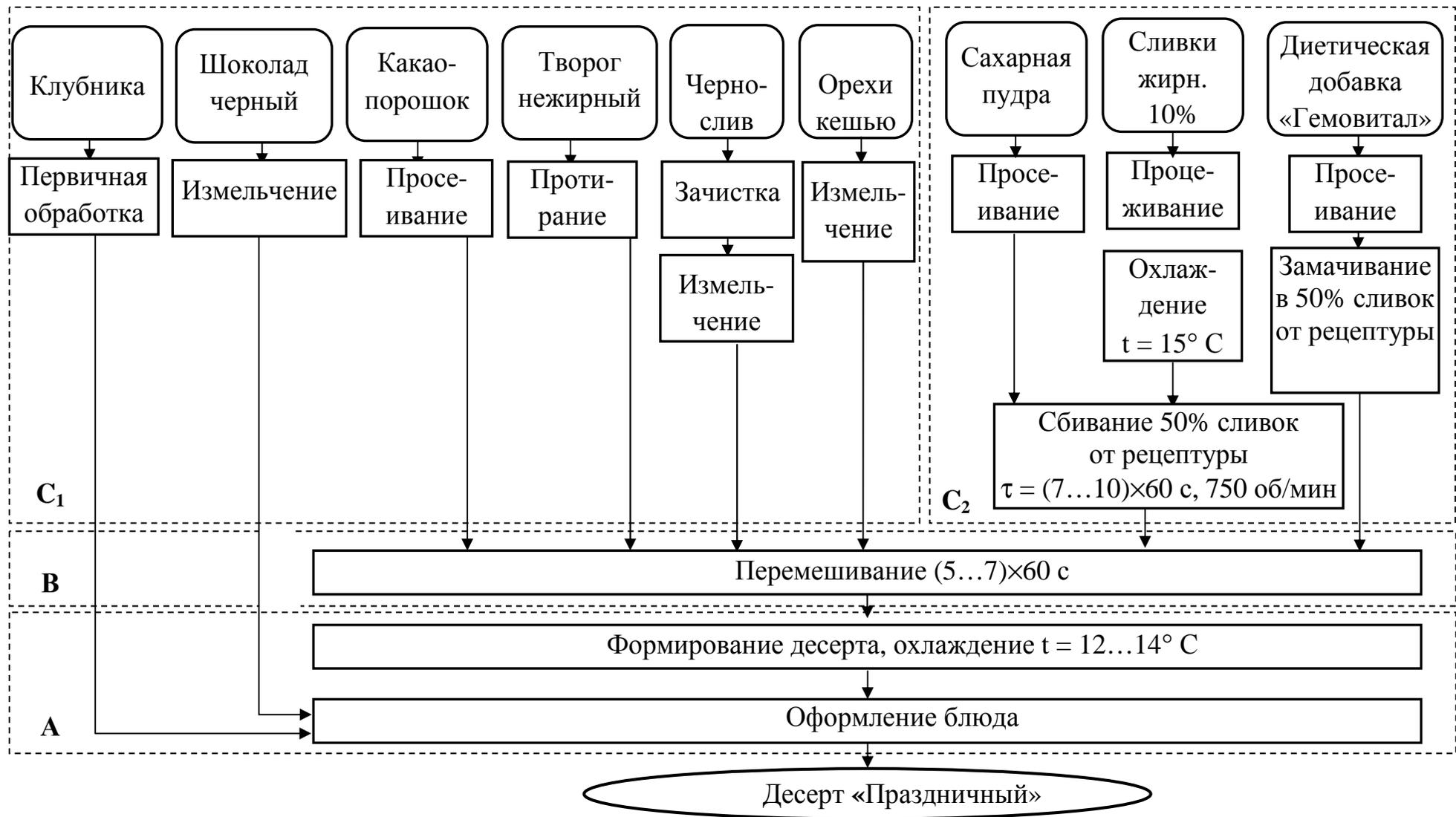
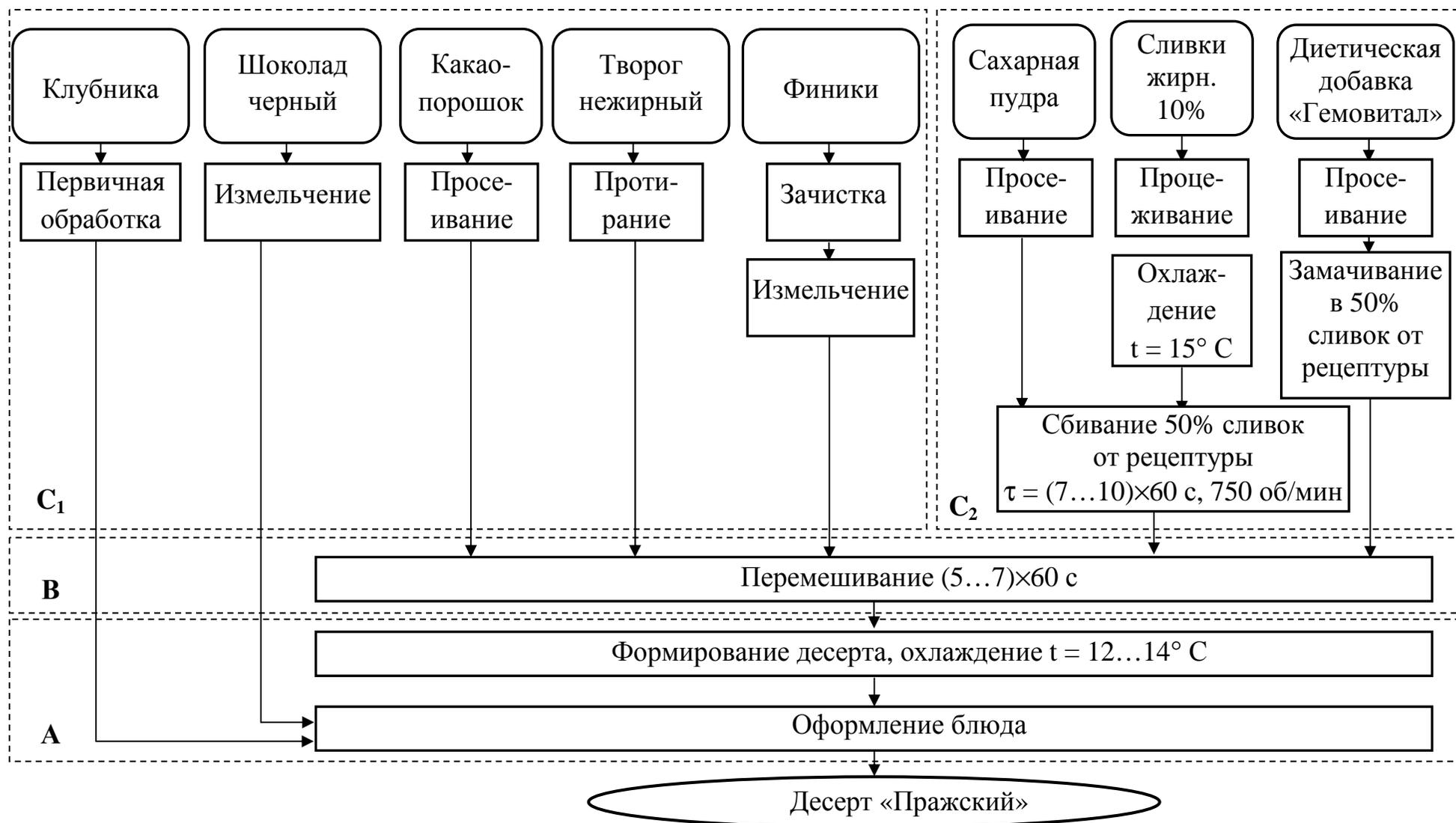


Рисунок 4.11 – Технологическая схема десерта из творога «Праздничного» антианемической направленности:
А – товарное оформление и хранение; В – приготовление рецептурной смеси;
С – подготовка материалов и сырья к производству



**Рисунок 4.12 – Технологическая схема десерта из творога «Пражского» антианемической направленности:
 А – товарное оформление и хранение; В – приготовление рецептурной смеси;
 С – подготовка материалов и сырья к производству**

РАЗДЕЛ 5

ТЕХНОЛОГИЯ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ И КОНДИТЕРСКИХ ПРЯНИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ АНТИАНЕМИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ СО СТАБИЛИЗИРОВАННЫМ ГЕМОВЫМ ЖЕЛЕЗОМ

Целью исследований данного раздела было изучение функциональных возможностей диетической добавки «Гемовитал» в технологиях хлеба ржано-пшеничного, сухариков ржано-пшеничных и пряников заварных из муки пшеничной 1 сорта и ржаной для расширения ассортимента данных изделий путем обогащения их железом в легкоусвояемой для организма человека форме.

5.1. Обоснование и разработка технологии хлебобулочных изделий антианемической направленности из смеси ржаной и пшеничной муки

Актуальность расширения ассортимента хлебобулочных изделий антианемической направленности обусловлена тем, что в Украине традиционно высокое их потребление (суточная норма потребления хлебобулочных изделий, утвержденная Кабинетом Министров Украины по расчетам «потребительской корзины» составляет 277 г), поэтому целесообразно освоить их выпуск, как для лечебного, так и профилактического питания [248].

Предварительными исследованиями было установлено, что введение диетической добавки «Гемовитал» в пшеничный хлеб не позволяет получить его приемлемые органолептические свойства. Это обусловлено цветоформирующей функцией добавки. Поэтому из ассортимента хлеба был выбран ржано-пшеничный хлеб «Изюминка» (70% муки ржаной обдирной и 30% муки пшеничной 1 сорта) на густой традиционной закваске [249], поскольку имеет коричневую окраску мякиша.

В качестве формальной модели использовали горизонтальную декомпозицию технологического процесса изготовления хлеба ржано-пшеничного на густой закваске с учетом введения диетической добавки «Гемовитал» (рис. 5.1).

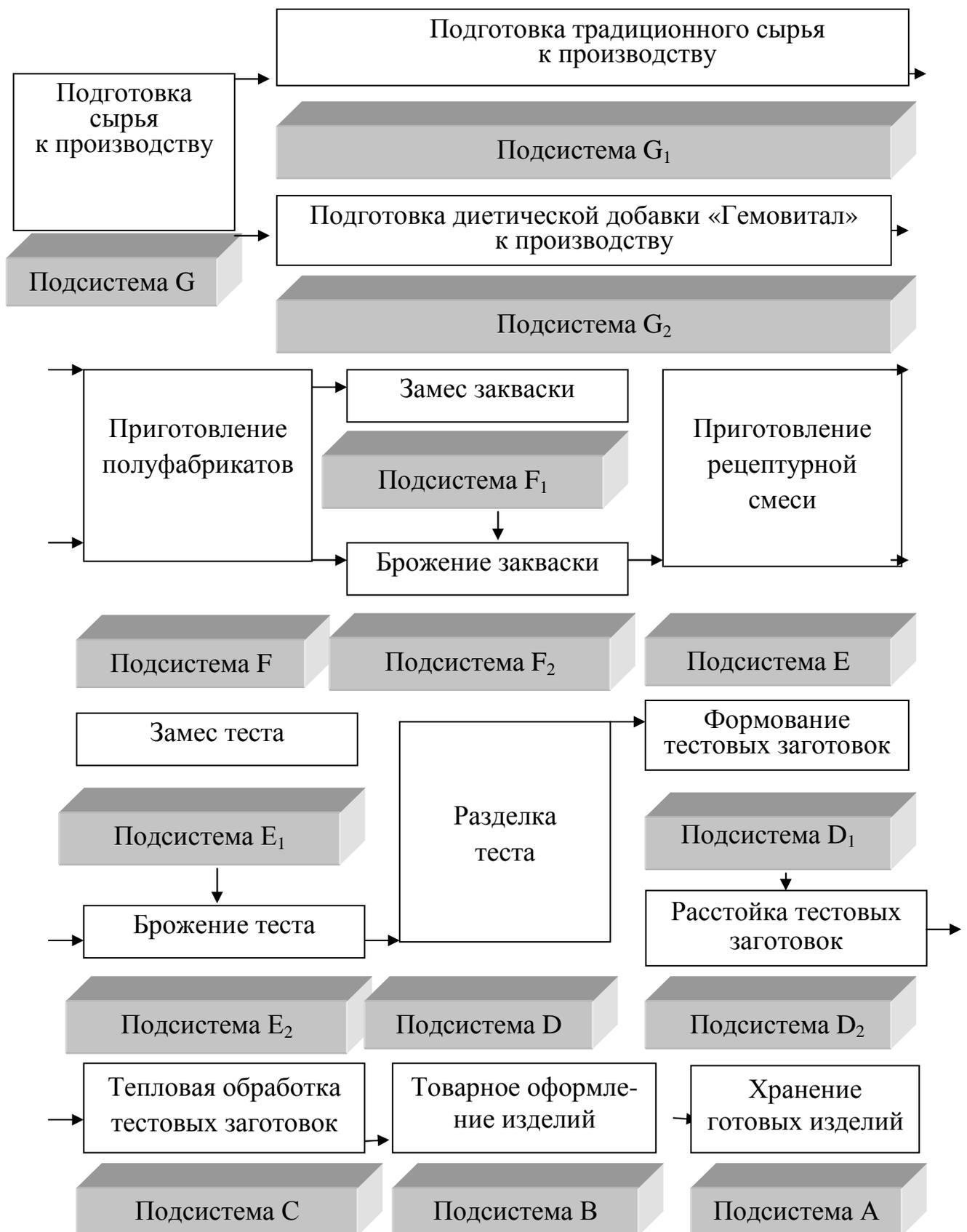


Рисунок 5.1 – Горизонтальная декомпозиция технологического процесса изготовления хлеба ржано-пшеничного на густой закваске

Краткая характеристика подсистем, представленных на горизонтальной декомпозиции (рис. 5.1), приведена в табл. 5.1.

Таблица 5.1 – Структура технологической системы изготовления хлеба ржано-пшеничного с диетической добавкой «Гемовитал» и цели функционирования ее составляющих

Подсистема	Название подсистемы	Цель функционирования подсистемы
1	2	3
A	Хранение готовых изделий	Получение изделий с заданными органолептическими и физико-химическими показателями качества, пищевой и биологической ценностью, показателями безопасности, в том числе и в установленные сроки хранения
B	Товарное оформление изделий	Упаковка изделий, позволяющая сохранить качество изделий в установленные сроки хранения
C	Тепловая обработка тестовых заготовок	Превращение тестовой заготовки в хлеб
D	Разделка теста	Изготовление тестовых заготовок опередленной массы и формы, а также разрыхленности перед посадкой в печ
D₁	Формование тестовых заготовок	Формирование определенных структурно-механических свойств тестовых заготовок во время механической обработки теста при разделении его на куски заданной массы и придания формы
D₂	Расстойка тестовых заготовок	Увеличение объема, разрыхление тестовой заготовки, улучшение ее структуры
E	Приготовление рецептурной смеси	Приведение теста в состояние, оптимальное для дальнейшей операции разделки с точки зрения его реологических и органолептических свойств
E₁	Замес теста	Образование мучной массы со специфическими физическими свойствами

1	2	3
E₂	Брожение теста	Приобретение определенных структурно-механических свойств, развитие бродильной микрофлоры и накопление веществ, принимающих участие в формировании вкуса и аромата готовых изделий, что способствует формированию необходимых органолептических, реологических свойств теста, необходимых для формирования тестовых заготовок
F	Приготовление полуфабрикатов	Активизация бродильной микрофлоры, ферментативных процессов, взаимодействие полимеров муки с водой
F₁	Замес закваски	Образование мучной массы со специфическими физическими свойствами
F₂	Брожение закваски	Создание высокой кислотности теста с целью снижения активности ферментов, углубления процессов набухания биополимеров муки
G	Подготовка сырья к производству	Подготовка рецептурных ингредиентов для получения полуфабрикатов, рецептурной смеси, обеспечивающих формирование необходимых органолептических, физико-химических, структурно-механических свойств и показателей безопасности готового продукта
G₁	Подготовка традиционного сырья к производству	Получение традиционных ингредиентов рецептуры, способных формировать определенные показатели качества полуфабрикатов и рецептурной смеси
G₂	Подготовка диетической добавки «Гемовитал» к производству	Равномерное распределение порошкообразной добавки по всему объему теста

Изучение влияния диетической добавки «Гемовитал» на процессы функционирования подсистем и их выход показано в подразделах 5.1.1–5.1.3.

5.1.1. Изучение влияния диетической добавки «Гемовитал» на основное сырье для изготовления хлеба ржано-пшеничного

При разработке рецептуры ржано-пшеничного хлеба с добавкой «Гемовитал» исходили из необходимости обеспечения 30...50% суточной потребности организма человека в гемовом железе при сохранении приемлемых органолептических характеристик готовых изделий, т.е. натуральности изделий.

Предварительными исследованиями было установлено, что массовыми долями, которые обеспечивают благоприятные вкусовые характеристики, внешний вид и физико-химические показатели изделий, является диапазон 1,5...5,0% диетической добавки «Гемовитал» к массе муки, вносимой при замесе теста. Исследовано влияние добавки на свойства сырья, интенсивность тестоприготовления на модельных системах и способность к хранению готовых изделий.

Для изучения и усовершенствования основных процессов в технологии хлеба была выбрана кибернетическая (параметрическая) модель «чёрный ящик». При рассмотрении подсистемы G «Подготовка сырья к производству», необходимо учитывать подготовку диетической добавки «Гемовитал» к производству – подсистема G₂. Исходя из того, что товарная форма выпуска диетической добавки «Гемовитал» порошкообразная, то наиболее рациональным способом введения ее в ржано-пшеничный хлеб является предварительное смешивание с пшеничной мукой для замеса теста. Ржаная мука в количестве 70% используется в многостадийном производственном цикле приготовления закваски, 30% – при замесе теста, поэтому смешивание ее с добавкой «Гемовитал» нецелесообразно.

На этапе приготовления рецептурной смеси выделяются процессы, обеспечивающие тестоприготовление, – замес и брожение закваски и теста – подсистемы F₁ и F₂, E₁ и E₂ (рис. 5.1).

В рамках параметрической модели, приведенной на рис. 5.2, рассмотрено влияние железосодержащих добавок на свойства основного сырья хлебопекарного производства – количество и качество клейковины пшеничной муки.

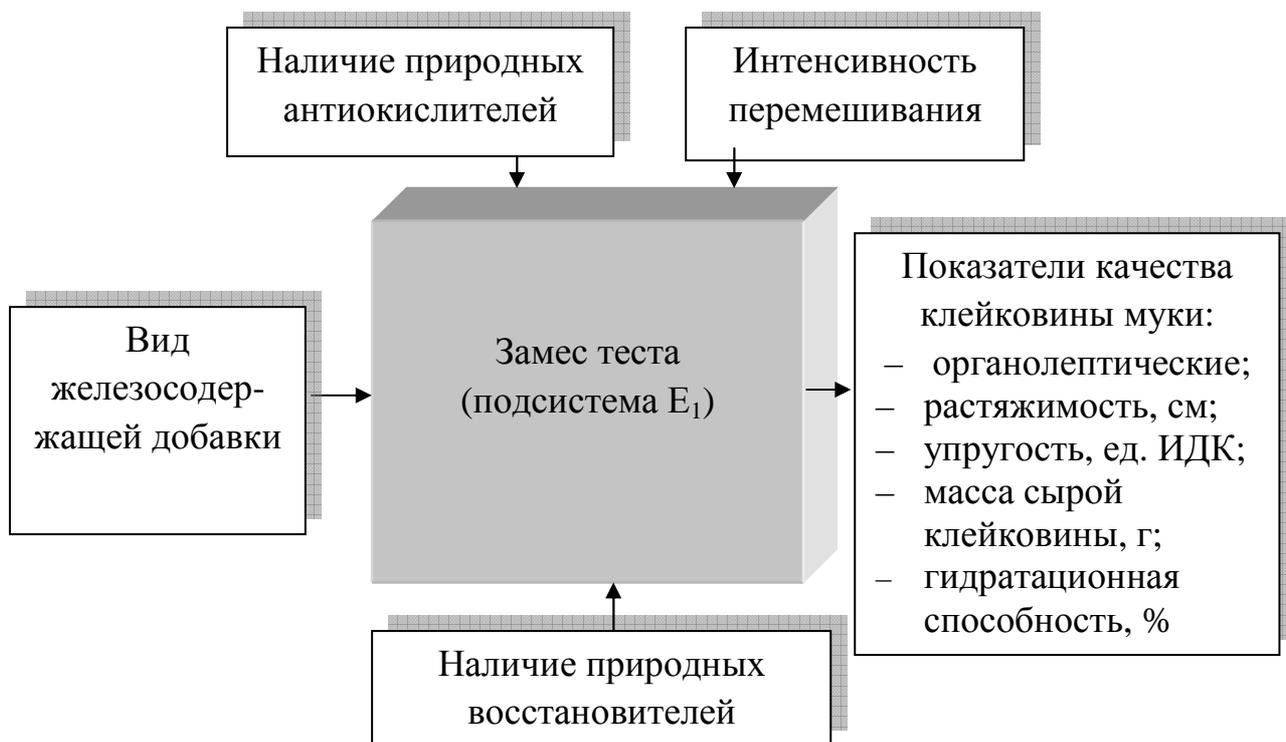


Рисунок 5.2 – Модель «черный ящик» процесса замеса теста для ржано-пшеничного хлеба с использованием диетической добавки «Гемовитал»

Для исследований взяты следующие носители микронутриента: неорганическая форма – сульфат железа водорастворимый $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, содержание элемента в носителе 18,0%, и органическая – диетическая добавка «Гемовитал» с содержанием гемового железа 0,7 г/кг.

Выбор данных ингредиентов обусловлен тем, что в мире для обогащения пищевых продуктов и, в частности, муки, распространены сульфат, лактат и глюконат двухвалентного железа. Однако, высокая цена глюконата железа ограничивает его применение, поскольку снижает доступность обогащенных им продуктов. Сульфат железа, который официально разрешен к применению в пищевой промышленности Украины, широко используют во многих странах как недорогое и безопасное средство для создания продуктов антианемической направленности, однако его усвоение в организме человека составляет 10%.

Проведено сравнительное исследование влияния указанных добавок железа на качество клейковины муки. Дозировку добавок выбирали с учетом обеспечения половины потребности организма в железе в сутки (15...17 мг).

Таким образом, рассчитанное максимально возможное количество сульфата железа составляет 0,017% к массе муки, диетической добавки «Гемовитал» – 5%. Клейковину отмывали вручную через 20×60 с после замеса при использовании буферного (рН 6,2) 2%-го раствора поваренной соли и через 180 мин отлёжки теста при температуре 30° С. Были исследованы: цвет и масса сырой клейковины, ее гидратационная способность, показатели растяжимости над линейкой и упругость на приборе ИДК. Результаты экспериментов представлены в табл. 5.1.

Таблица 5.1 – Показатели качества клейковины пшеничной муки с носителями железа

Показатель	Время отлёжки теста, мин	Тесто без добавок (контроль)	Тесто с добавками	
			«Гемовитал», 5% к массе муки	Сульфат железа, 0,02% к массе муки
Масса сырой клейковины, г	20	26,7 ± 0,5	27,0 ± 0,5	26,5 ± 0,5
	180	29,1 ± 0,5	30,5 ± 0,5	29,8 ± 0,5
Гидратационная способность клейковины, %	20	198 ± 2	197 ± 2	190 ± 2
	180	219 ± 2	218 ± 2	213 ± 2
Упругость на приборе ИДК, усл. ед.	20	39,0 ± 0,8	40,0 ± 0,7	38,0 ± 0,7
	180	53,0 ± 1,0	59,0 ± 0,9	50,5 ± 0,9
Растяжимость, см	20	11,0 ± 0,3	12,0 ± 0,3	12,5 ± 0,3
	180	15,0 ± 0,3	17,0 ± 0,3	17,5 ± 0,3

Данные табл. 5.1 свидетельствуют о незначительном влиянии сульфата железа и диетической добавки «Гемовитал» на выход и физические свойства клейковины пшеничной муки. Полученные данные позволяют при разработке технологии хлебобобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки анетианемической направленности учитывать в большей мере

физиологическую потребность в железе, чем данные о качестве клейковины конкретных партий муки.

Тесто для хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки готовится на густой закваске влажностью 48...50%, бродильной микрофлорой которой являются молочнокислые бактерии и хлебопекарные дрожжи. В связи с этим рассмотрено влияние железосодержащей добавки «Гемовитал» на физиолого-биохимические свойства бродильной микрофлоры закваски и теста из смеси ржаной и пшеничной муки – хлебопекарных дрожжей *S. minor* и активность гомо- и гетероферментативных молочнокислых бактерий (подсистемы F₂, E₂) – рис. 5.3.

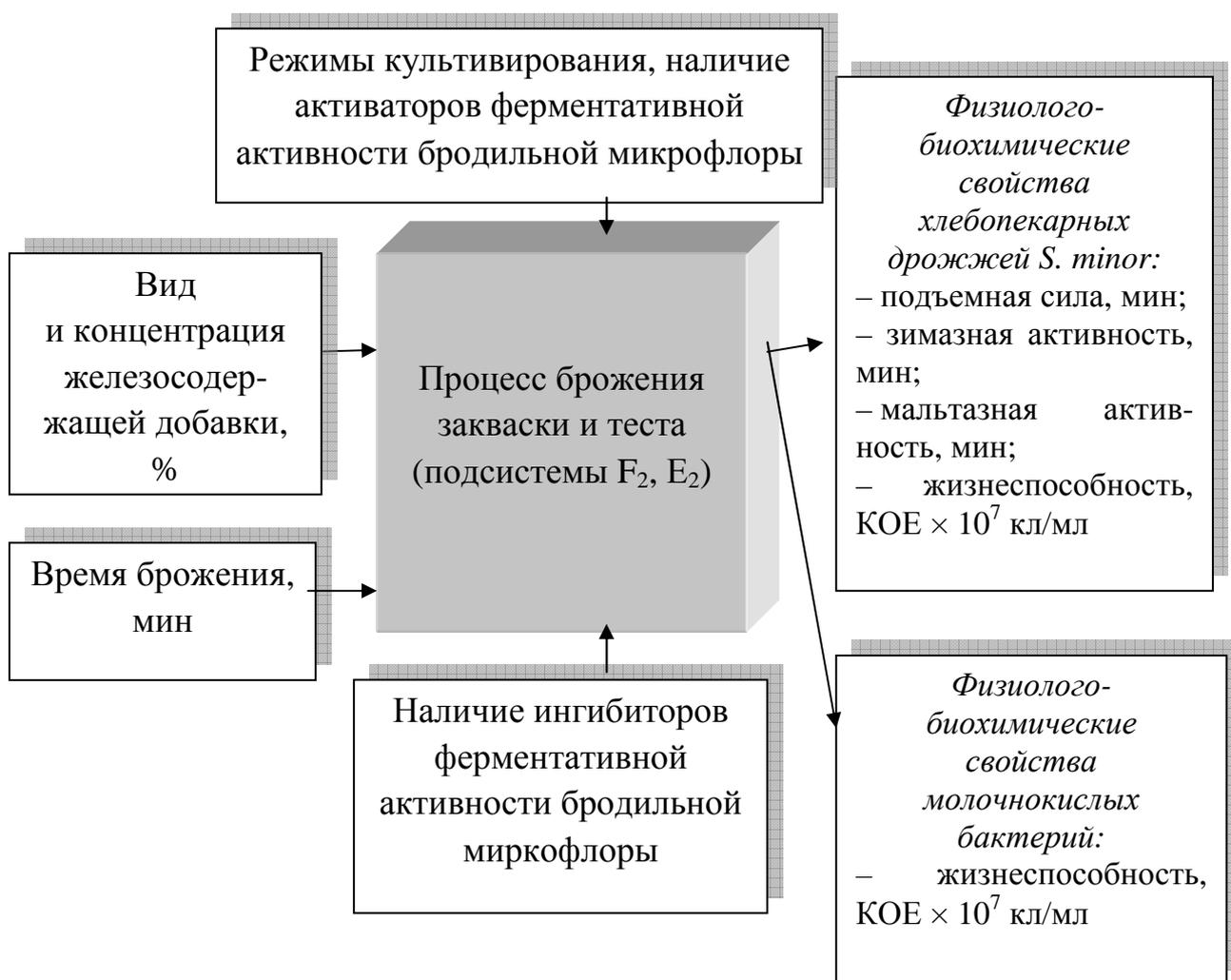


Рисунок 5.3 – Модель «черный ящик» процесса брожения теста для ржано-пшеничного хлеба при использовании диетической добавки «Гемовитал»

В разводочном цикле закваску получают из муки, воды, чистых культур дрожжей *Saccharomyces minor* (штамм «Чернореченский») и соотношения гомо- и гетероферментативных молочнокислых бактерий *L. brevis* В 78, *L. brevis* В 5, *L. plantarum* А 63 как 1 : 2. Были проведены исследования по влиянию органического (гемового) и неорганического (сульфатного) форм железа на ферментативную активность – подъемную силу, зимазную и мальтазную активность, а также жизнеспособность микроорганизмов указанных видов. Количество железосодержащих добавок было взято в массовых долях, значительно превышающих рекомендуемые для внесения в тесто. Это обеспечит выявление закономерности влияния добавок на бродильную микрофлору заквасок.

В исследованиях чистую культуру дрожжей *Saccharomyces minor* выращивали на скошенном сусло-агаре в течение 48 часов при температуре 30° С. Клетки *S. minor* смывали с поверхности среды 8%-м суслон и переносили на жидкую полноценную среду, в составе которой: пептон – 10 г, дрожжевой экстракт – 5 г, глюкоза – 20 г или среду для определения активности: меласса – 500 мл, пивное сусло – 500 мл (12%), дрожжевой автолизат – 5 г.

Накопление биомассы на жидких средах осуществляли в течение 48 часов при 30° С при непрерывном аэрировании. Культуральную среду удаляли с помощью фильтра Зейца. Исследование зимазной и мальтазной активностей дрожжей данного вида проводили по стандартным методикам [250].

Результаты исследований показаны в табл. 5.3.

Как видно из данных табл. 5.3, введение в питательную среду диетической добавки «Гемовитал» в массовой доле от 3 до 9% к массе питательной среды не оказывает значительного влияния на ферментативную активность и жизнеспособность дрожжей *S. minor*.

Таблица 5.3 – Влияние гемового и сульфатного железа на ферментативную активность и жизнеспособность дрожжей вида *Saccharomyces minor*

Показатель	Контроль – питательная среда без добавок	Количество добавки, % к массе питательной среды							
		«Гемовитал»				Сульфат железа (FeSO ₄ ·7H ₂ O)			
		3%	5%	7%	9%	0,020%	0,034%	0,047%	0,060%
Подъемная сила, мин	49 ± 1	56 ± 1	60 ± 1	63 ± 1	67 ± 1	60 ± 1	56 ± 1	63 ± 1	74 ± 1
Зимазная активность, мин	41 ± 3	45 ± 4	51 ± 3	50 ± 3	59 ± 5	60 ± 5	59 ± 3	59 ± 1	59 ± 3
Мальтазная активность, мин	102 ± 6	107 ± 5	107 ± 5	129 ± 9	146 ± 1	106 ± 6	128 ± 4	159 ± 7	162 ± 7
Жизнеспособность, КОЕ·10 ⁷ _к л/мл	2,90 ± 0,06	3,1 ± 0,06	2,54 ± 0,03	2,60 ± 0,02	2,50 ± 0,01	0,7 ± 0,02	0,13 ± 0,04	0,1 ± 0,06	0

В тоже время введение в питательную среду сульфата железа отрицательно сказывается на ферментативной активности дрожжей. Несколько снижается подъемная сила и зимазная активность, но самое существенное изменение – в жизнеспособности дрожжей: если диетическая добавка «Гемовитал» практически не изменяет ее, то сульфат железа подавляет ее.

Вторым важнейшим представителем бродильной микрофлоры ржано-пшеничного теста являются гомо- и гетероферментативные молочнокислые бактерии. Были проведены исследования по определению влияния данных добавок на жизнеспособность бактерий штаммов *L. brevis* В 78, *L. brevis* В 5, *L. plantarum* А 63. Результаты исследований представлены в табл. 5.4.

Таблица 5.4 – Влияние различных концентраций гемового и сульфатного железа в питательной среде на ферментативную активность и жизнеспособность молочнокислых бактерий

Штамм молочно- кислых бактерий	Конт- роль – пита- тельная среда без добавок	Жизнеспособность, КОЕ × 10 ⁷ кл/мл							
		Количество добавки, % к массе питательной среды							
		«Гемовитал»				Сульфат железа (FeSO ₄ · 7H ₂ O)			
		3	5	7	9	0,020	0,030	0,047	0,060
L. brevis В 78	3,2± 0,1	2,9± 0,1	2,9± 0,1	2,3± 0,1	2,0± 0,1	0,6± 0,01	0,4± 0,01	0,2± 0,005	0,2± 0,005
L. brevis В 5	4,0± 0,1	4,0± 0,1	3,8± 0,1	3,1± 0,1	2,1± 0,1	0,2± 0,005	0,03± 0,005	0,02± 0,005	0,01± 0,005
L. plantaru m A63	0,7± 0,05	0,1± 0,05	0,1± 0,05	0,08± 0,01	0,03± 0,01	0,03± 0,01	0	0	0

Как видно из табл. 5.4, внесение сульфатного железа приводит к подавлению жизнеспособности молочнокислых бактерий. Наиболее чувствительными к действию неорганического железа оказались молочнокислые бактерии штамма *L. plantarum* А 63: минимальное внесение сульфата железа уже способствует значительному снижению их жизнеспособности, а это, в свою очередь, приводит к ухудшению органолептических и физико-химических показателей качества хлеба данного вида. При добавлении в питательную среду диетической добавки «Гемовитал», содержащей гемовое железо, жизнеспособность лактобактерий изменяется по сравнению с контролем незначительно.

Таким образом, изучено влияние диетической добавки «Гемовитал» на физиолого-биохимические свойства дрожжей и молочнокислых бактерий, содержащихся в густых заквасках для приготовления теста из смеси ржаной и

пшеничной муки [251].

Данные, полученные в ходе экспериментов на модельных системах, подтверждаются и поведением рецептурной смеси – теста, а также выпеченного из него в ходе лабораторной выпечки хлеба (табл. 5.5).

Таблица 5.5 – Характеристика теста и хлеба с носителями железа

Показатель	Без добавок (контроль)	С внесением добавок	
		«Гемовитал», 5% к массе муки	Сульфат железа, 0,02% к массе муки
Влажность теста, %	44,7 ± 1,0	45,8 ± 1,0	45,0 ± 1,0
Титруемая кислотность теста, град. Неймана	11,2 ± 0,5	11,5 ± 0,5	10,0 ± 0,5
Влажность хлеба, %	44,0 ± 1,0	45,0 ± 1,0	44,2 ± 1,0
Кислотность хлеба, град. Неймана	9,7 ± 0,5	9,9 ± 0,5	9,5 ± 0,5
Объемный выход хлеба, см ³ / 100 г	300 ± 1	297 ± 1	290 ± 1

Как видно из табл. 5.5, влажность и кислотность теста и соответственно хлеба не меняется при внесении диетической добавки «Гемовитал» и соответствует требованиям нормативной документации.

Отмечено некоторое снижение объемного выхода изделий с железосодержащими добавками по сравнению с контрольным образцом.

Таким образом, внесение железосодержащей добавки «Гемовитал» на стадии брожения полуфабрикатов – закваски и теста не оказывает существенного влияния на процесс брожения.

Этап разделки теста (подсистема D) предполагает разделение выбродившего теста на куски определенной массы и формование тестовых

заготовок (подсистема D₁) и расстойку тестовых заготовок (подсистема D₂). Основной целью расстойки является восстановление частично разрушенной при формировании структуры теста, интенсивное брожение с целью максимального разрыхления тестовой заготовки, увеличение ее в объеме. Поскольку диетическая добавка «Гемовитал» не оказывает существенного действия на бродильную микрофлору, то параметры операции расстойки остаются традиционными и составляют следующие значения: температура 35...40° С, относительная влажность воздуха 75...85%, продолжительность 60×60 с.

Таким образом, на модельных системах было показано влияние диетической добавки «Гемовитал», содержащей гемовое железо, на показатели качества клейковины пшеничной муки и активность бродильной микрофлоры – молочнокислых бактерий и дрожжей, позволившее рекомендовать ее для обогащения ржано-пшеничного хлеба при незначительном изменении параметров стадий технологического процесса его приготовления.

5.1.2. Выбор рациональной концентрации диетической добавки «Гемовитал» в технологии хлеба ржано-пшеничного

Следующая серия экспериментов посвящена выбору рациональной концентрации диетической добавки «Гемовитал», обеспечивающая приемлемые органолептические показатели качества и максимально возможное обогащение гемовым железом хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки.

Поскольку в диетической добавке «Гемовитал» содержится не менее 0,7 мг/кг гемового железа, следовательно, половина суточной потребности организма может быть обеспечена введением в рецептуру хлеба этой добавки в количестве 5...6% к массе муки.

Однако массовая доля введения данной добавки в хлеб ограничена ее влиянием на органолептические свойства готового изделия: придание нежелательного постороннего привкуса и затемнение мякиша хлеба при увеличении концентрации добавки.

Рецептуры хлеба «Изюминка», которая была выбрана в качестве базовой, а также опытных образцов хлеба, показаны в табл. 5.6. «Гемовитал» вводили в рецептурную смесь по традиционной технологии, не изменяя массовое соотношение других рецептурных компонентов. Влажность теста, которая контролируется, регулировали по общепринятому расчету воды для замеса теста.

Таблица 5.6 – Рецептуры хлеба «Изюминка» и образцов с диетической добавкой «Гемовитал»

Наименование сырья	Затраты сырья, в кг		
	Хлеб «Изюминка» (контроль)	Хлеб ржано-пшеничный с 5% «Гемовитал» к массе муки	Хлеб ржано-пшеничный с 6% «Гемовитал» к массе муки
Мука ржаная обдирная	70,0	70,0	70,0
Мука пшеничная 1 сорта	30,0	30,0	30,0
Концентрат квасного сусла	7,0	7,0	7,0
Соль пищевая	1,5	1,5	1,5
Сахар-песок	6,0	6,0	6,0
Дрожжи прессованные	1,0	1,0	1,0
Кориандр	0,6	0,6	0,6
Изюм	6,0	6,0	6,0
Диетическая добавка «Гемовитал»	–	5,0	6,0
Всего	122,1	127,1	128,1

Образцы хлеба были изготовлены при использовании густой закваски влажностью 48...50% в лабораторных условиях кафедры технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищекопцентратов ХГУПТ и во время

выпуска опытной партии в условиях хлебозавода ЗАО «Алексеевский хлебозавод», г. Харьков и ООО «Каракум» (пгт Русская Лозовая).

Оценку качества изделий с диетической добавкой «Гемовитал» проводили по общепринятым органолептическим и физико-химическим показателям.

Для оценки органолептических свойств хлеба была составлена шкала с учетом коэффициентов весомости и бальной характеристики изделий (табл. 5.7).

Органолептическая характеристика образцов хлеба с массовой долей диетической добавки «Гемовитал» 5 и 6% к массе муки показана в табл. 5.8. Как видно из данных табл. 5.8, внесение 6% к массе муки диетической добавки «Гемовитал» приводит к появлению постороннего привкуса, запаха и затемнению мякиша хлеба. Введенное количество гемового железа в продукте не покрывает суточную потребность в нем организма человека, однако продукт может рассматриваться, как дополнительный источник легкоусвояемого железа в рационе человека, что является важным в современной структуре питания населения.

Органолептические показатели качества опытных образцов изделий оценены на закрытой дегустации дегустационной комиссией Харьковского государственного университета питания и торговли.

Уровни качества органолептических свойств хлеба ржано-пшеничного с разной массовой долей диетической добавки «Гемовитал» представлены на рис. 5.4.

Таблица 5.7 – Расчет общей органолептической оценки хлеба ржано-пшеничного «Бодрость»

Показатель качества	Коэффициент важности	Уровень качества, балл					Произведение баллов				
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Внешний вид: форма	0,1	Правильная, куполообразная	Правильная, овальная	Полуовальная	Плоская	Вогнутая	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Цвет мякиша	0,1	Коричневый	Коричневый	Темнокоричневый	Выраженный темнокоричневый	Интенсивный темнокоричневый	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Крошливость	0,1	Некрошливый	Некрошливый	Некрошливый	Несколько крошливый	Крошливый	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Эластичность	0,1	Мякиш нежный, эластичный	Мякиш нежный	Мякиш удовлетворительный	Мякиш крошащийся	Мякиш заминающийся	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Наличие хруста во время разжевывания	0,1	Не отмечается	Не отмечается	Не отмечается	Не отмечается	Наличие хруста	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Вкус	0,2	Приятный, свойственный данному виду хлеба	Свойственный данному виду хлеба	С едва уловимым привкусом добавки из крови	Отмечается посторонний привкус добавки из крови	Невкусный, выраженный посторонний привкус	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2

Продолжение табл. 5.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Запах	0,2	Интенсивно выражен- ный, свойствен- ный данному виду хлеба	Свойствен- ный данному виду хлеба	Свойствен- ный данному виду хлеба	С легким посторонним запахом	С выражен- ным посторон- ним запахом	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Поверх- ность корочки	0,1	Гладкая, без вздутий, трещин, подрывов	Ровная, без вздутий, трещин, подрывов	Шерохова- тая, бугристая	С трещинами	Рваная	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Всего	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1

Таблица 5.8 – Органолептическая характеристика образцов хлеба, обогащенных гемовым железом в сравнении с контролем

Показатель	Образец		
	Хлеб «Изюминка» – контроль	Хлеб ржано-пшеничный с 5% «Гемовитал» к массе муки	Хлеб ржано-пшеничный с 6% «Гемовитал» к массе муки
Внешний вид: форма	Правильная, куполообразная	Правильная, куполообразная	Правильная, овальная
Цвет мякиша	Коричневый	Коричневый	Темно-коричневый
Крошливость	Некрошливый	Некрошливый	Некрошливый
Эластичность	Мякиш нежный, эластичный	Мякиш нежный, эластичный	Мякиш нежный
Наличие хруста во время разжевывания	Не отмечается	Не отмечается	Не отмечается
Вкус	Приятный, свойственный данному виду хлеба	Приятный, свойственный данному виду хлеба	С едва уловимым посторонним привкусом добавки из крови
Запах	Интенсивно выраженный, свойственный данному виду хлеба	Интенсивно выраженный, свойственный данному виду хлеба	Свойственный данному виду хлеба
Поверхность корочки	Гладкая, без вздутий, трещин, подрывов	Гладкая, без вздутий, трещин, подрывов	Ровная, без вздутий, трещин, подрывов



а



б



в

Рисунок 5.4 – Уровень качества органолептических свойств хлеба ржано-пшеничного с разной массовой долей диетической добавки «Гемовитал»:

а – контроль; б – 5%; в – 6%

Таким образом, по результатам исследования органолептических свойств опытных образцов хлеба установлено, что рациональной массовой долей диетической добавки «Гемовитал» является 5% к массе муки.

5.1.3. Разработка технологической схемы хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки с диетической добавкой «Гемовитал»

По результатам исследований предложена функциональная схема технологического процесса изготовления хлеба ржано-пшеничного «Бодрость» антианемической направленности со стабилизированным гемовым железом, представленная на рис. 5.5.

Отличительной особенностью новой схемы от традиционной является предварительное смешивание добавки «Гемовитал» с пшеничной мукой, которая используется при замесе теста.

Тесто для приготовления хлеба ржано-пшеничного «Бодрость» готовится на густой закваске влажностью 48...50%. При замесе теста порцию закваски смешивают с дрожжевой суспензией, сахаро-солевым раствором, концентратом квасного суслу и водой, потом вносят пшеничную муку, предварительно смешанную с диетической добавкой «Гемовитал», замес осуществляют в течение (12...15)×60 с. Тесто созревает (50...60)×60 с при температуре 26...28° С. Кислотность созревшего теста составляет не менее 10 град. Неймана.

Выбродившее тесто разделяют на куски определенной массы, округляют, укладывают в смазанные растительным маслом формы и направляют в шкаф для расстойки в течение 60×60 с при температуре 30–32° С и относительной влажности воздуха 75...80%.

Выпекание тестовых заготовок проводится в печи по 4 температурным зонам в течение 43×60 с: 280...290° С – 7×60 с, 260...250° С – 7×60 с, 230...220° С – 13×60 с, 200...210° С – 13×60 с.

Охлаждение и хранение хлеба после выпечки проводится в условиях хлебохранилища при относительной влажности воздуха 70...75% [252; 253].

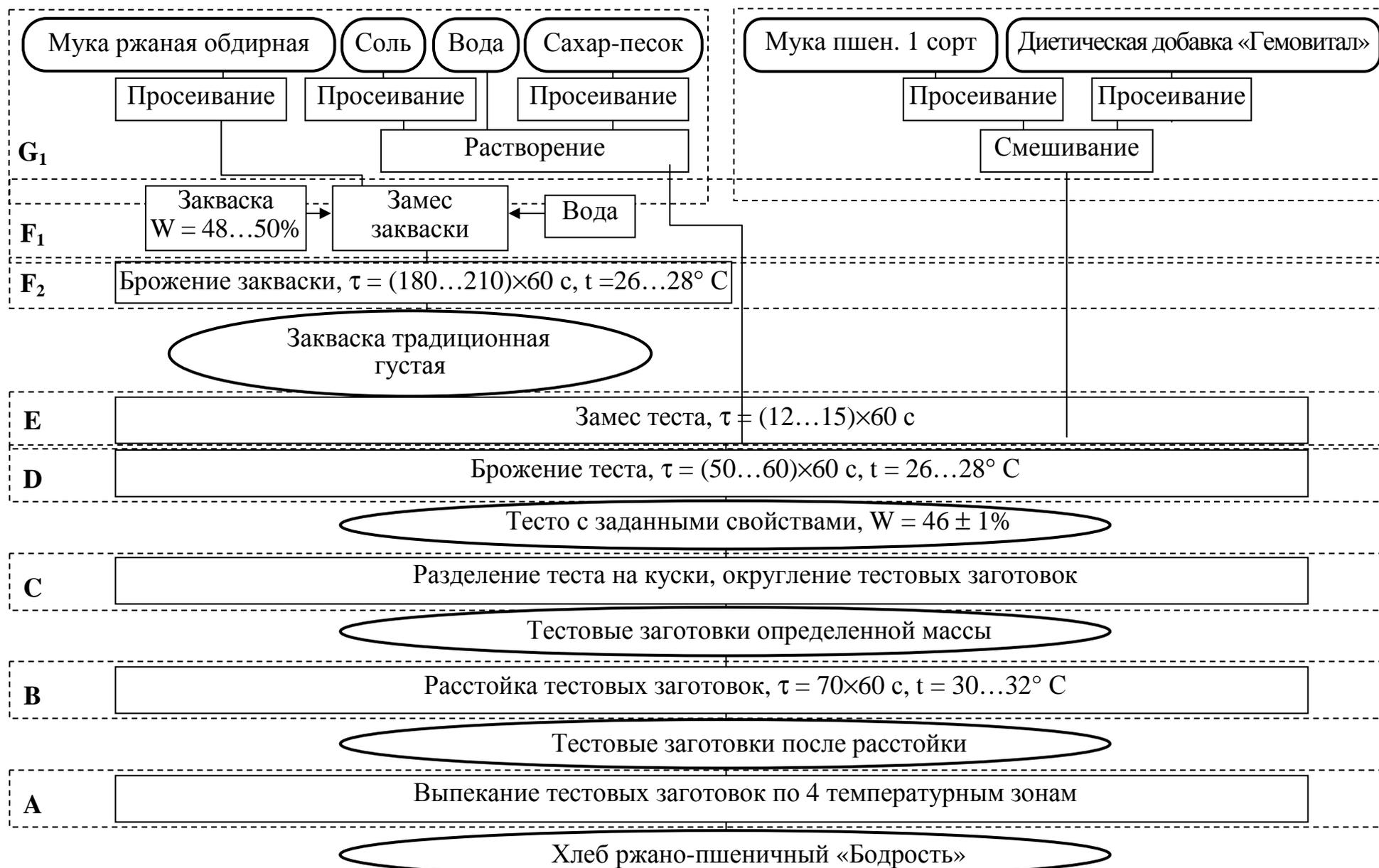


Рисунок 5.5 – Технологическая схема хлеба ржано-пшеничного «Boдрость» антианемической направленности:
 А, В, С, D, E, F₁, F₂, G₁, G₂ – подсистемы технологической схемы производства хлеба «Boдрость»

Для реализации технологического процесса производства хлеба ржано-пшеничного с использованием диетической добавки «Гемовитал» предложено аппаратное оформление стадии дозирования сырья и смешивания добавки с пшеничной мукой, представленное на рис. 5.6.

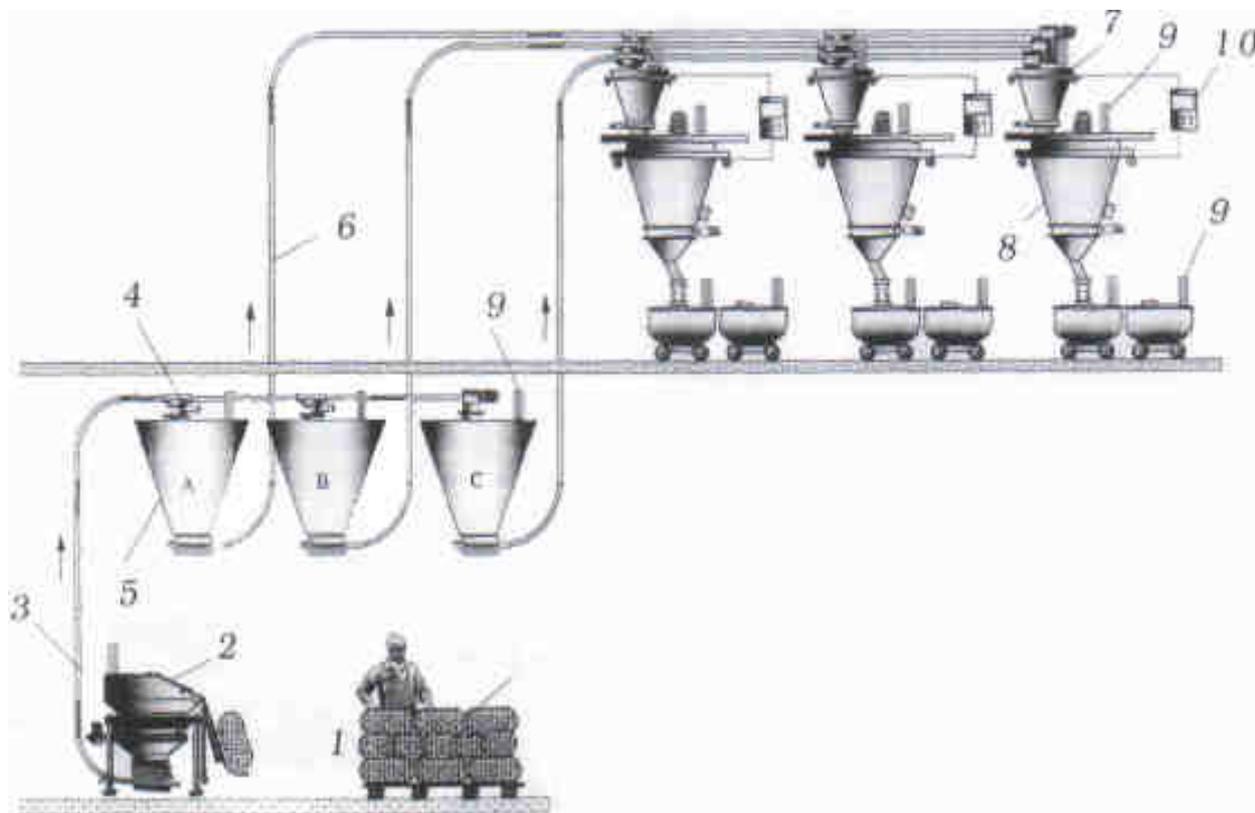


Рисунок 5.6 – Транспортно-дозировочный комплекс автоматизированной подачи: 1 – складирование ингредиентов в таре; 2 – вибропросеиватель-разгрузчик с мешкоподъемником; 3 – устройство для транспортирования ингредиентов; 4 – промежуточное разгрузочное устройство; 5 – бункер-накопитель диетической добавки «Гемовитал»; 6 – устройство для транспортирования ингредиентов; 7 – микродозатор; 8 – дозатор-смеситель; 9 – фильтр; 10 – пульт управления

Технологическая схема хлеба «Бодрость» легко вписывается в работу предприятий хлебопекарной отрасли и может быть реализована без существенных изменений в организации их работы.

5.1.4. Показатели качества и безопасности хлеба «Бодрость» антианемической направленности

Качество хлеба «Бодрость» антианемической направленности оценивали по показателям пищевой, биологической ценности и микробиологической безопасности непосредственно после изготовления и в процессе регламентированных сроков хранения.

В хлебе «Бодрость» изучен химический состав и энергетическая ценность, результаты приведены в табл. 5.9.

Таблица 5.9 – Химический состав и энергетическая ценность хлеба «Бодрость» по сравнению с контролем

Показатель	Хлеб «Изюминка»	Хлеб «Бодрость»
Массовая доля, %:		
влаги	44,0 ± 1,0	45,0 ± 1,0
белка	5,7 ± 0,9	7,8 ± 0,9
жира	0,9 ± 0,8	0,8 ± 0,8
углеводов	45,8 ± 2,0	45,7 ± 2,0
гемового железа, мг/100 г	0	2,75 ± 0,1
Энергетическая ценность, ккал	214	221

Из данных табл. 5.9 видно, что введение добавки «Гемовитал» способствует увеличению количества полноценного белка в 1,4 раза по сравнению с контролем. Количество легкоусвояемого гемового железа повышается в 3 раза по сравнению с традиционными изделиями. Это свидетельствует о преимуществе нового вида ржано-пшеничного хлеба с диетической добавкой «Гемовитал», как продукта антианемической направленности.

Изучена степень усвоения ржано-пшеничного хлеба «Бодрость» в организме человека путем исследования ферментативной атакуемости белков пищеварительными ферментами *in vitro*. Результаты приведены на рис. 5.7.

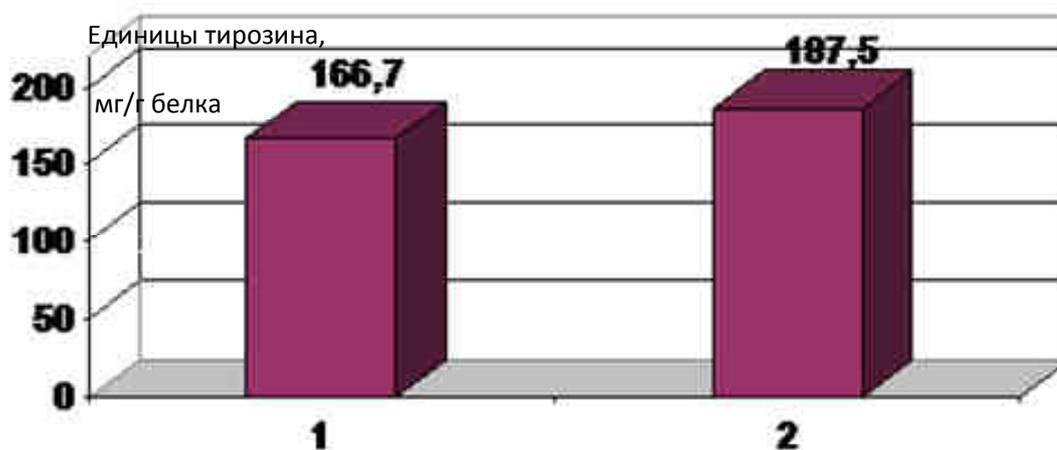


Рисунок 5.7 – Перевариваемость *in vitro* хлеба:

1 – хлеб «Изюминка» (контроль); 2 – хлеб «Бодрость» (опыт)

Из рис. 5.7 видно, что перевариваемость изделий, обогащенных гемовым железом, более высокая, белки контрольного образца хлеба гидролизуются с меньшей скоростью. Это связано с тем, что белок диетической добавки «Гемовитал» является более полноценным и его внесение способствует быстрому перевариванию в организме.

Поскольку диетическая добавка «Гемовитал» содержит гемовое железо в преимущественно двухвалентной форме, а высокая температура (выше 100° С) переводит двухвалентные формы гемового железа в трехвалентную форму, то и при тепловой обработке тестовых заготовок возможно окисление железа в трехвалентную форму, которая хуже усваивается организмом человека и придает изделию более темную окраску. Поэтому изучение влияния температуры при выпечке хлеба на соотношение форм гемоглобина является актуальной задачей.

Тепловая обработка (подсистема С) предполагает выпекание изделий по зонам температурного режима. Методом дифференциальной спектрофотометрии [254] исследована степень стабильности двухвалентного железа в тестовой заготовке во время выпечки в зависимости от температуры. Результаты исследований представлены в табл. 5.10.

Таблица 5.10 – Содержание двухвалентного железа в тестовых заготовках при выпечке и в готовых изделиях

Форма гемоглобина	Тесто с диетической добавкой «Гемовитал» (контроль)	Соотношение форм гемоглобина, %, по зонам выпечки хлеба			
		После 1 зоны 280–290° С	После 2 зоны 260–250° С	После 3 зоны 230–220° С	В готовом продукте
HbO ₂	10 ± 1	10 ± 1	7 ± 1	6 ± 1	0
Hb	40 ± 3	40 ± 2	38 ± 2	36 ± 2	33 ± 3
MtHb	50 ± 3	50 ± 3	55 ± 3	58 ± 3	67 ± 4

Как видно из данных табл. 5.10, при выпечке тестовых заготовок двухвалентное железо частично окисляется в трехвалентную форму по зонам выпекания неравномерно. Однако в готовых изделиях более 1/3 части гемового железа сохраняется в двухвалентной форме, что доказывает эффективность его стабилизации при производстве диетической добавки «Гемовитал».

Кроме того, не смотря на высокие температуры выпечки, температура в центральных слоях не превышает 100° С за счет испарения части влаги при выпечке, поэтому возможным является использование диетической добавки «Гемовитал» в технологии хлеба ржано-пшеничного.

Согласно функциональной схеме (рис. 5.5) товарное оформление изделий (подсистема В) предполагает остывание и упаковку изделий.

Поскольку диетическая добавка «Гемовитал» содержит гидрофильно

активные компоненты (Na-КМЦ, белки), способствующие удерживанию влаги более длительное время, чем изделия, изготовленные по традиционной рецептуре ржано-пшеничного хлеба, усыхание хлеба как технологическая потеря и способность к черствению хлеба уменьшаются.

По технологической схеме производства хлеб после выпекания охлаждали в течение 2 часов и упаковывали в ленту однослойную с флексопечатью на основе полиэтилена.

В рамках подсистемы А «Хранение готовых изделий» (рис. 5.8) для определения качества хлеба «Бодрость» были изучены следующие показатели:

- соотношение форм гемоглобина, что характеризует стабильность гемового железа, а следовательно, и сохранение цвета изделий;
- способность изделий к черствению по показателям сжимаемости, набухаемости мякиша и крошливости, а также сорбционные характеристики.



Рисунок 5.8 – Модель «черный ящик» для процесса хранения хлеба ржано-пшеничного с диетической добавкой «Гемовитал»

Таблица 5.11 – Соотношение форм гемоглобина в образцах хлеба «Бодрость» при хранении

Срок хранения, часов	Соотношение форм гемоглобина, %		
	HbO ₂	Hb	MtHb
0	0	33±3	67±4
24	0	30±3	70±5
36	0	31±3	69±4

Как видно из данных табл. 5.11, соотношение форм гемоглобина в процессе хранения хлеба меняется незначительно, что говорит о стабильности гемовых структур в диетической добавке «Гемовитал» и изделии с ее использованием.

Исследован процесс черствения хлеба «Бодрость» по изменению показателей качества (сжимаемость, набухаемость и крошливость мякиша) – табл. 5.12.

Таблица 5.12 – Показатели качества опытных образцов хлеба при хранении

Показатель	Образец хлеба	
	Изюминка (контроль)	Бодрость
1	2	3
Через 2 часа хранения		
Сжимаемость, ед. пенетрометра	50 ± 1	55 ± 1
Набухаемость мякиша, %	350 ± 1	360 ± 1
Крошливость, %	4,2 ± 0,1	4,2 ± 0,2
Через 12 часов хранения		
Сжимаемость, ед. пенетрометра	40 ± 1	45 ± 1

Продолжение табл. 5.12

1	2	3
Набухаемость мякиша, %	340 ± 1	350 ± 1
Крошливость, %	$9,2 \pm 0,1$	$7,0 \pm 0,2$
Через 24 часа хранения		
Сжимаемость, ед. пенетromетра	32 ± 1	38 ± 1
Набухаемость мякиша, %	300 ± 1	315 ± 1
Крошливость, %	$13,1 \pm 0,1$	$10,0 \pm 0,2$
Через 36 часов хранения		
Сжимаемость, ед. пенетromетра	30 ± 1	35 ± 1
Набухаемость мякиша, %	275 ± 1	300 ± 1
Крошливость, %	$17,9 \pm 0,2$	$12,9 \pm 0,2$

Как видно из данных табл. 5.12, способность к черствению хлеба «Бодрость», обогащенного гемовым железом меньше, чем у хлеба «Исюминка», традиционно выпускаемого предприятиями отрасли.

В процессе изучения показателей качества новых видов хлеба нами были изучены их сорбционные характеристики на протяжении регламентированных сроков хранения, которые позволяют установить условия хранения хлеба и предусмотреть мероприятия для увеличения сроков хранения. Результаты исследования показаны на рис. 5.9.

Анализ представленных кривых показывает, что при относительной влажности воздуха 65, 70, 75% на протяжении от 2 до 24 часов хранения хлеб «Бодрость» теряет влагу медленнее, чем контрольный образец (хлеб «Исюминка»); на участке от 24 до 36 часов происходит более интенсивная потеря влаги образца хлеба «Бодрость».

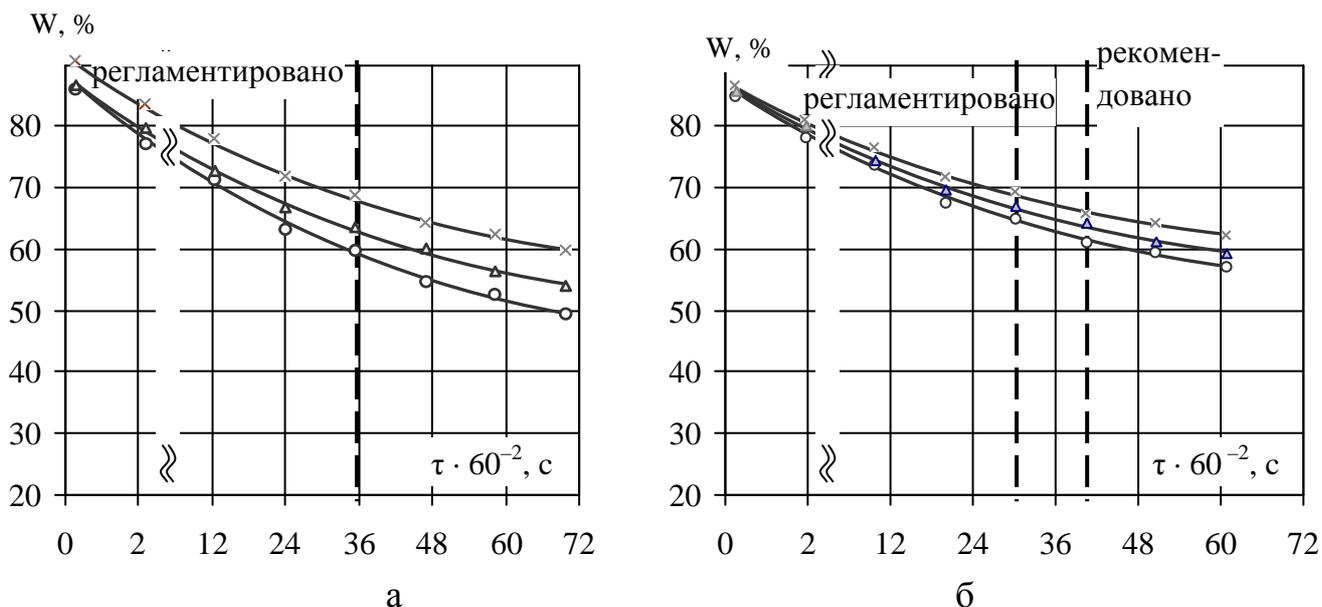


Рисунок 5.9 – Кинетика влагосодержания хлеба: а – «Измюминка» (контроль), б – хлеб «Бодрость» (опытный образец) в процессе хранения: –△– 0,5; –×– 0,7; –○– 0,8

Следует отметить, что в хлебе с диетической добавкой «Гемовитал» черствение происходит медленнее по сравнению с традиционным изделием «Измюминка», что позволяет продлить сроки его хранения на 12 часов.

Это можно объяснить внесением в рецептуру хлеба «Бодрость» диетической добавки «Гемовитал», которая обладает влагосвязывающей и влагоудерживающей способностью.

Рациональными условиями хранения хлеба «Бодрость» является относительная влажность воздуха 70...75% и температура 15...25° С [255].

Таким образом, в новом хлебе «Бодрость» антианемической направленности установлено повышение пищевой и биологической ценности по сравнению с хлебом «Измюминка».

Безопасность хлеба «Бодрость» оценивали по микробиологическим показателям. Результаты исследований приведены в табл. 5.13.

**Таблица 5.13 – Характеристика микробиологических показателей
хлеба «Бодрость»**

Наименование показателя	Норматив	Хлеб «Бодрость»
КМАФАМ, КОЕ/г, не более	1,0×10	0,8×10
БГКП (колиформы)	не допускаются в 1,0 г	не выявлено в 1,0 г
Патогенные микроорганизмы, в том числе бактерии рода <i>Salmonella</i>	не допускаются в 25 г	не выявлено в 25 г
Дрожжи и плесени, КОЕ/г, не более	1,0×10	не обнаружено

Как видно из табл. 5.13, микробиологические показатели хлеба «Бодрость» в течение регламентированных сроков хранения – 36 часов, не отличались от установленных норм, что свидетельствует о его высоких санитарно-микробиологических характеристиках.

Новизна технических решений по способу производства хлеба ржано-пшеничного хлеба подтверждена декларационным патентом на полезную модель.

На хлеб «Бодрость» антианемической направленности с диетической добавкой «Гемовитал» разработана и утверждена в установленном порядке нормативная документация, выпущена опытная партия продукта. Технология хлеба «Бодрость» внедрена в производство на ЗАО «Алексеевский хлебозавод», г. Харьков.

5.2. Разработка рецептуры и технологии сухариков ржано-пшеничных антианемической направленности

Среди хлебобулочных изделий можно выделить группу с пониженной влажностью и предназначенных для длительного хранения – сухари простые или армейские, в частности, из хлеба ржано-пшеничного. Данная группа хлебной продукции пользуется популярностью у молодежи, используется в рационе питания военнослужащих, диетическом и геродиетическом питании, а также рекомендуется в экспедициях различной длительности, а также в повседневных рационах различных возрастных групп населения, в том числе для обеспечения реабилитации организма, функционирующего при неблагоприятных факторах жизнедеятельности.

Поэтому придание хлебу для сухарей антианемических свойств является актуальным и целесообразным.

Для определения рациональной массовой доли диетической добавки «Гемовитал» в сухариках проведено исследование органолептических и физико-химических показателей качества готовой продукции. В рецептуру хлеба для сухариков вводили «Гемовитал» в долях 6, 7, 8, 9% к массе муки, что обеспечит 50..70% суточной дозы гемового железа для организма человека. «Гемовитал» вводили на этапе замеса теста.

Выбранные массовые доли добавки обусловлены органолептическими характеристиками сухариков из смеси ржаной и пшеничной муки, в частности, более темным цветом в отличие от цвета мякиша хлеба, а также использованием ароматизаторов, придающим ярко выраженный аромат изделиям.

Горизонтальная декомпозиция технологического процесса изготовления сухариков с диетической добавкой «Гемовитал» показана на рис. 5.10.

Структура технологической системы и цель функционирования ее составляющих показана в табл. 5.14.

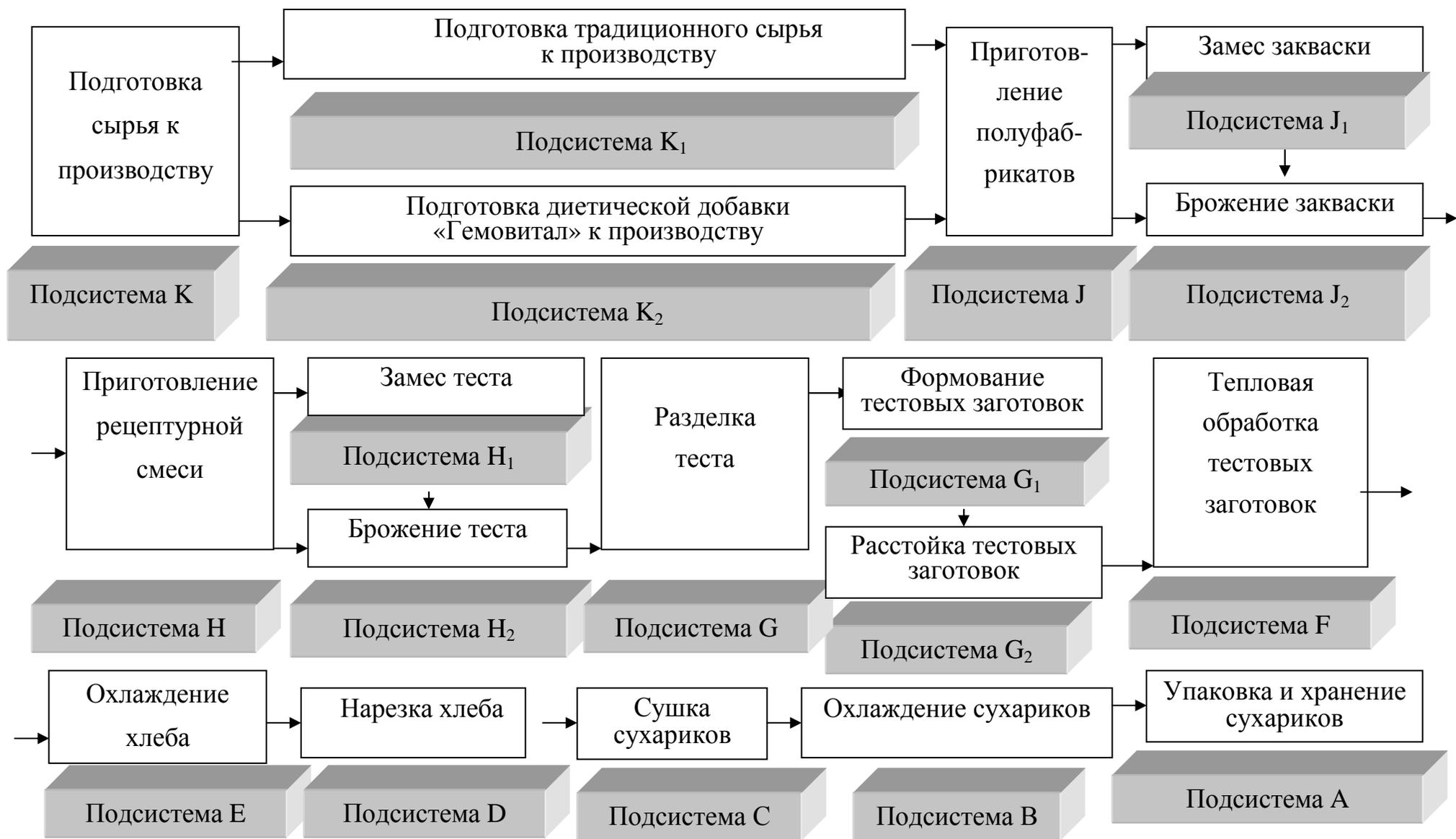


Рисунок 5.10 – Горизонтальная декомпозиция технологии сухариков ржано-пшеничных с диетической добавкой «Гемовитал»

Таблица 5.14 – Структура технологической системы изготовления сухариков ржано-пшеничных «Жизнедар» с диетической добавкой «Гемовитал» и цели функционирования ее составляющих

Подсистема	Название подсистемы	Цель функционирования подсистемы
1	2	3
A	Упаковка и хранение сухариков	Упаковка изделий, позволяющая сохранить качество изделий в установленные сроки хранения. Получение изделий с заданными органолептическими и физико-химическими показателями качества, пищевой и биологической ценностью, показателями безопасности, в том числе и в установленные сроки хранения
B	Охлаждение сухариков	Получение заданной температуры сухарных изделий перед упаковкой для предотвращения микробиологической порчи
C	Сушка сухариков	Доведение продукции до заданной влажности (11%), как продукта длительного хранения
D	Нарезка хлеба	Формование кусков хлеба для дальнейшего высушивания сухарей
E	Охлаждение хлеба	Получение заданной температуры хлеба перед нарезкой для предотвращения заминания мякиша
F	Тепловая обработка тестовых заготовок	Превращение тестовой заготовки в хлеб
G	Разделка теста	Изготовление тестовых заготовок определенной массы и формы, а также разрыхленности перед посадкой в печь
G₁	Формование тестовых заготовок	Формирование определенных структурно-механических свойств тестовых заготовок во время механической обработки теста при разделении его на куски заданной массы и придания формы

Продолжение табл. 5.14

1	2	3
G₂	Расстойка тестовых заготовок	Увеличение объема, разрыхление тестовой заготовки, улучшение ее структуры
H	Приготовление рецептурной смеси	Приведение теста в состояние, оптимальное для дальнейшей операции разделки с точки зрения его реологических и органолептических свойств
H₁	Замес теста	Образование мучной массы со специфическими физическими свойствами
H₂	Брожение теста	Приобретение определенных структурно-механических свойств, развитие бродильной микрофлоры и накопление веществ, принимающих участие в формировании вкуса и аромата готовых изделий, что способствует формированию необходимых органолептических, реологических свойств теста, необходимых для формирования тестовых заготовок
J	Приготовление полуфабрикатов	Активизация бродильной микрофлоры, ферментативных процессов, взаимодействие полимеров муки с водой
J₁	Замес закваски	Образование мучной массы со специфическими физическими свойствами
J₂	Брожение закваски	Создание высокой кислотности теста с целью снижения активности ферментов, углубления процессов набухания биополимеров муки
K	Подготовка сырья к производству	Подготовка рецептурных ингредиентов для получения полуфабрикатов, рецептурной смеси, обеспечивающих формирование необходимых органолептических, физико-химических, структурно-механических свойств и показателей безопасности готового продукта

Продолжение табл. 5.14

1	2	3
К₁	Подготовка традиционного сырья к производству	Получение традиционных ингредиентов рецептуры, способных формировать определенные показатели качества полуфабрикатов и рецептурной смеси
К₂	Подготовка диетической добавки «Гемовитал» к производству	Смешивание диетической добавки «Гемовитал» с пшеничной мукой с целью равномерного распределения порошкообразной добавки по всему объему теста

Тесто для сухариков готовили по рецептуре хлеба «Особенного» (табл. 5.15). Данный вид хлеба характеризуется равномерным мелкопористым мякишем, предотвращающим заминание мякиша при нарезке хлеба для сухариков и необходимым для формирования структуры сухариков.

Таблица 5.15 – Рецептуры хлеба для сухариков с диетической добавкой «Гемовитал»

Наименование сырья	Затраты сырья, кг				
	Хлеба ржано-пшеничный с диетической добавкой «Гемовитал», %				
	0% – контроль	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6
Мука ржанная обдирная	70,0	70,0	70,0	70,0	70,0
Мука пшеничная высшего сорта	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0

Продолжение табл. 5.15

1	2	3	4	5	6
Дрожжи прессованные	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Соль пищевая	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Диетическая добавка «Гемовитал»	0,0	6,0	7,0	8,0	9,0
Всего	102,5	108,5	109,5	110,5	111,5

Технология сухариков ржано-пшеничных предполагает созревание теста на густой закваске, формование хлеба или сухарных плит, выпекание тестовых заготовок, выдерживание хлеба в течение 4...48 часов, нарезку сухариков, сушку сухариков при температуре 110° С 0,5...1 часов, обработку ароматизаторами, охлаждение, упаковку.

Опытные образцы сухарных изделий были оценены по органолептическим показателям качества. Данные по 50-бальной оценке различных образцов сухариков приведены на рис. 5.11.

Как видно из рис. 5.11, высокую дегустационную оценку получили образцы с 6 и 7% «Гемовитал» к массе муки. Остальные образцы получили более низкую оценку из-за явно выраженного, несвойственного изделиям данной группы тёмно-коричневого цвета, и послевкусия во рту после разжёвывания.

Показатель намокаемости сухарей определяли как отрезок времени набухания изделий в воде при комнатной температуре, необходимый для достижения удовлетворительного разжевывания (по органолептике) (рис. 5.12).

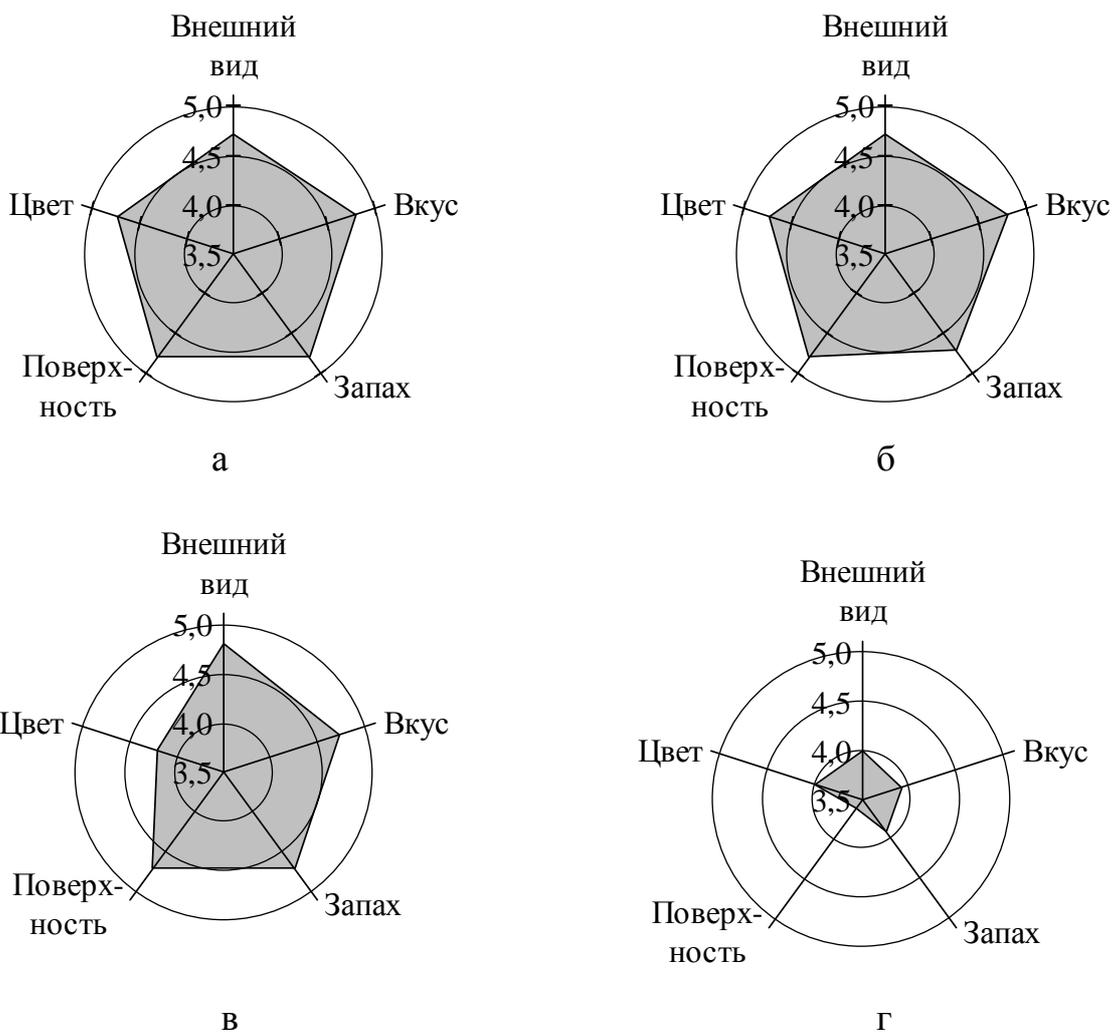


Рисунок 5.11 – Уровни качества органолептических свойств сухарей из хлеба ржано-пшеничного с разной массовой долей диетической добавки «Гемовитал»:
а – 6%; б – 7%; в – 8%, г – 9% к массе муки

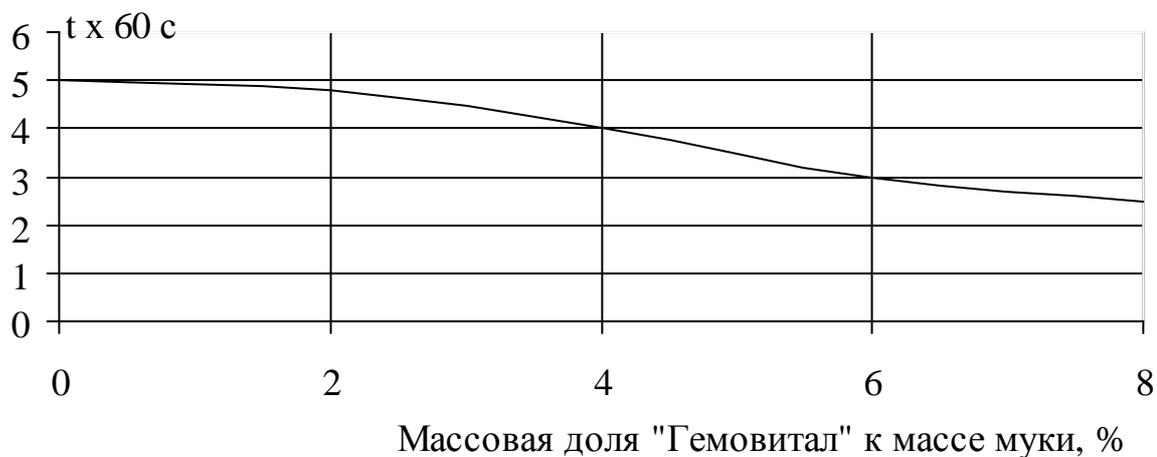


Рисунок 5.12 – Намокаемость сухариков в зависимости от массовой доли диетической добавки «Гемовитал» к массе муки

Как видно из рис. 5.12, намокаемость образцов сухарей с добавлением «Гемовитал» выше контроля. Такое влияние добавки можно объяснить тем, что использование диетической добавки «Гемовитал» приводит к увеличению скорости связывания воды.

Таким образом, на основе проведенных исследований рациональной можно считать массовую долю диетической добавки «Гемовитал» 7% к массе муки, при которой достигаются необходимые физико-химические и органолептические показатели качества изделий.

Кислотность и влажность готовых изделий соответствовала требованиям стандарта для данной продукции и составила 7,5 град. Неймана и 10% соответственно.

Следует отметить, что хлеб для сухариков с содержанием 7% «Гемовитал» к массе муки имел влажность 45%. Определялись свойства охлаждённого хлеба по отношению к нарезанию кусочков толщиной 16 мм. Установлено, что исследуемые образцы нарезаются без деформации, поры не смазываются, хлеб не крошливый.

Было изучено соотношение форм гемоглобина в сухариках, как показателя стабильности двухвалентного гемового железа (табл. 5.17).

Таблица 5.17 – Соотношение форм гемоглобина, в %, в сухариках ржано-пшеничных «Жизнедар»

Образец	Форма гемоглобина Fe ²⁺		Форма гемоглобина Fe ³⁺
	HbO ₂	Hb	MtHb
Диетическая добавка «Гемовитал»	10 ± 1	40 ± 3	50 ± 3
Сухарики «Жизнедар» с 7% «Гемовитал»	0	32 ± 2	68 ± 3

Как видно из данных табл. 5.17, технологические факторы и компоненты рецептуры не оказывают существенного влияния на соотношение двух- и трехвалентного гемового железа в сухарях что позволяет вводить диетическую добавку в данную группу изделий с целью обогащения их стабилизированным гемовым железом и придания антианемических свойств.

Образцы сухариков в герметической упаковке на протяжении 6 месяцев хранения не проявляли существенных изменений по органолептическим показателям и физико-химическим показателям.

Предложена технологическая схема производства сухариков, являющаяся традиционной, за исключением операции смешивания пшеничной муки с диетической добавкой «Гемовитал» [256].

На сухарики с диетической добавкой «Гемовитал» разработана нормативная документация. В производственных условиях ООО «Каракум» выпущена опытная партия продукта.

5.3. Разработка рецептуры и технологии кондитерских пряничных изделий антианемической направленности

С целью расширения ассортимента мучных кондитерских изделий антианемической направленности проведен комплекс исследований по разработке рецептуры и технологии пряников заварных из смеси муки пшеничной и ржаной при использовании диетической добавки «Гемовитал». В качестве базовой, для разработки новых видов пряников, выбрана рецептура пряников заварных «Ленинградских» с какао-порошком [257] (табл. 5.18).

Массовая доля внесения диетической добавки «Гемовитал» в пряники как и в хлеб, ограничена ее влиянием на органолептические свойства, в частности, на цвет. В связи с этим взята рецептура изделий с какао-порошком для его частичной замены на данную добавку. Для разработки системы с необходимыми показателями качества были выбраны массовые доли добавки «Гемовитал» – 2, 3 и 4% от массы рецептурной смеси.

Таблица 5.18 – Сводная рецептура пряников «Ленинградских»

Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Затраты сырья на п/ф на 1 т готовой продукции (без материалов для упаковки), кг	
		в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная 1 сорта	85,50	413,36	353,42
Мука ржаная сеяная	85,50	95,71	81,83
Сахар-песок	99,85	230,89	230,54
Мед натуральный	78,00	221,95	173,12
Маргарин	84,00	56,00	47,04
Меланж	27,00	11,70	3,16
Масло подсолнечное	100,00	6,12	6,12
Сода пищевая	85,00	1,54	0,77
Углеаммонийная соль	–	7,28	–
Какао-порошок	95,00	11,19	10,63
Корица	100,00	3,05	3,05
Жженка	78,00	10,18	7,94
Всего	–	1068,97	917,62
Выход	88,0	1000,00	880,00
Влажность 12,0 ± 2,2%			

С целью обоснования рациональной массовой доли диетической добавки в пряниках были оценены их органолептические свойства при использовании данных табл. 5.19.

Результаты органолептической оценки качества пряников показаны на рис. 5.13. Как видно из рис. 5.13, лучшими по органолептическим показателям качества определены изделия с 3% диетической добавки «Гемовитал» к массе рецептурной смеси. Использование более высоких массовых долей добавки приводит к появлению посторонних привкуса и запаха, а также нежелательному затеменению изделий на изломе.

Таблица 5.19 – Расчет общей органолептической оценки пряников «Бодрость»

Показатель качества	Коэффициент важности	Уровень качества, балл					Произведение баллов				
		5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вкус	0,25	Приятный, выраженный, свойственный рецептурным компонентам	Свойственный рецептурным компонентам	Свойственный рецептурным компонентам, с едва уловимым посторонним привкусом	Наличие постороннего привкуса добавки из крови	Не свойственный данному виду изделий, выражен привкус добавки из крови	1,25	1,0	0,75	0,5	0,25
Запах	0,1	Приятный, свойственный данному виду изделия, без посторонних ярко выраженных запахов	Свойственный данному виду изделия, без посторонних ярко выраженных запахов	Свойственный данному виду изделия, с наличием легкого постороннего запаха	Выраженный посторонний запах	Запах, не свойственный данному виду изделия	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

Продолжение табл. 5.19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Цвет	0,2	Коричневый, шоколадный, равномерный по всему изделию	Коричневый, равномерный по всему изделию	Коричневый, неравномерный	Темно-коричневый равномерный	Темно-коричневый, неравномерный	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
Вид на изломе	0,1	Структура с мелкими равномерно распределенными порами, коричневого цвета, без посторонних включений	Структура с мелкими порами неравномерно распределенными, коричневого цвета, без посторонних включений	Структура со сравнительно крупными порами, равномерно распределенными, коричневого цвета, с наличием некоторого количества частичек добавки	Структура с крупными порами, равномерно распределенными, темно-коричневого цвета, с наличием включений частичек добавки	Структура с крупными порами, неравномерно распределенными, темно-коричневого цвета, видны включения частичек добавки	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

Продолжение табл. 5.19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Форма	0,1	Правильная, с выпуклой глазированной поверхностью	Правильная, с несколько выпуклой поверхностью	Правильная, с несколько плоской поверхностью	Правильная, с плоской поверхностью	Неправильная, с плоской поверхностью	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Поверхность	0,1	Гладкая, нелипкая глянцевая, глазированная, без трещин	Ровная, глазированная, без трещин	Шероховатая, глазировка неравномерная	С трещинами, глазировка не удерживается	Рваная, глазировка не удерживается	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Консистенция	0,15	Мелкопористая, эластичная, нежная	Пористая, несколько эластичная	Пористость неравномерная, структура удовлетворительная	Пористость неравномерная, структура крошащаяся или несколько заминающаяся	Крупнопористая, слишком крошащаяся или заминающаяся	0,75	0,6	0,45	0,3	0,15
Баллы	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1

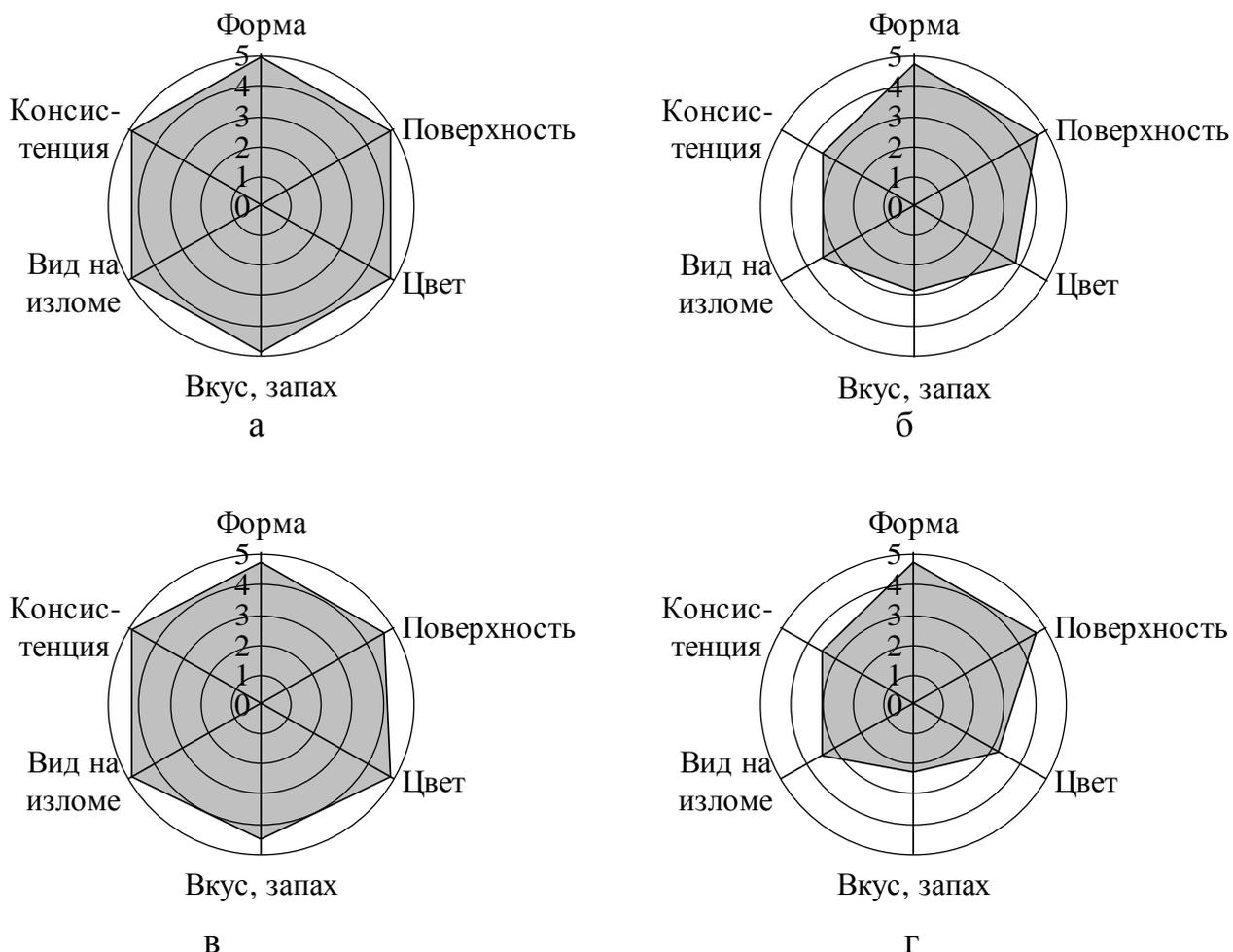


Рисунок 5.13 – Уровни качества органолептических свойств пряников заварных с разной массовой долей диетической добавки «Гемовитал» к массе рецептурной смеси: а – 6%; б – 7%; в – 8%, г – 9%

По результатам исследований предложена сводная рецептура пряников с диетической добавкой «Гемовитал» (табл. 5.20) и горизонтальная декомпозиция технологического процесса изготовления пряников «Бодрость» антианемической направленности (рис. 5.14).

На основании результатов проведенных исследований разработана функциональная схема технологического процесса производства пряников «Бодрость» (рис. 5.15) [258].

Согласно данной схеме, подготавливается сырье и полуфабрикаты к производству, при этом мука пшеничная предварительно смешивается с диетической добавкой «Гемовитал».

Таблица 5.20 – Сводная рецептура пряников с диетической добавкой «Гемовитал»

Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Затраты сырья на п/ф на 1 т готовой продукции (без материалов для упаковки), кг	
		В натуре	В сухих веществах
Мука пшеничная 1 сорта	85,50	413,36	353,42
Мука ржаная сеяная	85,50	95,71	81,83
Сахар-песок	99,85	205,81	205,50
Мед натуральный	78,00	221,95	173,12
Маргарин	84,00	56,00	47,04
Меланж	27,00	11,70	3,16
Масло подсолнечное	100,00	6,12	6,12
Сода пищевая	85,00	1,54	1,31
Углеаммонийная соль	–	7,28	–
Какао-порошок	95,00	4,20	3,99
Корица	100,00	3,05	3,05
Жженка	78,00	10,18	7,94
Диетическая добавка «Гемовитал»	95,00	32,07	30,47
Всего	–	1068,97	916,95
Выход	88,00	1000,00	880,00
Влажность 12,0 ± 2,5%			



Рисунок 5.14 – Горизонтальная декомпозиция технологического процесса изготовления пряников заварных с диетической добавкой «Гемовитал»

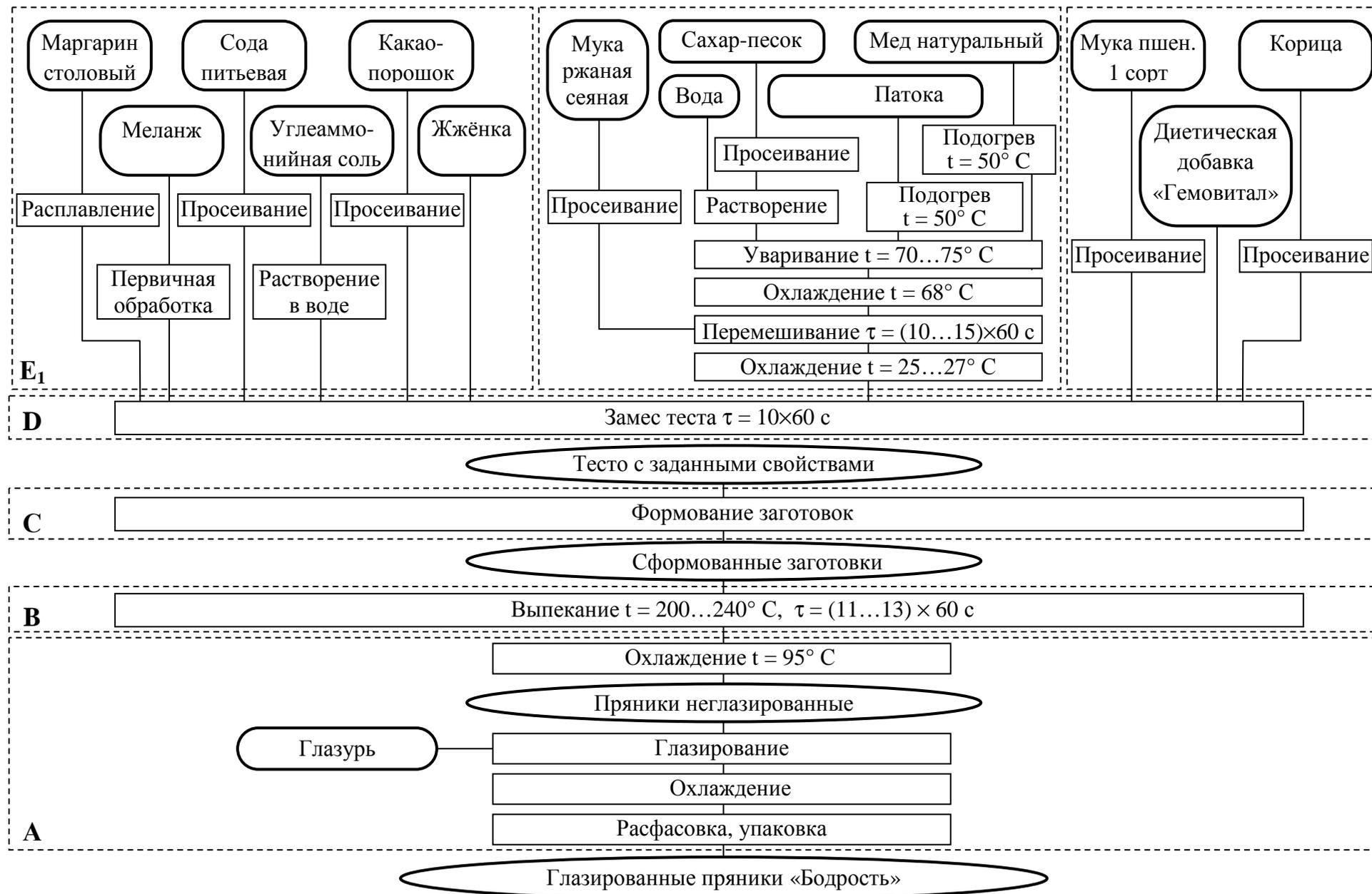


Рисунок 5.15 – Технологическая схема пряников «Бодрость» антианемической направленности: А, В, С, D, E₁, E₂, E₃ – подсистемы технологической схемы производства пряников «Бодрость»

Процесс приготовления рецептурной смеси для заварных пряников осуществляется следующим образом.

Ржаная мука заваривается, полученная заварка охлаждается. Далее осуществляется замес теста из заварки, подготовленных сыпучих компонентов, жиров, разрыхлителей.

Готовое тесто формуют при помощи металлических форм.

Выпечка изделий осуществляется в течение $(11...13) \times 60$ с при температуре $200...240^{\circ}\text{C}$. После выпечки пряники охлаждают, глазируют и хранят в течение 30 суток. На продукт был получен патент.

Как видно из схемы, отличительной особенностью технологического процесса приготовления пряников «Бодрость» является смешивание диетической добавки «Гемовитал» с мукой на стадии замеса теста.

Изучен химический состав и энергетическая ценность пряников «Бодрость», данные представлены в табл. 5.21.

Таблица 5.21 – Химический состав и энергетическая ценность опытных образцов пряников

Образец	Влаго- содержание, %	Химический состав, г на 100 г продукта			Гемовое железо, мг/100 г продук- та	Энерге- тичес- кая цен- ность, ккал
		Белки	Жиры	Углеводы		
Пряники «Лениград- ские»	$12,0 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,5$	$6,0 \pm 0,1$	$76,7 \pm 2,0$	–	380
Пряники «Бодрость»	$12,1 \pm 0,2$	$6,7 \pm 0,5$	$6,1 \pm 0,1$	$73,3 \pm 2,0$	$2,0 \pm 0,4$	375

Из данных табл. 5.21 видно, что количество белка превышает в 1,4 раза в опытном образце по сравнению с традиционным изделием, а содержание гемового железа составляет 2,0 мг/100 г продукта.

Так как технология приготовления пряников предусматривает выпечку изделий при температуре 200...240° С в течение (11...13)×60 с, что может повлиять на сохранность гемового железа, были изучены формы гемоглобина, содержащие двух- и трехвалентное железо. Результаты приведены в табл. 5.22.

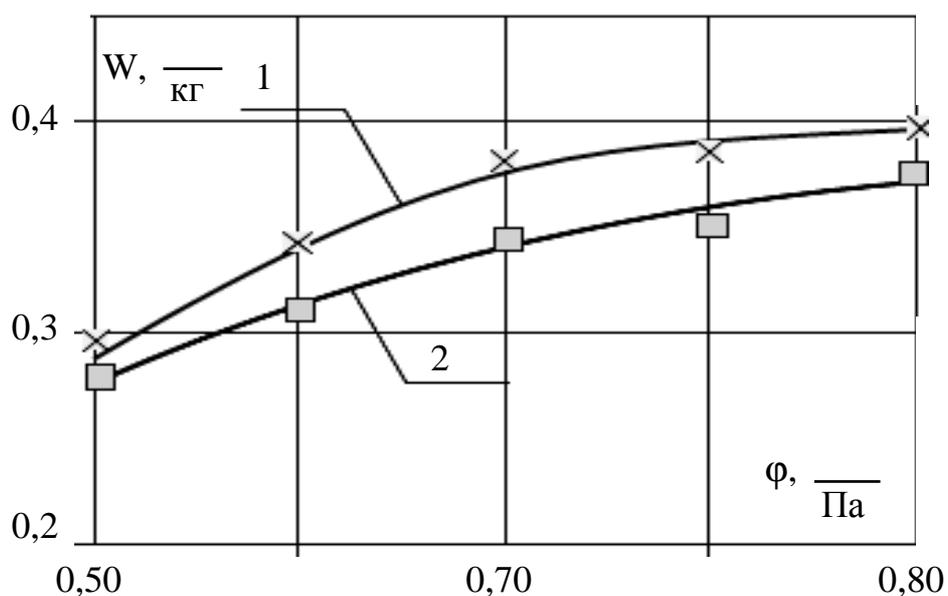
Таблица 5.22 – Соотношения форм гемоглобина в пряниках «Бодрость» в сравнении с диетической добавкой «Гемовитал»

Образец	Форма гемоглобина, %		
	HbO ₂	Hb	MtHb
	Fe ²⁺		Fe ³⁺
Диетическая добавка «Гемовитал»	10±1	40±3	50±3
Пряники «Бодрость»	0	40±3	60±4

Как видно из данных табл. 5.22, соотношение форм гемоглобина в ходе технологического процесса изготовления пряников заварных изменяется незначительно, что свидетельствует о стабильности двухвалентного железа в данной системе и возможности обогащения пряников гемовым железом.

Способность к черствению пряников «Бодрость» в процессе хранения исследована тензометрическим методом.

Изделия хранили в течение регламентированных сроков – 30 суток при температуре 18±5° С. Сорбционные характеристики пряников «Бодрость» и «Ленинградских», приготовленных по традиционной рецептуре, приведены на рис. 5.16.



**Рисунок 5.16 – Изотермы сорбции пряников при температуре 20° С:
1 – «Бодрость»; 2 – «Ленинградских»**

Анализ изотерм сорбции пряников «Бодрость» и «Ленинградских» (рис. 5.16) показывает, что введение добавки «Гемовитал» способствует удержанию в продукте связанной воды, то есть при ϕ 0,7 (70% относительной влажности воздуха в помещении) количество связанной воды в пряниках «Бодрость» составляет 39%, а в пряниках «Ленинградских» – 33%, что способствует некоторому удлинению срока свежести изделий с диетической добавкой «Гемовитал».

На пряники «Бодрость» разработана нормативная документация. В производственных условиях ООО «Каракум» выпущена опытная партия продукта.

РАЗДЕЛ 6

ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ АНТИАНЕМИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Современная система хозяйствования обуславливает изменение форм и методов управления экономикой предприятия. Вместе с политикой оптимизации текущих расходов одним из направлений повышения эффективности функционирования хозяйствующих субъектов и укрепления их конкурентных позиций на рынке является расширение ассортимента продукции за счёт вывода на рынок новых видов продукции, а также продукции с улучшенными потребительскими свойствами.

Современным и перспективным направлением развития отечественной пищевой индустрии признано производство физиологических продуктов питания и добавок. Физиологический продукт питания благодаря специфичности состава и технологии производства значительно отличается от традиционного продукта своими дополнительными пищевыми и лечебно-профилактическими свойствами. Гармоничное сочетание высоких вкусовых качеств, пищевой ценности и профилактического действия обеспечивают рост спроса на функциональные продукты на отечественном потребительском рынке, а их производство и реализация в рамках отдельного субъекта хозяйствования становится одним из факторов сохранения и усиления его конкурентных позиций на рынке в современных экономических условиях.

Использование в пищевом производстве разработанной диетической добавки «Гемовитал», содержащей гемовое железо в легкоусвояемой двухвалентной форме, позволило разработать продукцию, отличающуюся от аналогичной, по показателям потребительской ценности и содержанию гемового железа. Для внедрения в предприятиях пищевой промышленности разработаны хлеб «Бодрость», пряники «Бодрость», сухарики «Жизнедар». Для предприятий ресторанного хозяйства разработан десерт «Золушка», котлеты

«Здоровье». Соответствие лечебно-профилактических свойств новых продуктов современным требованиям потребителей, предъявляемым к функциональным продуктам, подтверждены результатами клинических исследований.

Целесообразность внедрения в производство новых видов продукции противоанемической направленности определяется не только их социальной значимостью и ролью в решении проблемы железодефицита в организме человека, но и высоким уровнем конкурентоспособности самой предлагаемой продукции и возможностью для предприятия – производителя получить дополнительный экономический эффект при условии внедрения данной продукции в производство.

Внедрение в производство продукции с использованием разработанной диетической добавки «Гемовитал» является целесообразным, так как полностью отвечает современным требованиям населения к предприятиям пищевой промышленности и ресторанного бизнеса в части расширения их ассортимента за счёт функциональных продуктов, продуктов имеющих более высокую потребительскую ценность, обладающими высокими качественными характеристиками [259].

С целью углублённого исследования и чёткой идентификации проблемы целесообразности изменения рецептур путём замены части сырьевых компонентов продукта на диетическую добавку «Гемовитал» использована методика оценки конкурентоспособности продукции [260]. Оценка качества продукции, обогащённой гемовым железом, произведена путём сопоставления параметров анализируемой продукции с параметрами контроля. Для обоснования и ранжирования показателей качества продукции использован метод экспертных оценок.

В литературе отсутствует единая позиция относительно необходимого количества экспертов. Руководствуясь рекомендациями, представленными в работе Е.С. Вентцель, количество экспертов (m) определено на основании следующей зависимости [261]:

$$m = \frac{t_{\alpha}^2}{\varepsilon^2} . \quad (6.1)$$

При условии, что (α) принято на уровне 95,0%, а $\varepsilon - 0,5$, табличное значение t_{α}^2 составит 1,96, а необходимое количество экспертов – 15 чел. Таким образом определено, что для оценки значимости отдельных составляющих оценки качества новой продукции в сравнении с аналогичной с надёжностью 95,0% и относительной ошибкой 0,5, достаточно опросить 15 экспертов.

Учитывая особенности разработанной продукции, а также то, что наиболее надёжные результаты даёт процедура экспертной оценки при числе составляющих менее десяти ($n < 10$), для сравнительной оценки преимуществ новой продукции в сравнении с базовой использованы следующие направления оценки функциональности характеристик качества продукции – дегустационная оценка, пищевая ценность, биологическая ценность. Характеристика составляющих оценки представлена в табл. 6.1.

Таблица 6.1 – Характеристика составляющих оценки качества новой продукции в сравнении с базовой

Код составляющей	Наименование направления	Характеристика
1	Дегустационная оценка	Внешний вид, вкус, запах, цвет, консистенция
2	Пищевая ценность	Содержание белка
3	Биологическая ценность	Содержание гемового железа

Для количественной оценки весомости отдельных составляющих использована зависимость:

$$\beta_i = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij}}, \quad (6.2)$$

где β_i – значимость i -го направления оценки;

x_{ij} – количество баллов j -го эксперта i -му направлению оценки.

Ранжирование составляющих оценки осуществлено по шкале от 1 до 3. Общий подход к оценке – «наиболее значимая составляющая – максимальный балл».

Результаты опроса экспертов и его статистические характеристики представлены в табл. 6.2.

Согласованность мнений экспертов оценена с помощью коэффициента конкордации W , который является общим коэффициентом корреляции рангов для группы из m экспертов и n предложенных направлений оценки. В основе расчёта следующие условия:

1) в случае если отсутствуют связанные ранги, присвоенные одним экспертом:

$$W = \frac{12 \times S}{m^2 \times (n^3 - n)}, \quad (6.3)$$

где S – сумма квадратов разностей рангов, рассчитанная как

$$S = \sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^m x_{ij} - \frac{1}{2} m \times (n + 1) \right\}^2; \quad (6.4)$$

2) в случаях, когда эксперт присваивает одинаковые ранги нескольким направлениям:

$$W = \frac{12 \times S}{m^2 \times (n^3 - n) - m \times \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (6.5)$$

где $T_j = \frac{1}{12} \times \sum_{t_j} (t_j^3 - t_j)$, а t_j – число одинаковых рангов в j -му ряду.

Принимая значения в области от 0 до 1, коэффициент конкордации имеет следующую интерпретацию: а) «0» – связь между полученными оценками отсутствует; б) «1» – все эксперты дали одинаковые оценки.

Результаты расчёта коэффициента конкордации для выделенных направлений представлены в табл. 6.2 и свидетельствует о достаточной согласованности позиций экспертов относительно значимости составляющих оценки преимуществ разработанной продукции в сравнении с базовой.

Для подтверждения надёжности полученных результатов осуществлена оценка значимости коэффициента конкордации (χ^2) по критерию Пирсона:

$$\chi_{\text{факт}}^2 = \frac{12 \times S}{m \times n \times (n + 1) - \frac{1}{n - 1} \sum_{j=1}^m T_j}. \quad (6.6)$$

Сравнение фактического значения χ^2 с табличным при значимости 0,05 (табл. 6.2, 6.3) подтверждает неслучайность и достаточную согласованность мнений экспертов.

Таблица 6.2 – Результаты экспертного опроса и его статистические характеристики

Код составляющей	Результаты опроса экспертов															Результаты обработки данных опроса (стандартизованные ранги)						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	2	3	1	1	2	2	1	3	2	3	1	2	1	1,0	1,0	2,0	3,0	1,0	1,0	2,0
2	3	2	1	1	2	3	1	1	2	1	1	1	2	1	2	3,0	2,0	1,0	1,0	2,0	3,0	1,0
3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2,0	3,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0
Сумма																6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0

Таблица 6.3 – Результаты экспертного опроса и его статистические характеристики

Код составляющей	Результаты обработки данных опроса (стандартизованные ранги)								Сумма	Коэффициент весомости	S	Коэффициент конкордации, W	$X^2_{факт}$	$X^2_{табл}$
	8	9	10	11	12	13	14	15						
1	2,0	1,0	3,0	2,0	3,0	1,0	2,0	1,0	26,0	0,289	1156			
2	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	2,0	24,0	0,267	1296			
3	3,0	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0	3,0	3,0	40,0	0,444	400			
Сумма	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	90,0	1,000	2852	0,87	78,42	12,59

Полученные коэффициенты весомости отдельных показателей качества использованы для сравнения конкурентоспособности новой продукции по сравнению с аналогичной базовой продукцией.

Исходная информация для сравнения функциональных характеристик по всем разработанным продуктам представлены в табл. 6.4–6.7.

**Таблица 6.4 – Показатели качества хлеба «Бодрость»
в сравнении с контролем**

Показатель	Ед. изм.	Хлеб «Изюминка»	Хлеб «Бодрость» с заменой 5,0% муки
Дегустационная оценка	балл	4,6	4,4
Белок	%	6,4	7,8
Гемовое железо	мг/100 г	0	2,75

**Таблица 6.5 – Показатели качества пряников «Бодрость»
в сравнении с контролем**

Показатель	Ед. изм.	Пряники «Ленинградские»	Пряники «Бодрость»
Дегустационная оценка	балл	4,9	4,8
Белок	%	4,8	6,7
Гемовое железо	мг/100 г	-	2,0

**Таблица 6.6 – Показатели качества котлет «Здоровье»
в сравнении с контролем**

Показатель	Ед. изм.	Котлеты, изготовленные по традиционной технологии	Котлеты «Здоровье»
Дегустационная оценка	балл	4,6	5,0
Белок	%	15,7	18,0
Гемовое железо	мг/100 г	1,3	4,4

**Таблица 6.7 – Показатели качества десерта «Золушка»
в сравнении с контролем**

Показатель	Ед. изм.	Десерт «Фантазия»	Десерт «Золушка»
Дегустационная оценка	балл	4,76	4,68
Белок	%	10,8	12,7
Гемовое железо	мг/100 г	–	1,5

Существенным при построении интегрального показателя качества является способ стандартизации используемых показателей. Несмотря на то, что способ стандартизации выбирается в зависимости от содержания исследования, все они базируются на сравнении эмпирических значений показателя с определённой величиной. Такой величиной может быть максимальное, минимальное, среднее или эталонное значение показателя [260]. В данном случае в качестве базы сравнения использовались параметры контрольного продукта – аналога. Для создания матрицы стандартизованных коэффициентов использована следующая зависимость:

$$Z_{ik} = \frac{x_{ik}}{x_{ib}}, \quad (6.7)$$

где Z_{ik} – значение стандартизованного коэффициента по i -му направлению оценки качества k -го продукта;

x_{ik} – значение i -го параметра k -го продукта;

x_{ib} – значение i -го параметра контрольного продукта.

Учитывая значимость коэффициентов весомости интегральный показатель ценности продукции с учётом её качественных характеристик представлен в виде суммы стандартизованных коэффициентов:

$$R_k = \sum_{i=1}^n Z_{ik} \times \beta_i, \quad (6.8)$$

где R_k – интегральный показатель качества k -го продукта по направлениям оценки;

n – количество показателей оценки.

Результаты расчёта стандартизованных коэффициентов и интегральных показателей качества представлены в табл. 6.8–6.11.

Таблица 6.8 – Результаты расчёта стандартизованных коэффициентов и интегральных показателей качества по хлебу «Бодрость» и «Изюминка»

Показатель	Коэффициент весомости	Хлеб «Изюминка»	Хлеб «Бодрость» с заменой 5,0% муки
		значения стандартизованных коэффициентов	
Дегустационная оценка	0,289	1,000	0,957
Белок	0,267	0,821	1,000
Гемовое железо	0,444	0,000	1,000
Итого	1,000	0,508	0,987

Таблица 6.9 – Результаты расчёта стандартизованных коэффициентов и интегральных показателей качества пряников «Бодрость» и «Ленинградских»

Показатель	Коэффициент весомости	Пряники «Ленинградские»	Пряники «Бодрость»
		значения стандартизованных коэффициентов	
Дегустационная оценка	0,289	1,000	0,980
Белок	0,267	0,716	1,000
Гемовое железо	0,444	0,000	1,000
Итого	1,000	0,480	0,994

Таблица 6.10 – Результаты расчёта стандартизованных коэффициентов и интегральных показателей качества котлет «Здоровье» и котлет, изготовленных по традиционной технологии

Показатель	Коэффициент весомости	Котлеты, изготовленные по традиционной технологии	Котлеты «Здоровье»
		значения стандартизованных коэффициентов	
Дегустационная оценка	0,289	0,920	1,000
Белок	0,267	0,872	1,000
Гемовое железо	0,444	0,188	1,000
Итого	1,000	0,582	1,000

Таблица 6.11 – Результаты расчёта стандартизованных коэффициентов и интегральных показателей качества десерта «Золушка» и десерта «Фантазия»

Показатель	Коэффициент весомости	Десерт «Фантазия»	Десерт «Золушка»
		значения стандартизованных коэффициентов	
Дегустационная оценка	0,289	1,000	0,983
Белок	0,267	0,850	1,000
Гемовое железо	0,444	0,000	1,000
Итого	1,000	0,516	0,995

Из проведенных расчётов следует, что интегральные показатели качества новых продуктов для потребителя по сравнению с базовыми значительно выше,

что, в свою очередь, обуславливает адекватное восприятие покупателем предлагаемой цены и обеспечивает конкурентоспособность разработанной продукции.

Частичная замена сырьевых компонентов на «Гемовитал» позволяет предложить потребителю новый продукт, с новыми качествами, выгодно отличающимися его от товаров-конкурентов. Соизмерение качественных характеристик с ценой на продукцию позволяет получить показатель конкурентоспособности продукции:

$$K_k = \frac{R_k}{C_k}, \quad (6.9)$$

где K_k – коэффициент конкурентоспособности k -го продукта;

R_k – интегральный показатель качества k -го продукта;

C_k – относительный показатель экономических параметров k -го продукта.

Результаты расчётов приведены в табл. 6.12–6.15.

**Таблица 6.12 – Оценка конкурентоспособности хлеба «Бодрость»
в сравнении с контролем**

Перечень продукции	Интегральный показатель качества	Показатель экономических параметров	Интегральный показатель конкурентоспособности продукции
Хлеб «Изюминка»	0,508	1,0	0,508
Хлеб «Бодрость» с заменой 5,0% муки	0,987	1,3	0,760

**Таблица 6.13 – Оценка конкурентоспособности пряников «Бодрость»
в сравнении с контролем**

Перечень продукции	Интегральный показатель качества	Показатель экономических параметров	Интегральный показатель конкурентоспособности продукции
Пряники «Ленинградские»	0,480	1,0	0, 480
Пряники «Бодрость»	0,994	1,2	0, 828

**Таблица 6.14 – Оценка конкурентоспособности котлет «Здоровье»
в сравнении с контролем**

Перечень продукции	Интегральный показатель качества	Показатель экономических параметров	Интегральный показатель конкурентоспособности продукции
Котлеты, изготовленные по традиционной технологии	0,582	1,00	0,582
Котлеты «Здоровье»	1,000	1, 04	0, 962

**Таблица 6.15 – Оценка конкурентоспособности десерта «Золушка»
в сравнении с контролем**

Перечень продукции	Интегральный показатель качества	Показатель экономических параметров	Интегральный показатель конкурентоспособности продукции
Десерт «Фантазия»	0,516	1,0	0, 516
Десерт «Золушка»	0,995	1,02	0, 975

В результате исследований определено, что продукция с использованием диетической добавки «Гемовитал» имеет более высокие значения интегральных показателей качества, что с учётом стоимости готового продукта обеспечивает ей более высокие показатели конкурентоспособности и лучшие позиции в сравнении с эталонной продукцией.

Таким образом, на основании представленного материала сделан вывод о целесообразности внедрения в производство и продвижения на потребительском рынке пищевых продуктов антианемической направленности. Кроме социального эффекта, производство и реализация разработанных пищевых продуктов для предприятия-производителя обеспечивает получение и экономического эффекта. Установлено, что частичная замена рецептурных ингредиентов на «Гемовитал» позволяет получить продукты с новыми улучшенными свойствами, т.е. введение добавки обуславливает конкурентоспособность данных пищевых продуктов антианемической направленности на потребительском рынке по критерию «полезность» и «функциональность».

ВЫВОДЫ

1. Отмечено, что во всем мире существует проблемы железодефицитных анемий и их основная причина, которая заключается в нарушении синтеза гемоглобина в результате дефицита железа, поступающего в организм человека. Определено, что одним из направлений получения железосодержащего функционального ингредиента является разработка технологий переработки крови КРС как основного источника гемового железа в диетическую добавку. Установлено, что переработка лишь 10% крови КРС от общего объема на эффективную функциональную добавку может обеспечить легкоусвояемым железом 22% населения Украины, страдающих ЖДС, или 40% детей при обогащении ежедневного рациона питания.

Показано, что к наиболее действенным способам коррекции дефицита железа в организме человека относят оптимизацию рационов питания населения с введением у них продуктов на основе крови КРС, обогащённых железом в гемовой форме.

2. На основе анализа существующего опыта по ликвидации железодефицитных состояний среди населения установлено, что основной задачей при разработке технологий пищевых продуктов антианемической направленности является правильный выбор диетических добавок из крови КРС, которые при максимальном сохранении двухвалентного гемового железа имеют определённые функционально-технологические свойства, которые позволят сохранить первоначальные характеристики продукта.

3. Рассмотрена научная концепция, суть которой заключается в том, что стабилизация конформационной структуры гемового комплекса при переработке крови КРС позволяет сохранить гемове железо преимущественно в двухвалентной форме и сформировать функционально-технологические и физиологические свойства диетической добавки для ее использования в технологиях пищевых продуктов антианемической направленности.

4. На основе изучения потенциала, качественных характеристик и

функционально-технологических свойств для проведения исследований по разработке технологий и формированию качества пищевых продуктов обогащённых гемовым железом выбрано диетическую добавку нового поколения «Гемовитал», которая содержит железо в легкоусвояемой гемовой двухвалентной форме, то есть в той форме, в которой оно входит в состав миоглобина и гемоглобина человека, в количестве 0,7...1,3 мг/100 г добавки. При этом оптимальное соотношение форм двух- и трехвалентного гемового железа в добавке составляет: (HbO₂) – оксигемоглобин (Fe⁺²) – 10%, (Hb) – дезоксигемоглобин (Fe⁺²) – 40%, (MetHb) – метгемоглобин (Fe⁺³) – 50%.

5. Доказана концепция технологий обогащения пищевых продуктов гемовым железом для больных железодефицитной анемией и профилактики ЖДА. Употребление гемового железа составляет не менее 4 мг в сутки и для ежедневного потребления – 2 мг.

6. Представлена технология пищевых продуктов антианемической направленности: мясных рубленых изделий, десертов из творога, хлеба ржано-пшеничного, сухарей ржано-пшеничных, пряников заварных.

7. Установлены особенности использования диетической добавки «Гемовитал» в технологиях мясных рубленых изделий, десертов из творога, хлеба ржано-пшеничного, сухарей ржано-пшеничных, пряников заварных. Получены новые данные о влиянии диетической добавки «Гемовитал» на физико-химические и функционально-технологические свойства, в частности: мясной системы – повышение ВСС, улучшение структурно-механических характеристик, увеличения выхода готовых изделий, улучшения перевариваемости, повышение пищевой и биологической ценности; десертов из творога – увеличение динамической вязкости и снижения предельного напряжения сдвига, что положительно влияет на текстуру продукта, стойкость цветоформирующих свойств добавки придает десерту из творога шоколадный цвет; хлеба ржано-пшеничного – позитивное влияние на жизнеспособность бродильной микрофлоры дрожжей и молочнокислых бактерий, повышение пищевой и биологической ценности.

8. Установлено, что при использовании железосодержащей диетической добавки в технологиях пищевых продуктов гемовое железо остается преимущественно в двухвалентной форме. Установлено, что введение новых пищевых продуктов антианемической направленности в рационы питания как здоровых, так и больных ЖДА людей является дополнительным источником легкоусвояемого железа при их употреблении до 200 г/сутки (как отдельно взятого продукта, так и в любом сочетании друг с другом).

9. Доказано, что по результатам комплексной и интегральной оценок качества новые продукты являются конкурентоспособными. Это позволит предприятию не только усилить свои позиции на рынке, но и увеличить прибыльность, что предопределяет практическую значимость и конкурентоспособность новых разработанных продуктов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Репродуктивне здоров'я нації [Постанова КМУ «Про затвердження Державної програми» від 27 грудня 2006 №1849] // Офіційний вісник України. – 2007. – № 1. – С. 129–156.
2. Смоляр В. І. Фізіологія та гігієна харчування / В. І. Смоляр. – К. : Здоров'я, 2000. – 180 с.
3. Амброзевич Е. Г. Особенности европейского и восточного подходов к ингредиентам для продуктов здорового питания / Е. Г. Амброзевич // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2005. – № 1. – С. 30–31.
4. К разработке региональных концепций создания функциональных изделий / Т. В. Савенкова, М. А. Талейсник, М. Г. Гаппаров, Л. Н. Шатник // Кондитерское производство. – 2008. – № 2. – С. 12–13.
5. Штенберг А. И. Основы рационального питания / А. И. Штенберг. – М. : Медгиз, 1959. – 152с.
6. Дуденко Н. В. Пищевая, биологическая ценность и безопасность сырья и продуктов её переработки : учебник / Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцкая, В. В. Евлаш. – К. : ИНКОС, 2007. – 287 с.
7. Покровский А. А. Беседы о питании / А. А. Покровский. – М. : Экономика, 1986. – 367 с.
8. Василевская Л. С. Физиологические основы проблемы питания / Л. С. Василевская // Вопросы питания. – 2002. – № 2 – С. 42–45.
9. Самсонов М. А. Концепция сбалансированного питания и её значение в изучении механизмов лечебного действия пищи / М. А. Самсонов // Вопросы питания. – 2001. – № 5. – С. 3–9.
10. Уголев А. М. Теория адекватного питания и трофология / А. М. Уголев. – СПб. : Наука, 1991. – 272 с.
11. Дуденко Н. В. Фізіологія харчування / Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцька. – Харків : Студцентр, 1999. – 392 с.
12. Покровский А. А. Физиолого-биохимические основы разработки

продуктов для детского питания / А. А. Покровский. – М. : Медицина, 1972. – 103 с.

13. Волгарев М. Н. О нормах физиологических потребностей человека в пищевых веществах и энергии: ретроспективный анализ и перспективы развития / М. Н. Волгарев // Вопросы питания. – 2000. – № 4. – С. 3–7.

14. Тутельян В. А. Концепция оптимального питания: научные обоснования / В. А. Тутельян // Здоровье населения и среда обитания : информационный бюллетень. – М. : ЗниСО. – 2001. – Ноябрь. – № 11. – С. 6–12.

15. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України : статистичний збірник за 2008 рік / Державний комітет статистики України ; під загальним кер. Ю. М. Остапчука. – К., 2009. – 56 с.

16. Тутельян В. А. К вопросу дефицита микронутриентов с целью улучшения питания и здоровья детского и взрослого населения на пороге третьего тысячелетия / В. А. Тутельян // Вопросы питания. – 2000. – № 4. – С. 6–7.

17. Тошев А. Д. Больше внимания разработке продуктов функционального назначения / А. Д. Тошев // Кондитерское производство. – 2004. – № 4. – С. 25–29.

18. Шатнюк Л. Н. Научные основы новых технологий диетических продуктов с использованием витаминов и минеральных веществ : дис. ... д-ра техн. наук : спец. 051816 / Л. Н. Шатнюк. – М., 2000. – 314 с.

19. Тутельян В. А. Биологически активные добавки в профилактическом и лечебном питании. Эволюция взглядов и подходов / В. А. Тутельян // Биологически активные добавки к пище и проблемы здоровья семьи : материалы V международного симпозиума. – Красноярск, 2001 – С. 3–5.

20. Бородиня О. Нарада з питань розвитку харчової промисловості / О. Бородиня // Харчова промисловість. – 2009. – № 12. – С. 8–12.

21. Hurrell R. F. Bioavailability of iron / R. F. Hurrell // Clin. Nutr. – 1996 – 51. – P. 4–8.

22. The influence of phytic acid and ascorbic in formulas on soy isolate /

[Davidson L. et al.] // Pediatrics Res. – 1994. – P. 437– 445.

23. Fairweather S. J. Zincabsorption in infast fed iron fotified weaning food / S. J. Fairweather, G. S. Wharf, T. E. Fox // Am. J. Clin. Nutr. – 1995. – P. 785–789.

24. Шендеров Б. А. Функциональное питание / Б. А. Шендеров, М. А. Манвелова // Микроэкологические аспекты. – М. : МЗ РФ, 1994. – 30 с.

25. Шендеров Б. А. Пробиотики и функциональное питание / М. А. Манвелова, Ю. Б. Степанчук, Н. Э. Скиба // Антибиотики и химиотерапия. – 1997. – Т.42, № 7. – С. 30–34.

26. Шендеров Б. А. Медицинская микробная экология и функциональное питание / Б. А. Шендеров. – М. : Грантъ, 2001. – 288 с.

27. Шендеров Б. А. Продукты функционального питания: современное состояние и перспективы их использования в восстановительной медицине / Б. А. Шендеров А. И. Труханов // Вестник восстановительной медицины. – 2002. – № 1. – С. 38–42.

28. Кочеткова А. А. Функциональные пищевые продукты в стратегии развития питания промышленности: некоторые итоги в теории и практики / А. А. Кочеткова // Пищевые ингредиенты XXI века в рамках выставки «Пищевые ингредиенты, добавки и пряности» : сб. докладов VII Международного форума. – М. : «Крокус Экспо», 2007. – С. 8–12.

29. Кочеткова А. А. Функциональные пищевые продукты: некоторые технологические подробности в общем вопросе / А. А. Кочеткова, В. И. Тужилкин // Пищевая промышленность. – 2003. – № 5. – С. 8–13.

30. Капрельянц Л. В. Функціональні продукти / Л. В. Капрельянц, К. Г. Юргачова. – Одеса : Друк, 2003. – 312 с.

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

32. Пилат Т. Л. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение) / Т. Л. Пилат, А. А. Иванов. – М. : Авваллон, 2002. – 710 с.

33. Спиричев В. Б. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами:

научные подходы и практические решения / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк, В. М. Поздняковский // Пищевая промышленность. – 2003. – № 3. – С. 10–17.

34. Дейниченко Г. В. Зміна якісних показників борошняних формованих виробів з йодовміщуючими добавками у процесі їх зберігання / Г. В. Дейниченко, Т. О. Колісниченко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. – Харків : ХДУХТ, 2007. – Вип. 1 (5). – С. 38–41.

35. Притульська Н. В. Нетрадиційні компоненти сировини та їх використання у виробництві м'ясних консервів / Н. В. Притульська, С. В. Козаченко, В. В. Гаврилишин // Формування асортименту та зберігання товарів у ринкових умовах : збірник наук. праць. – К., 1995. – С. 109–112.

36. Винникова Л. Г. Научные основы технологий белоксодержащих продуктов целевого назначения с повышенным содержанием пищевых волокон : автореф. дис....д-ра техн. наук : спец 051812 / Л. Г. Винникова. – Москва, 1992. – 46 с.

37. Рудавська Г. Б. Проблеми профілактичного харчування / Г. Б. Рудавська // Харчова та переробна промисловість. – 1995. – № 3. – С. 27–28.

38. Мицик В. Е. Новые виды продуктов из мяса : учебное пособие / В. Е. Мицик, Б. Г. Илык. – К. : КТЭИ, 1984. – 39 с.

39. Застосуйте порошкоподібні комплексні поліпшувачі / [В. І. Дробот, Л. Ю. Арсеньєва, Н. І. Савчук, А. М. Чагарів] // Зерно і хліб. – 2002. – № 3. – С. 22–23.

40. Пересічний М. І. Технологія виробництва продукції громадського харчування фізіологічної дії / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, О. М. Григоренко. – К. : КДТЕУ, 1994. – 8 с.

41. Пересічний М. І. Розробка раціонів харчування радіоелектронного та радіозахисного призначення / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, О. Н. Григоренко // Зб. наук. праць КТЕУ. – К., 1993.

42. Чагаровський О. П. Новий біфідовмісний кисломолочний напій функціонального призначення / О. П. Чагаровський, Н. А. Дідух, О. П. Чагаровський // Молочна пром-ть. – № 1 (16). – 2005. – С. 36–39.
43. Гігієна харчування з основами нутриціології / під. ред. В. І. Ципріяна. – К. : Здоров'я, 1999. – 566 с.
44. Лерина И. В. Научное обоснование технологии мясных продуктов на базе электрофизических методов : автореф. дис....д-ра техн. наук : 05.18.16. / И. В. Лерина. – Харьков. – 1992. – 68 с.
45. Качественные характеристики биологически активных добавок из модифицированной боенской крови / И. В. Лерина, В. В. Евлаш, В. А. Коваленко, Е. Д. Розанова // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. у 2 ч. Ч. 1. – Харків : ХДУХТ, 2003. – С. 414–418.
46. Павлюк Р. Ю. Новые технологии антоциановых добавок. Новое в технологии консервирования / Р. Ю. Павлюк, В. В. Яницкий, Т. В. Крячко. – Харьков : ХГУПТ. – 2008. – 260 с.
47. Дорохович А. М. Сахорозаменители, их преимущества и недостатки с позиции применения в производстве кондитерских изделий / А. М. Дорохович, О. М. Яременко, В. В. Дорохович // Продукты и ингредиенты. – 2007. – № 2. – С. 28–30.
48. Трошин А. Н. Препараты железа в медицине и ветеринарии вчера, сегодня и завтра [Электронный ресурс] / А. Н. Трошин, А. В. Нечаева, Н. В. Когденко // Научный журнал КубГАУ. – 2007. – № 28 (4). – Режим доступа : <http://www.ej.kubagro.ru/2007/04/pdf/05.pdf>
49. The quality of dietetic jelly products / [Tepic A.N., Vujicic B.L., Dimic N.P., Popov-Raljic J.V.] // Acta period. technol. Fac. Technol. – Novi Sad. – 2001. – V. 32. – P. 33–38.
50. Гаппаров М. Г. Функциональные продукты питания / М. Г. Гаппаров // Пищевая промышленность. – 2003. – № 3. – С. 6–7.
51. Батурин А. К. Разработка системы оценки и характеристика

структуры питания и пищевого статуса населения России : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1998. – 45 с.

52. Спиричев В. Б. Научные принципы обогащения пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами / В. Б. Спиричев // Ваше питание. – 2000. – № 4. – С. 13–19.

53. Barclay L. Micronutrient / L. Barclay // Annals of Family Medicine. – 2005. – № 3. – P. 131–137.

54. Ладодо К. С. Детское питание / К. С. Ладодо, Л. В. Дружинина. – М. : Колос, 1995. – 335 с.

55. Конь И. Я. Микронутриенты и здоровье беременных и кормящих женщин и детей / И. Я. Конь, М. В. Копытько, А. И. Сафронова // Вопросы питания. – 2000. – № 4. – С. 24–25.

56. Микронутриенты в питании здорового и больного человека / В. А. Тутельян, В. Б. Спиричев, Б. Г. Суханов, В. А. Кудашева // Справочное руководство по витаминам и минеральным веществам. – М. : Колос, 2002. – 424 с.

57. Файвишевский М. Л. Экстругем – новый продукт антианемического действия / М. Л. Файвишевский, Т. Н. Лисина // Мясная промышленность. – 1994. – № 2. – С. 23–24.

58. Петров В. Н. Физиология и патология обмена железа / В. Н. Петров. – Львов : Наука, 1982. – 224 с.

59. Белоус А. М. Физиологическая роль железа / А. М. Белоус, К. Т. Конник ; отв. ред. А. К. Гулевский. – К. : Наук. думка, 1991. – 104 с.

60. Рябов С. И. Молекулярно-генетические аспекты эритропоэза / С. И. Рябов, Г. Д. Шостка. – Л. : Медицина, 1973. – 276 с.

61. Мак-Мюррей У. Обмен веществ у человека / Мак-Мюррей У. – М. : Мир, 1980. – 368 с.

62. Биохимия / под ред. Е. С. Северина. – М. : ГЭОТАР-МЕД. – 2003. – 784 с.

63. Jansuittiviechakul O. R. Effectual heat treatment on bioavailability of

meat and hemoglobin iron fed to anaemic rats / O. R. Jansuittiviechakul, J. W. Mahone, D. P. Cornfarth // J.A. Food Sci. – 1985. – № 60. – P. 407–409.

64. Texture, color and sensory characteristics of ground beef patties containing bovine blood proteins / [J. C. Gusman, K. W. McMillin, T. D. Bidner, L. et al.]. – 1995. – № 4. – P. 657–669.

65. Hallberg L. Clin.nutr / L. Hallberg, L. Rossander, J. Amer. – 1982. – № 3. – P. 502–509.

66. Ципріян В. І. Аліментарна профілактика залізодефіцитних станів / В. І. Ципріян, І. І. Лановенко, О. В. Кузьмінська // Український журнал тематології та трансфузіології. – 2002. – № 2 (2). – С. 48–51.

67. Стайер Л. Биохимия : в 3-х томах / Л. Стайер ; под ред. С. Е. Северина. – М. : Мир, 1984. – Т. 1. – С. 69–83.

68. Лановенко И. И. Оценка метаболизма железа в организме человека / И. И. Лановенко, Е. В. Кузьминская, А. А. Мишковская // Довкілля та здоров'я. – 2002. – № 3 (22). – С. 3–6.

69. Стародуб Н. Ф. Гетерогенная система гемоглобина. Структура, свойства, синтез, биологическая роль / Н. Ф. Стародуб, В. И. Назаренко. – Киев : Наукова думка, 1987. – 197с.

70. Иржак Л. И. Гемоглобины и их свойства / Л. И. Иржак ; отв. ред. С. Е. Северин. – М. : Наука, 1975. – 235 с.

71. Воробьев П. А. Анемический синдром в клинической практике / П. А. Воробьев. – М. : Ньюдиамед, 2001. – 144 с.

72. Митерев Ю. Г. Железодефицитные анемии (достижения и проблемы) / Ю. Г. Митерев, П. М. Альперин // Гематология и трансфузиология. – 1983. – № 6. – С. 3–8.

73. Gillespie S. Expert consultation on anemia determinants and interventions / S. Gillespie, J. L. Johnsto. – Ottawa : Micronutrient Initiative, 1998. – P. 123–128.

74. Андрианова И. Г. Железосодержащие препараты для лечения гипохромной анемии различной этиологии : автореф. дис.... д-ра мед. наук / И. Г. Андрианова. – 1959. – С. 1–17.

75. Андрианова И. Г. Препарат железа «кофермин» для внутримышечного введения / И. Г. Андрианова // Актуальные вопросы переливания крови. – 1957. – Вып. 5. – С. 249–254.
76. Андрианова И. Г. Ферковен – препарат железа для внутривенного введения (экспериментальные данные) / И. Г. Андрианова // Проблемы гематологии и переливания крови. – 1956. – № 1. – С. 23–26.
77. Титов К. Г. Лечение ферамидом анемий у детей / К. Г. Титов, А. А. Максудов, Н. Н. Нуритдинов // Проблемы гематологии переливания крови. – 1965. – № 10. – С. 8, 26–28.
78. Калменов Г. Т. Диагностика и профилактика железодефицитных анемий у подростков : дис....канд. мед. наук / Г. Т. Калменов. – Москва, 1992. – 108 с.
79. Куравлева В. В. Лечение гипохромной анемии различной этиологии препаратом «гемоглобин 4» / В. В. Куравлева // Актуальные вопросы переливания крови. – 1954. – Вып. 2. – С. 60–67.
80. Мухаметдинова Т. М. Влияние различных методов противоанемической терапии на состояние резервов железа у больных хроническими гипосидермическими анемиями : дис.... канд. мед. наук / Т. М. Мухаметидова. – Москва, 1972. – 170 с.
81. Морева Е. Препараты железа / Е. Морева // Б.М.Э. – М., 1979. – С. 29–30.
82. Идельсон Л. И. Гипохромные анемии / Л. И. Идельсон. – М., 1981. – 190 с.
83. Никуличева В. И. Патогенез, клиника, диагностика и лечение резистентных железодефицитных анемий : дис....д-ра мед. наук / В. И. Никуличева. – М., 1984. – 289 с.
84. Рысс Е. С. Анемии и желудочно-кишечный тракт / Е. С. Рысс. – Л., 1972. – 192 с.
85. Морозова А. Д. Применение стимуляторов кроветворения в лечении хронических гипосидермических анемий : дис....канд. мед. наук / А. Д. Морозова. –

М., 1971. – 248 с.

86. Казакова Л. М. Дефицит железа и состояние защитных сил организма / Л. М. Казакова, В. С. Граничив // Педиатрия. – 1984. – № 1. – С. 50–53.

87. Гаппаров М. М.-Г. Проблема ликвидации дефицита микронутриентов у населения России / М. М.-Г. Гаппаров // Вопросы питания. – 1999. – № 2. – С. 3–4.

88. Cook J. D. Absorption of fortification iron in bread / J. D. Cook, Am. J Clin. Nutr. – 1973. – № 26. – P. 861–872.

89. Рекомендації лікарів. Рідкий хлорофіл. Біологічно активна добавка [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nsp-ua.info/nsp/for-docs/>

90. Димитров Д. Я. Анемии у беременных / Д. Я. Димитров ; пер. с болг. – София : Медицина и физкультура, 1997. – С. 72–93.

91. Коренюк С. В. Советы старого диетолога / С. В. Коренюк. – СПб. : Лань, 1996. – 260 с.

92. Насолодин В. В. Витамины и микроэлементы в профилактике железодефицитных состояний / В. В. Насолодин, С. М. Воронин, В. Л. Широков // Вопросы питания. – 1998. – С. 5–9.

93. Степанова Е. І. Застосування продуктів харчування, збагачених харчовим альбуміном, для гемоглобінового оздоровлення дитячого населення / Е. І. Степанова, Л. В. Курило // Медична консультація. – 1997. – № 2. – С. 51–52.

94. NSP : Iron Chelate [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.nsp-ua.info/nsp/purchase/>

95. Яковлева Е. Б. Особенности лечебного питания та дозированого фізичного навантаження при профілактиці анемії вагітних у юних пацієнток / Е. Б. Яковлева, Ю. М Халецький // Практична медицина. – 1997. – С. 7–8, 20–23.

96. Nutritional deficiency and anemia in Latin American a collaborative study [J. D. Cook, J. Avarado, A. Gutnisky et al.] // Blood. – 1971. – № 38. – P. 591–603.

97. Wildermuth E. Iron compounds for the treatment of anemia / E. Wildermuth, C. Ullmann's // Encyclopedia of Industrial Chemistry. – 6th ed. – 2002. – P. 38–46.

98. Iron absorption from skim milk enriched with iron glycerophosphate / [Layrisse M. et al.] // Arch. Latinoam. Nutr. – 1996. – № 51. – P. 4–8.
99. Moore C. V. Anemia / C. V. Moore // Progr. Food and Nutr. – 1973. – № 23. – P. 145–150.
100. Rutrowsk U. Modern views on enrichment of studies / U. Rutrowsk, M. Rarkowska // Acta med. Scand. – 1968. – № 83. – P. 252–256.
101. Зернов Н. Г. Железо внутри нас / Н. Г. Зернов, В. Е. Поляков // Химия и жизнь. – 1975. – № 6. – С. 32–38.
102. Пайн С. Анемія: як спрямувати діагностику та виявити зворотні причини / С. Пайн, С. Мансей // Медицина світу. – 1997. – № 1. – С. 3–9.
103. Сербулов Ю. С. Обогащение пищевых продуктов железом / Ю. С. Сербулов, Н. А. Болотов // Вопросы питания. – 1980. – № 4. – С. 56–59.
104. Iron – deficiency condition / [Narasinga R. et al.] // Brit. J. Clin. Nutr. – 1978. – № 31. – P. 106–111.
105. Коденцова В. М. Использование пищевых продуктов, обогащенных железом и витаминами, для коррекции железодефицитных состояний / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская // Вопросы питания. – 2002. – Т. 71, № 4. – С. 3–7.
106. Использование в питании беременных женщин витаминизированного напитка с железом / [В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская, И. А. Ильясова и др.] // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. – 2000. – Вып. 2. – С. 11–13.
107. Новинюк Л. В. Цитраты аммония-железа – эффективные источники биодоступного железа / Л. В. Новинюк // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2007. – № 1. – С. 40–41.
108. Сарафанова Л. А. Применение пищевых добавок / Л. А. Сарафанова // Технические рекомендации. – СПб. : ГИОРД, 2005. – С. 23–45.
109. Борьба с алиментарной анемией : [Серия технических докладов ВООЗ № 580]. – Женева, 1977. – 76 с.
110. Nitrition in health and disease : In 2 vol. / Eighth edition. – New-York, 1997. – 1 : Iron in Medicine and Nitrition. – P. 185–210.

111. Бондарев Г. Н. Клинико экспериментальное изучение формирования железодефицитных состояний и разработка путей их алиментарной коррекции / Г. Н. Бондарев, В. Б. Скрипачев. – М. : Медицина, 1993. – 114 с.
112. Пересічна С. М. Теоретичні та практичні аспекти використання заліза у лікувально-профілактичному харчуванні людини / С. М. Пересічна // Проблеми якості у громадському харчуванні, готельному господарстві і туризмі : матер. Міжнар. конф. – Київ, 1998. – С. 184–187.
113. Спиричев В. Б. Обогащение хлебобулочных и мучных изделий витаминами и минеральными веществами / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк. – М., 2001. – 50 с.
114. Шишков Ю. И. Хлебобулочные изделия – продукты функционального питания / Ю. И. Шишков, А. А. Рогов // Пищевая промышленность. – 2004. – № 12. – С. 92–95.
115. Лигновский Р. И. Опыт обогащения железом и витаминами пшеничной муки, хлебобулочных изделий и других пищевых продуктов / Р. И. Лигновский, В. Д. Гарбузова // Пищевая промышленность. – 2003. – № 8. – 92 с.
116. Арсеньєва Л. Ю. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами : дис....д-ра техн. наук : 05.18.01 / Л. Ю. Арсеньєва. – К., 2007.
117. Дубов Г. Г. Хлебобулочные изделия для диетического и лечебно-профилактического питания / Г. Г. Дубов. – М. : ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1994. – 24 с. – (Сер. Библиотечка для специалистов хлебопекарной и макаронной промышленности: Обзор. информ.).
118. Кретович В. Л. Проблема пищевой полноценности хлеба / В. Л. Кретович, Р. Р. Токарева. – М. : Наука, 1978. – 288 с.
119. Караджов Г. Обогащение хлеба Fe (II). Влияние железа на свойства и качество теста и хлеба / Г. Караджов, В. Попов, А. Ангелов // Науч. труды Высш. инст. хранит. и вкус. пром. – Пловдив, 1998. – 35 с.

120. Spongier H. D. Availability of iron fed to humans in a mixed / H. D. Spongier, C. A. Hammes, L. D. Morse // *Cereal Sci. Today*. – 1970. – № 1. – P. 246–254.

121. Хотимченко С. А. Распространенность и принципы алиментарной профилактики железодефицитных состояний / С. А. Хотимченко, И. А. Алексеева // *Питание, здоровье и болезнь : материалы научной конференции*. – М., 1990. – 220 с.

122. Пат. 6344223 США, МКИ⁷ А 23 L 1/34. Food fortified with iron : / [Nestec S. A., Rekhif N., Sher A. et al.]. – № 09/523148 ; заявл. 10.03.00 ; опубли. 05.02.02, НКИ 426/74.

123. De Romana D Sensory trial to assess the acceptability of zinc fortificants added to iron-fortified wheat products / De Romana D., Brown K. H., Guinard J.X. // *J. Food Sci.* – 2002. – Vol. 67. – № 1. – P. 461–465.

124. Афанасьева М. П. Современные технологии мучных изделий для профилактики и лечебного (диетического) питания / М. П. Афанасьева, И. Ю. Соломатина // *Хлебопекарная и кондитерская промышленность*. – 2002. – № 4. – С. 8–9.

125. Шишков Ю. И. Получение хлеба со свойствами продуктов функционального питания / Ю. И. Шишков, А. А. Рогов // *Хлебопечение России*. – 2004. – № 5. – С. 22–24.

126. Соломий Н. Н. Вкусно и полезно / Н. Н. Соломий // *Хлебопечение России*. – 2001. – № 4. – 25 с.

127. Гарбузова В. Д. Новинка – лечебный хлеб / В. Д. Гарбузова // *Хлебопродукты*. – 2001. – № 8. – С. 20–23.

128. Лигновский Р. И. Новые добавки для обогащения хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий / Р. И. Лигновский, В. Д. Гарбузова // *Хлеб – 99 : матер. междунар. конф.* – Москва, 1999. – С. 48–49.

129. Layrisse M., Garcia-Casal M. N. // *Nutr. Rev.* – 1987. – Vol. 55. – No. 6. – P. 233–239.

130. Насолодин В. В. Причины, диагностика и лечение

железодефицитных состояний населения / В. В. Насолодин, И. П. Гладких, В. А. Дворкин // Вопросы питания. – 1996. – № 6. – С. 32–37.

131. Кузьминская Е. В. Алиментарные факторы риска возникновения железодефицитных состояний у молодых женщин : дис..... канд. мед. наук / Е. В. Кузьминская. – К., 2001. – 160 с.

132. Скурихин И. М. Химический состав пищевых продуктов / И. М. Скурихин, М. Н. Волгарев. – М. : Агропромиздат, 1987. – 236 с.

133. Richmond V., Vorwood M., Jacobs A. // Brit .J. Haematol. – № 5. – P. 605–614.

134. Schwicker B. R. Measurement and content of nonheme and total iron in muscle / B. R. Schwicker, D. D. Miller, I. R. Stauffer // J. Food Sci. – 1982. – № 47. – P. 740–743.

135. Рогов И. А. Новые тенденции развития технологии производства мясных продуктов с точки теории адекватного питания / И. А. Рогов, Э. С. Токаев, Ю. И. Ковалев // Мясная индустрия СССР. – 1987. – № 3. – С. 18–21.

136. Wismer-Pedersem J. Utilisation of animal blood in meat products / J. Wismer-Pedersem // Food Technology. – 1989. – № 8. – P. 79–80.

137. Соловьев О. В. Новый способ коагуляции крови / О. В. Соловьев // Мясная пром-сть. – 1995. – № 4. – С. 14–16.

138. Антипова Л. В. Биохимия мяса и мясных продуктов : учеб. пособие / Л. В. Антипова, Н. А. Жеребцов. – Воронеж : ВГУ, 1991. – 184 с.

139. Файвишевский М. Л. Переработка крови убойных животных : учебник для кадров массовых профессий / М. Л. Файвишевский. – М. : Агропромиздат, 1988. – 224 с.

140. Либерман С. Г. Переработка крови убойных животных на мясокомбинатах / С. Г. Либерман, Л. С. Пожарийская, М. Л. Файвишевский. – М. : Пищ. пром-сть, 1980. – 194 с.

141. Розанцев Э. Г. Комплексное использование форменных элементов крови убойных животных / Э. Г. Розанцев, М. П. Макарова, Т. И. Чернышова // Мясная пром-сть (Экспресс-информация). – М., 1991. – Вып. 1. – С. 3–6.

142. Мышкин А. Е. Успехи химии / А. Е. Мышкин. – 1984. – Т. 53. – № 5. – С. 1045–1071.

143. Шугалей И. В. Некоторые кинетические закономерности реакции автоокисления оксигемоглобина / И. В. Шугалей, Н. И. Лопатина, И. В. Целинский // ЖОХ. – 1988. – Т. 58, № 12. – С. 2748–2752.

144. Шугалей И. В. Иницированное аутоокисление гемоглобина / И. В. Шугалей, И. В. Целинский // ЖОХ. – 1994. – Т. 64, № 3. – 509 с.

145. Fretheim K. Productson of a Flavouring with meatlike sensory properties from slaughter animal blood / K. Fretheim, J. Nordal, E. Slinde // Proc. 25th Meeting Europ Meat Res. Workers – Budapest, 1979. – P. 8–10.

146. Drepper G. Verfahren zur Herstellung neuer Eiweissprodukte aus Schlachtierblut fur Nahrungsmittel / G. Drepper, K. Drepper // II Uberprufung Weiterer Fermente zur partiellen Hamoglobinspaltung. Fleischwirts. – 1981. – No. 61. – P. 30.

147. Franke W. C. Quantitative determination of metmyoglobin and total pigment in an intact meat sample using reflectance spectrophotometry / W. C. Franke, M. Solberg // J. Food Science. – 1971. – No. 36. – P. 515–520.

148. En Husmoder. Blod som Naeringsmiddel // E.S. Topp's Forlag. Copenhagen. 1985. – P. 113–120.

149. Орлова С. В. Энциклопедия БАД к пище / С. В. Орлова. – М., 1998. – 277 с.

150. Переработка боенской крови сорбционным методом / [А. Д. Неклюдов, А. Н. Иванкин, Е. А. Евстафьева и др.] // Мясная индустрия. – 1996. – № 3. – С. 11–12.

151. Hayakawa S., Matsuura Y., Nakamura R., Sato Y. // Food Sci. – 1986. – 51 (3). – P. 786.

152. Kiruchi G. Heme catabolism by the reconstituted heme oxygenase system / G. Kiruchi, T. Yoshida // Annals Clinical Research. – 1976. – No. 8, Suppl. 17. – P.10.

153. Kuppevelt A. V. Small scale production and net protein utilization of globin / A. V. Kuppevelt, G. Levin, P. Reizenstein // Nutrit. Reports International. –

1976. – No. 13. – P. 429.

154. Опыт рационального использования сырья за рубежом / [Ю. А. Кроха, В. И. Хлебников, И. А. Александрова и др.] – М. : ЦНИИТЭИММП, 1983. – 47 с. – (Сер. Мясная пром-сть: Обзор, информ.).

155. Antonini E. Hemoglobin and in their reactions with ligands / E. Antonini, M. Bruneri // *Amst. (Eds A. Neuberger E.L. Tatum).* – London, 1971.

156. Rossi Fanelli A. Studies on the structure of hemoglobin / Rossi Fanelli A., Antonini E., Caputo A. // *Biochem. Biophys. Actf.* – 1985. – No. 30. – P. 608.

157. Пальмин В. Получение глобина из крови убойных животных / В. Пальмин, О. Петрова // *Мясная индустрия СССР.* – 1972. – № 6. – 33 с.

158. Mare J. Changing the sensory properties of blood for food purposes / J. Mare, O. Vancikova // *Prumysl. Potravin.* – 1978. – No. 29. – P. 369.

159. Autio K. A new method for globin and heme preparation blood corpusele concentrate / K. Autio // *Proc. 29th Meeting Europ. Meat Res. Workers.* – Italy, 1983. – P. 1–7.

160. Hald-Christensen V. Decolouration of slaughter blood by partial enzymic hydrolysis / V. Hald-Christensen // *Proc. 24^{ht} Europ. Meeting Meat Res. Workers.* Kulmbach, 1978. – P. 115.

161. Oord A. N. A. Decolouration of slaughterhouse blood by treatment with hydrogen peroxide / A. N. A. Oord, J. J. Wesdorp // *25 Europ. Meeting Meat Res. Workers.* – Budapest, 1979. – P. 7–10.

162. Madsen M. B. Isolering af globin fra erythrocyter og fremstilling af monomer haem / M. B. Madsen // *Jthesis. Royal Vet. & Agric. University.* Copenhagen. – 1985.

163. Zaslavsky B. Yu., Mestechkina N. M., Miheeva L. M., Rogozhin S. V. // *J. Chromatogr.* – 1983. – P. 49–256.

164. Mitsuk V. E. Quality of clarified animal blood and of food products with additions of blood / V. E. Mitsuk, J. F. Osadchaya // *Tovarovedenie.* – 1975. – No. 8. – P. 67.

165. Caldironi H. A. Incorporation of blood proteins into sausage /

H. A. Caldironi, H. W. Ockermann // J. Food Sci. – 1982. – No. 47. – P. 405.

166. Tenhunen R. The enzymatic conversion of heme to bilirubin in vivo / R. Tenhunen // Annals Clinical Research. – 1976. – No. 8, Suppl. 17. – P. 2.

167. «Гемобин» – противоанемическая биологически-активная добавка нового поколения / [С. Л. Люблинский, И. Н. Люблинская, С. И. Черняев, М. В. Марков] // Молочная промышленность. – 2004. – № 5. – С. 5–8.

168. Люблинский С. Л. Обогащение молочных продуктов очищенным гемоглобином / С. Л. Люблинский, С. Н. Дубина // Молочная промышленность. – 2003. – № 5 (8). – С. 10–14.

169. Луконина И. Н. «Биогем» – пищевая добавка нового поколения / И. Н. Луконина // Наукові праці 23 ОНАХТ. – Одеса, 2002. – Вип. 23. – С. 82–84.

170. Орешкин Е. Ф. Консервированные мясопродукты / Е. Ф. Орешкин, А. В. Устинова. – М. : Легкая пищевая промышленность, 1983. – С. 62–63.

171. Производство нового вида кровяной колбасы повышенной пищевой и биологической ценности / [И. Р. Прийма, В. Е. Мицик, И. И. Тимощук, В. К. Янчевский] // Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания : тез. докл. Всесоюзн. науч.-практ. конф. – Харьков : ХГАТОП, 1990. – 574 с.

172. Использование белковых препаратов в полуфабрикатах для диетического питания / [А. В. Устинова, Е. Г. Бобрикова, Л. Д. Тараканова, Н. Д. Тихановская] // Мясная индустрия СССР. – 1986. – № 8. – С. 12–14.

173. Горбатов В. М. Сбор, отработка и использование крови на пищевые цели / В. М. Горбатов, Н. Д. Мамонтов. – М. : ЦНИИТЭИММП, 1979. – 30 с. (Сер. Мясная пром-сть : обзор. информ.).

174. Антипова Л. В. Биохимические аспекты рационального использования вторичного сырья мясной промышленности / Л. В. Антипова. – М. : АгроНИИТЭИММП, 1991. – 38 с. (Сер. Мясная пром-сть).

175. Антипова Л. В. Создана новая белковая добавка для комбинированных продуктов / Л. В. Антипова, С. И. Асланов // Мясная пром-сть. – 1994. – № 4. – 16 с.

176. Файвишевский М. Л. Комбинированные продукты лечебно-профилактического назначения и режимы их получения / М. Л. Файвишевский // Мясная индустрия. – 1997. – № 5. – С. 19–20.

177. Беляев М. И. Полуфабрикат многофункционального назначения из свежей крови убойных животных / М. И. Беляев, С. А. Терещенко, Г. В. Дейниченко // Проблемы индустриализации общественного питания страны : тез. докл. 2-й. Всесоюз. науч. конф. – Харьков, 1989. – 104 с.

178. А. с. 834040 СССР, МКЛ А 23 I 1/06, А 23 I 1/31. Способ получения белкового продукта / [И. А. Рогов, А. В. Ефимов, А. Г. Забанета и др.] (СССР). – № 2889931/28–13 ; заявл. 28.02.80 ; опубл. 30.10.81, Бюл. № 40.

179. А. с. 856034 СССР, МКЛ А 23 I 1/06. Белковый обогатитель колбасных изделий / [И. А. Рогов, Е. Т. Тулецов, Л. Н. Яковлева, М. А. Мырзабаев] (СССР). – № 338283/28–13 ; заявл. 27.10.82 ; опубл. 15.04.83, Бюл. № 14.

180. Использование крови на предприятиях мясной промышленности Венгрии ЦНИИТЭИ мясопром / [Сост. Г. В. Павлова]. – Ирпень, 1986. – 19 с. (Серия «Мясная промышленность : экспресс-информация»).

181. Опыт рационального использования сырья за рубежом / [Ю. А. Кроха, В. И. Хлебников, И. А. Александрова и др.] // Мясная промышленность : обзор. информ. – М. : ЦНИИТЭИММП, 1983. – 47 с.

182. Плазма крови аэрозольной сушки [Электронный ресурс] // Дерби. – 2008. – Режим доступа : http://www.derby.in.ua/end/about_compani/htm

183. Исследование влияния органических кислот и сахаров на состояние гемового железа крови убойных животных / И. Н. Луконина, Г. В. Шлапак, Л. П. Ефимук и др. // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса, 2008. – Вип. 32. – С. 125–129.

184. Бакулева З. И. Рациональное использование вторичных ресурсов сырья на предприятиях мясной промышленности СССР и за рубежом / З. И. Бакулева // Мясная промышленность : обзор. информ. – М. : АгроНИИТЭИММП, 1991. – 32 с.

185. А.с. 1426066 СССР, А1С09И61/00. Способ получения пищевого красителя / [И. В. Лерина, А. М. Белоус, А. Т. Иванов и др.]. – №4040267/28-13 ; заявл. 20.01.84 ; опубл.. 24.03.86.

186. А. с. 1178380 СССР, А 21 D 13/08. Способ производства кекса / Р. И. Скворцова, Т. И. Корчагина (СССР). – № 3672163/28–13 ; заявл. 27.07.83 ; опубл. 15.09.85, Бюл. № 34.

187. Пат. 211 9755 RU А 61 К 35/12 «Гематоген» (ТОВ «Возрождение и развитие») / Н. П. Смешков, В. А. Сурин. – № 97122363/13 ; заявл. 22.12.1997 ; опубл. 10.10.1998.

188. А. с. 2057536 А 61 К 35/14. Способ получения гематогена / В. А. Фигурнов. – № 5043058/14 ; заявл. 21.05.92 ; опубл. 10.04.96, Бюл. № 10.

189. А. с. 2008008 СССР Кл А 61 К 35/14. Психостимулирующее средство «Пантогематоген» / [Е. Д. Гольдберг, А. М. Дыгай, Н. И. Суслов и др.] (СССР). – № 5064997/14 ; заявл. 29.09.92 ; опубл. 28.02.94, Бюл. № 4.

190. Тимошенко Н. В. Разработка антианемического продукта для детского питания с использованием пищевой крови : автореф. дис....канд. техн. наук : 05.18.04 / Н. В. Тимошенко. – М., 1998. – 28 с.

191. Дубов Г. Г. Хлебобулочные изделия для диетического и лечебно-профилактического питания / Г. Г. Дубов // Библиотечка для специалистов хлебопекарной и макаронной промышленности : обзор. информ. – М. : ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1994. – 24 с.

192. Слепнева Л. Р. Технология производства, пищевая и биологическая ценность пирожковых начинок из крови животных / Л. Р. Слепнева, А. А. Васильев, В. К. Вахрамеев // Изв. вузов. пищ. технология. – 1993. – № 3–4. – С. 40–41.

193. А. с. 765832 СССР МКЛЗ А 23 I 1/06. Способ производства пищевого полуфабриката из цельной крови убойных животных / Т. Л. Корчагина, В. М. Киселев, Т. П. Шухова (СССР). – № 4675934/13 ; заявл. 27.01.89 ; опубл. 30.04.89, Бюл. № 17.

194. Рогов И. А. Гемсодержащие белково-полисахаридные комплексы,

получаемые при комплексной переработке крови / И. А. Рогов, Л. Б. Макарова, М. П. Макарова // Переработка и уничтожение полимерных промышленных и сельскохозяйственных отходов. Экология производства полимерных материалов : тез. докл. науч.-техн. конф., 31 мая – 3 июня 1994 г. – Москва, 1994. – С. 54–55.

195. Бакулева З. И. Рациональное использование вторичных ресурсов сырья на предприятиях мясной промышленности СССР и за рубежом / З. И. Бакулева // Мясная пром-сть : обзор. информ. – М. : АгроНИИТЭИММП, 1991. – 32 с.

196. Лисицын А. Б. Некоторые научно-технические проблемы мясной промышленности / А. Б. Лисицын // Мясная пром-сть. – 1994. – № 4. – 23 с.

197. Гуров В. А. Справочник по производству органопрепаратов / В. А. Гуров, М. А. Иноземцев, А. Б. Замиковский. – М. : Пищ. пром-сть, 1970. – 325 с.

198. Горбатов В. М. Сбор, отработка и использование крови на пищевые цели / В. М. Горбатов, Н. Д. Мамонтов // Мясная пром-сть : обзор. информ. – М. : ЦНИИТЭИММП, 1979. – 30 с.

199. Гуров В. А. Справочник по эндокринному, ферментному, специальному сырью и производству органопрепаратов / В. А. Гуров. – М. : Пищепромиздат, 1961. – 307 с.

200. Стекольников Л. И. Использование крови убойных животных для лечебных целей / Л. И. Стекольников, А. А. Белоусов // Мясная индустрия СССР. – 1987. – № 1. – С. 11–13.

201. Современные подходы к созданию мясных изделий общего и лечебно-профилактического назначения [И. А. Рогов, Е. И. Титов, В. А. Алексахина и др.] // Мясная пром-сть. – 1994. – № 2. – С. 6–7.

202. Сизенко Е. И. Научная концепция комплексной переработки животноводческого сырья / Е. И. Сизенко / Мясная промышленность. – 1993. – № 6. – 28 с.

203. Исследование пищевой, биологической ценности и клиническая

оценка колбасок для лечебно-профилактического питания детей / [А. В. Устинова, Н. В. Любина, Н. Е. Солдатова и др.] // Проблемы рационального питания детского и взрослого населения, проживающего на территориях, пострадавших в результате аварий на Чернобыльской АЭС : материалы научной конференции. – М., 1993. – 171 с.

204. Устинова А. В. Новые виды колбасных изделий для рационального и лечебно-профилактического питания детей / А. В. Устинова, Н. В. Любина, Н. Е. Солдатова // Пищевая промышленность. – 1995. – № 6. – С. 12–13.

205. Гутиков В. В. Технология полуфабрикатов из крови убойных животных с целью их использования в общественном питании : автореф. дис.... канд. техн. наук : 05.18.16 / В. В. Гутиков. – Харьков, 1995.

206. Немирич А. В. Технология жиросодержащих кондитерских изделий повышенной пищевой ценности для лечебно-профилактического питания : дис.... канд. техн. наук : 05.18.16 / А. В. Немирич. – Харьков, 1998. – 350 с.

207. Евлаш В. В. Технология сухого пищевого концентрата на основе крови убойных животных и его применение при производстве сладких взбивных изделий : дис.... канд. техн. наук : 05.18.16 / В. В. Евлаш. – Харьков, 1998. – 380 с.

208. Волошин П. В. Технология комплексной пищевой добавки на основе боенской крови : дис.... канд. техн. наук : 05.18.16 / П. В. Волошин. – Харьков, 2004. – 148 с.

209. Использование новой полифункциональной пищевой добавки «Гемодар» в технологии мясопродуктов,пельменей и жележных изделий / [А. И. Черевко, П. В. Волошин, В. В. Евлаш и др.] // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2002. – Ч. 1. – С. 8–12.

210. Биологически активная добавка к пище «Пантогематоген сухой». – [Регистрац. удостоверение № 000147 ; положительное решение по заявке № 961139393/14 ; опубл. 24.11.1998].

211. Истомина М. М. Конфеты / М. М. Истомина // Пищевая промышленность. – 1999. – № 8. – С. 196–200.
212. Пат. 2161888 Российская Федерация, МПК А23G3/00, А23L1/226. Биодобавка для конфет / Миропольский И. А. ; заявитель и патентообладатель Миропольский И. А. – № 2000113112/13 ; заявл. 26.05.2000 ; опубл. 10.03.2001. – 3 с.
213. Багаева А. В. Обогащение сахаристых кондитерских изделий лекарственными травами / А. В. Багаева, И. Ю. Резниченко // Пища. Экология. Качество. – Новосибирск, 2003. – С. 249–251.
214. ТУУ 15.8-33185580-005:2007. Гематовіт. Загальні технічні умови. – [Введ. 2002-01-01]. – Дніпропетровськ, 2005. – 18 с.
215. Крилова Е. Н. Інноваційні технології виробництва іриса на підсолоджувачах / Е. Н. Крилова, Т. В. Савенкова // Кондитерське виробництво. – 2011. – № 2. – С. 6–7.
216. Пат. 14822 Україна, А23 L 1/29. Харчова добавка / Куєв В. Л., Луконіна І. М., Щіпкова Н. М. ; заявник та патентовласник В. Л. Куєв, І. М. Луконіна, Н. М. Щіпкова. – № 94032601 ; заявл. 18.02.97 ; опубл. 30.06.97, Бюл. № 3. – 8 с.
217. ТП по виробництву плитки солодкої «Козачок» : ТУ У 577/4600444317.013-2000 : [термін дії без обмежень]. – Черкаси : ЧПК-Фарма, 2000. – 7 с.
218. Луконина И. Н. Исследование процесса образования форм гемоглобина в крови убойных животных / И. Н. Луконина, Г. В. Шлапак, Т. Н. Воловик, Ю. Э. Брусиловский // Харчова наука і технологія. – 2009. – № 2 (7). – С. 16–20.
219. Качественные характеристики биологически активных добавок из модифицированной боенской крови / [И. В. Лерина, В. В. Евлаш, В. А. Коваленко, Е. Д. Розанова] // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. у 2-х ч. – Харків : ХДУХТ, 2003. – Ч. 1. – С. 414–418.

220. «Гемовитал» – пищевая добавка : ТУ У 15.1-01566330-160-2004. – [Чинні від 2005-12-23]. – Харьков : ХДУХТ, 2004. – 15 с. (С изменениями и дополнениями № 1 введ. 23.12.2005).

221. Исследование функционально-технологических свойств добавки «Гемовитал» / В. В. Евлаш, Н. И. Погожих, Л. А. Чернова, Е. Д. Розанова // Зб. наук. праць ЛНАУ. Сер. Технічні науки. – Луганськ, 2008. – № 87. – С. 62–66.

222. Евлаш В. В. Актуальность применения биологически активных добавок в профилактике железодефицитных состояний и рекомендации по их внесению в функциональные продукты питания / В. В. Евлаш, Н. И. Погожих, В. А. Винникова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2004. – № 2 (8). – С. 22–24.

223. Технологія глазури для кондитерських виробів, що збагачена на гемове залізо / В. В. Євлаш, О. В. Неміріч, А. В. Гавриш // Науковий вісник ЛНАУ. Сер. Технічні науки. – Луганськ : Видавництво ЛНАУ, 2010. – № 22. – С. 57–66.

224. Пат. 51904 Україна, МПК А23D9/00. Спосіб виробництва жирового напівфабрикату для шоколадної глазури / Погожих М. І., Євлаш В. В., Неміріч О. В., Гавриш А. В. та ін. ; опубл. 10.08.2010, Бюл. № 15. – 4 с.

225. Євлаш В. В. Технологія фруктово-ягідних начинок, збагачених на гемове залізо для печива / В. В. Євлаш, В. О. Акмен // Зб. наук. праць ОНАХТ. – Одеса, 2008. – Вип. 34. – С. 213–215.

226. Евлаш В. В. Способы обогащения мучных кондитерских изделий гемовым железом / В. В. Евлаш, О. Т. Старчаенко, В. А. Акмен // Технология и продукты здорового питания : II Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2008. – С. 45–46.

227. Евлаш В. В. Технологія фруктово-ягідних начинок, збагачених на гемове залізо для печива / В. В. Евлаш, В. А. Акмен // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій : зб. наук. праць. – Вип. 34, Т. 1. – Одеса, 2008. – С. 213–216.

228. Євлаш В. В. Наукові аспекти формування якості дієтичних добавок, що містять гемове залізо, та кондитерських виробів із їх використанням :

монографія / В. В. Євлаш, В. О. Акмен. – Х. : ХДУХТ, 2015. – 184 с.

229. Євлаш В. В. Адаптація методу кулонометричного титрування щодо визначення антиоксидантної активності рослинної сировини та дієтичних добавок / В. В. Євлаш, В. Г. Михайленко, В. О. Акмен // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 5/3 (53). – С. 56–59.

230. Євлаш В. В. Формування асортименту та якості фруктово-ягідних начинок, збагачених гемовим залізом, для борошняних кондитерських виробів / В. В. Євлаш, М. І. Погожих, В. О. Акмен // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць. – Харків : ХДУХТ, 2011. – Вип. 2 (14) – С. 220–227.

231. Євлаш В. В. Дослідження структурно-механічних і термостабільних показників якості фруктово-ягідних начинок із залізовмісними дієтичними добавками / В. В. Євлаш, М. І. Погожих, В. О. Акмен // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. праць. – Донецьк : Дон. нац. ун-т екон. і торг. ім. М. Турган-Барановського, 2012. – Вип. 28. – С. 225–229.

232. Євлаш В. В. Формування асортименту нових солодких плиток, типу ірису, збагачених на гемове залізо / В. В. Євлаш, В. О. Акмен // Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпечність продуктів : зб. статей III Всеукр. наук.-практ. конф., 21–22 квітня 2011 р. (Додатковий випуск Вісника Львівського інституту економіки і туризму). – Львів : ЛІЕТ, 2011. – С. 42–47.

233. Євлаш В. В. Зміна вмісту різних форм гемоглобіну під час нагрівання з введенням до рецептури добавки натрій карбоксиметилцелюлози / В. В. Євлаш, К. Д. Розанова, А. В. Гавриш // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. праць у 2-х ч. / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2004. – Ч. 1. – С. 69–72.

234. Євлаш В. В. Технологія харчових добавок із крові забійних тварин. Показники якості й безпеки / В. В. Євлаш // Тваринництво 21 сторіччя: новітні технології, досягнення та перспективи : наук.-техн. бюл. № 94 / Ін-т тваринництва УААН. – Харків, 2006. – № 94. – С. 139–144.

235. Евлаш В. В. Биологическая ценность новой пищевой добавки «Гемовитал» лечебно-профилактического назначения / В. В. Евлаш, А. В. Гавриш, Л. А. Чернова, В. А. Винникова // Товарознаводство та ринок споживчих товарів у 3-му тис-ті : тези доповіді Міжнар. науково-практичної конференції. – Донецьк : ДонДУЕТ, 2004. – С. 22–23.

236. Обоснование и разработка новой биологически активной пищевой добавки из крови убойных животных / [В. В. Евлаш, В. Г. Горбань, В. А. Коваленко, Е. Д. Розанова] // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка / Харк. нац. техн. ун-т сільськ. госп-ва ім. П. Василенка. – Х., 2003. – Вип. 22. – С. 232–236.

237. Евлаш В. В. Клинико-лабораторное исследование диетической добавки «Гемовитал» при введении ее в рационы питания / В. В. Евлаш, М. И. Погожих // Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія : IV Міжнар. наук.-практ. конф., 23–24 травня 2006 р. – У 2 ч. – Х., 2006. – Ч. 1. – С. 145–147.

238. Евлаш В. В. Актуальность применения биологически активных добавок в профилактике железодефицитных состояний и рекомендации по их внесению в функциональные продукты питания / В. В. Евлаш, Н. И. Погожих, В. А. Винникова // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2004. – № 2 (8). – С. 22–24.

239. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. – М. : Экономика, 1983. – 720 с.

240. Методичний посібник з реологічних методів дослідження сировини та харчових продуктів та автоматизації розрахунків реологічних характеристик / [П. П. Пивоваров, М. І. Погожих, В. В. Полевич та ін.]. – Харків : ХДУХТ, 2006. – 150 с.

241. Нормы физиологических потребностей населения Украины в основных пищевых веществах и энергии : [Утверждены Министерством охраны здоровья Украины 18.11.1999 г. № 272].

242. Погожих Н. І. Технологія м'ясних січених виробів, збагачених гемовим

залізом / Н. І. Погожих, В. В. Євлаш, М. В. Міщенко // Наукові праці національного університету харчових технологій : зб. наук. праць / Київський нац. ун-т харч. технологій. – К., 2007. – № 20. – С. 31–33.

243. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / под ред. А. А. Покровского. – М. : Пищевая пром-сть, 1977. – 227 с.

244. Практикум з фізіології харчування : навчальний посібник / [Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцька, В. С. Артеменко, О. І. Дорошенко]. – Дніпропетровськ : Пороги, 2004. – 193 с.

245. Покровский А. А. Атакуемость белков пищевых продуктов протеолитическими ферментами «in vitro» / А. А. Покровский, И. Д. Ертанов // Вопросы питания. – 1965. – № 3. – С. 38–44.

246. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов № 5061. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 186 с.

247. Євлаш В. В. Технологія десерту сиркового «Попелюшка» проти анемічної спрямованості / В. В. Євлаш, Н. Г. Каднікова, О. Ю. Нагорна // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2007. – Вип. 2 (6). – С. 47–51.

248. Євлаш В. В. Маркетингові перспективи нового виду хліба «Бадьорість» / В. В. Євлаш, І. В. Тарасов, В. О. Віннікова // Товари і ринки. – 2007. – № 1. – С. 27–31.

249. Хліб із житнього та суміші житнього і житньо-пшеничного борошна. Технічні умови : ДСТУ 4583 : 2006. [Надано чинності 2006-08-23]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 12 с.

250. Королева М. С. Техническая микробиология цельномолочных продуктов / М. С. Королева. – М. : Пищевая пром-сть, 1975. – 270 с.

251. Євлаш В. В. Противоанемическая пищевая добавка «Гемовитал» в технологии пшенично-ржаного хлеба / В. В. Євлаш, Н. И. Погожих,

Н. Г. Кадникова // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України : щомісячний науково-практичний журнал. – Київ. – 2006. – № 2 (15). – С. 9–11.

252. Євлаш В. В. Технологія хліба житньо-пшеничного, що збагачений на гемове залізо, та оцінка якості (початок) / В. В. Євлаш, О. В. Неміріч, В. О. Віннікова // Хлебопекарское и кондитерское дело. – 2008. – № 1 (16). – С. 48–51.

253. Євлаш В. В. Технологія хліба житньо-пшеничного, що збагачений на гемове залізо, та оцінка якості (закінчення) / В. В. Євлаш, О. В. Неміріч, В. О. Віннікова // Хлебопекарское и кондитерское дело. – 2008. – № 2 (16). – С. 48–50.

254. A. Zwart, A. Buursma, E.J. van Kampen, B. Oeseburg, P.H.W. van der Ploeg, W.G. Zijlstra A Multi - wavelength spectrophotometric Method for the simultaneous determination of five Hemoglobin derivatives // J. Clin. Chem. Clin. Biochem, 1981. – No. 19, No. 7. – P. 457–463.

255. Євлаш В. В. Сорбційні характеристики хліба, збагаченого на гемове залізо / В. В. Євлаш, О. В. Неміріч, М. В. Міщенко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка / Харк. нац. техн. ун-т сільськ. госп-ва ім. П. Василенка. – Х., 2005. – Вип. 38 [присвячений 75-річчю ХДТУСГ]. – С. 244–247.

256. Технология сухарей противоанемической направленности / [Н. И. Погожих, В. В. Евлаш, В. А. Винникова и др.] // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій : зб. наук. праць / Одеська нац. ак. харч. технол. – Одеса, 2006. – Вип. 29, т. 2. – С. 202–203.

257. Павлов А. В. Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания / А. В. Павлов. – Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 1998. – 450 с.

258. Євлаш В. В. Збагачення пряників легкозасвоюваним гемовим залізом / В. В. Євлаш, О. В. Неміріч, В. О. Віннікова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2006. – Вип. 1 (3) – С. 258–264.

Научное электронное издание
комбинированного использования
Можно использовать в локальном и сетевом режимах

ЕВЛАШ Виктория Владленовна
ПОГОЖИХ Николай Иванович
АКМЕН Виктория Александровна

**НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИЙ
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ АНТИАНЕМИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
СО СТАБИЛИЗИРОВАННЫМ ГЕМОВЫМ ЖЕЛЕЗОМ**

Монография

Ответственный за выпуск зав. кафедрой химии, микробиологии
и гигиены питания
д-р техн. наук, проф. В.В. Евлаш

Технический редактор В.П. Вавилина

План 2016 г., поз. 78 /117/16.

Подп. к печати 20.06.2016 г. Один электронный оптический диск (CD-ROM);
сопроводительная документация. Объем данных 11,6 Мб. Тираж 100 экз.

Издатель и изготовитель
Харьковский государственный университет питания и торговли
ул. Клочковская, 333, г. Харьков, 61051.
Свидетельство субъекта издательского дела ДК № 4417 от 10.10.2012 г.



