



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ

Департамент пищевых наук и технологий

Гаврилова Юлия Анатольевна

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ В
СПОРТИВНОМ ПИТАНИИ**

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

по образовательной программе подготовки магистров
по направлению 19.04.04 «Технология продукции и организация
общественного питания»

г. Владивосток
2018

Автор работы студент гр. М 7210 Сидор
подпись

«25» июня 2018 г.

Руководитель ВКР К.Т.Н., доцент
докладывает, руководит работой

Ершова
(подпись) Т.А. Ершова
(ФИО)

«25» июня 2018 г.

Назначен рецензент К.Т.Н. доцент
(подпись)

Чемисова Т.Н.
(подпись) Чемисова Т.Н.
(ФИО)

«Допустить к защите»

Защита в ГЭК с оценкой

Секретарь ГЭК

Директор ДППиТ профессор
с ученой степенью

подпись _____ И.О. Фамилия

_____ Ю.В. Пришибыко
(подпись) (ФИО)

«__» _____ 2018 г.

«__» _____ 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ

Ю.С. Хотимченко / _____ /
Ф.И.О. Подпись

Директор Школы Бизнес-инженерии
«__» _____ 2018 г.

В материалах данной выпускной квалификационной работы не содержатся сведения, составляющие государственную тайну, и сведения, подлежащие экспортному контролю.

Ю.С. Хотимченко / _____ /
Ф.И.О. Подпись

Уполномоченный на экспортный контроль
«__» _____ 2018 г.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ

Департамент пищевых наук и технологий

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

студенту (ке) Гавриловой Юлии Анатольевне группы М 7210
(фамилия, имя, отчество)

на тему *Использование белковых концентратов в спортивном питании*

Вопросы, подлежащие разработке (исследованию):

обзор литературных данных; убедиться в актуальности темы исследования, подобрать и обосновать компоненты для рецептурной композиции белково-углеводного продукта, изучить влияние компонентов продукта и технологических факторов на функционально-технологические свойства белков; обосновать рациональные режимы технологии производства специализированного белково-углеводного продукта методом сухого смешивания, исследовать изменение физико-химических показателей; разработать технологию белково-углеводного продукта и рекомендации по его применению; разработать проект технической документации для производства специализированного белково-углеводного продукта для питания спортсменов

Основные источники информации и прочее, используемые для разработки темы:

Научные статьи по исследуемой теме, печатные и периодические издания, государственные стандарты на методы исследований.

Срок представления работы « 25 » июне 2018г.

Дата выдачи задания « 14 » ноября 2017г.

Руководитель ВКР к.т.н доцент Ершова Т. А. Ершова
(должность, уч. звание) (подпись) (и.о.ф)

Задание получил Гаврилова Ю. А. Гаврилова
(подпись) (и.о.ф)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ

Департамент пищевых наук и технологий

Г Р А Ф И К

подготовки и оформления выпускной квалификационной работы

студенту (ки) Гавриловой Юлии Анатольевны группы М 7210
(фамилия, имя, отчество)

на тему *Использование белковых концентратов в спортивном питании*

| № п/п | Выполняемые работы и мероприятия | Срок выполнения | Отметка о выполнении |
|-------|---|-----------------|----------------------|
| 1 | Выбор темы и согласование с руководителем | февраль | выполнено |
| 2 | Составление плана работы. Подбор первичного материала, его изучение и обработка. Составление предварительной библиографии | февраль-март | выполнено |
| 3 | Разработка и представление руководителю первой части работы | февраль-март | выполнено |
| 4 | Составление задания на преддипломную практику и сбору материала для выполнения ВКР | март-апрель | выполнено |
| 5 | Разработка и представление руководителю второй части работы | апрель-май | выполнено |
| 6 | Разработка и представление руководителю третьей части работы | май | выполнено |
| 7 | Подготовка и согласование с руководителем выводов, введения и заключения. Подготовка презентации работы | май | выполнено |
| 8 | Доработка ВКР в соответствии с замечаниями руководителя | 24 мая 2018 | выполнено |
| 9 | Первая проверка ВКР в системе «Антиплагиат» | 29 мая 2018 | выполнено |
| 10 | Исправление возможных фрагментов плагиата | 1 июня 2018 | выполнено |
| 11 | Предзащита ВКР на заседании выпускающей кафедры | 15 июня 2018 | выполнено |
| 12 | Доработка ВКР в соответствии с замечаниями, высказанными на предзащите | 15-20 июня 2018 | выполнено |
| 13 | Вторая проверка ВКР в системе «Антиплагиат» и представление руководителю на проверку для получения отзыва | 21 июня 2018 | выполнено |
| 14 | Загрузка ВКР на сайт Научной библиотеки ДВФУ | 25 июня 2018 | выполнено |
| 15 | Завершение подготовки к защите (доклад, раздаточный материал, презентация в Power Point) | 27 июня 2018 | выполнено |

Студент  (подпись)

Ю.А. Гаврилова (и.о. фамилия)

«25» июня 2018 г.

Руководитель ВКР К. Т. Н., ДОЦЕНТ
(должность, уч. звание)

 (подпись)

Т.А. Ерилова
(и.о. фамилия)

«25» июня 2018 г.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

ШКОЛА БИМЕДИЦИНЫ

Департамент пищевых наук и технологий

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ

на выпускную квалификационную работу студента (ки) *Гавриловой Юлии Анатольевны*
специальность *Технология продукции и организация общественного питания* группа М 7210

Руководитель ВКР к.т.н. доцент Т.А. Еришова
(ученая степень, ученое звание, и.о.фамилия)

на тему *Производство белковых концентратов в спортивной питании*

Дата защиты ВКР « 2 » июля 2017 г.

Машетерская диссертация выполнена Гавриловой Ю. А. в полном объеме по графику и со сроком заранее. Тема работы актуальна. Промышленное производство белковых концентратов в нашей стране ограничено, они имеют узкую направленность. В работе Гаврилова Ю. А. изучено отечественное и зарубежное литературные материалы по проблеме производства белковых концентратов в спортивной питании. В экспериментальной разделе проведены подбор компонентов для рецептур белково-углеводной продукции, изучено влияние компонентов

| |
|---|
| 2 Достоинства работы: умение работать с литературой, последовательно и грамотное излагать материал, оригинальность идей, раскрытие темы, достижение поставленных целей и задач |
| Тема раскрыта полностью, цель, работы достигнута путем решения поставленных задач, материал изложен последовательно и научно обоснован. |
| 3 Недостатки и замечания (как по содержанию, так и по оформлению) |
| Значительных замечаний нет. Есть недочеты в оформлении. |
| 4 Целесообразность внедрения, использование в учебном процессе, публикации и т.п. |
| Результаты работы следует использовать в учебном процессе и опубликовать в печать. |
| 5 Общий вывод: (о присвоении дипломнику соответствующей квалификации и оценка: отлично, хорошо, удовлетворительно). |
| Работа заслуживает оценки «отлично» и присвоения Гавриловой Ю.А. квалификации магистр, по направлению подготовки 19.04.04 Технология продукции и организация общественного питания. |

Оценка отлично

Рецензент

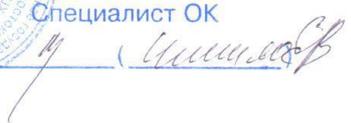
Канд. техн. наук, доцент кафедры
Международного маркетинга и торговли
Владивостокского государственного университета
экономики и сервиса

«16» июня 2018 г.


(подпись) Г.Н. Чемис
(и.о.ф.)



Подпись
заверяю
26 ИЮН 2018
Специалист ОК



ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|--|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 11 |
| ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ | 16 |
| 1.1 Общие принципы питания спортсменов. Медико-биологические и технологические требования предъявляемые к питанию спортсменов | 16 |
| 1.2 Классификация специализированных продуктов для питания спортсменов | 21 |
| 1.3 Современное представление о специализированных продуктах для питания спортсменов | 23 |
| 1.4 Современный опыт и перспективы использования сывороточных белков в производстве функциональных напитков | 25 |
| 1.5 Специализированные белково-углеводные пищевые продукты (смеси) для питания спортсменов | 33 |
| 1.6 Способы производства сухих специализированных продуктов. | 39 |
| 1.7 Аппаратурное оформление процесса сухого смешивания. Выбор критерия качества смешения компонентов..... | 41 |
| ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ | 48 |
| 2.1 Организация эксперимента | 48 |
| 2.2 Объекты исследования | 51 |
| 2.3 Методы исследования..... | 54 |
| 2.3.1 Методы определения органолептических показателей качества концентратов пищевых..... | 54 |
| 2.3.2 Расчёт биологической ценности белков пищевых продуктов..... | 54 |
| 2.3.3 Метод определения гранулометрического состава | 56 |
| 2.3.4 Метод оценки дисперсности суспензии в концентратах | 58 |
| 2.3.5 Определение индекса растворимости | 59 |
| 2.3.6 Метод определения скорости растворения (диспергируемости)..... | 60 |
| 2.3.7 Метод определения смачиваемости (Метод Моора)..... | 60 |
| 2.3.8 Метод определения белка..... | 62 |
| 2.3.9 Методы определения жира..... | 70 |
| ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБАТЫВАЕМОМУ ПРОДУКТУ. ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА ПРОДУКТА. ПОДБОР СЫРЬЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ. Ошибка! Закладка не определена. | |
| 3.1 Обоснование состава белково-углеводного продукта Ошибка! Закладка не определена. | |
| 3.2 Исследование физико-химических характеристик и биологической ценности белковых концентратов | Ошибка! Закладка не определена. |
| 3.3 Исследование физико-химических свойств компонентов в модельной системе «белок — полисахарид - вода»..... | Ошибка! Закладка не определена. |

| | |
|---|--|
| ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И РЕКОМЕНДАЦИЙ К ПРИМЕНЕНИЮ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ | Ошибка! Закладка не определена. |
| 4.1 Технология производства специализированного белково-углеводного продукта для питания спортсменов. | Ошибка! Закладка не определена. |
| 4.2 Органолептическая оценка..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 4.3. Микробиологические показатели специализированного белково-углеводного продукта. Показатели безопасности белково-углеводного продукта. | Ошибка! Закладка не определена. |
| 4.4 Исследование физико-химических характеристик белково-углеводного концентрата для питания спортсменов..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 4.5 Разработка рекомендаций по применению белково-углеводного концентрата..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 4.6 Разработка нормативной документации на пищевые белково-углеводные продукты для питания спортсменов..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 5. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 5.1 Расчёт стоимости сырьевого набора..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 5.2 Оценка экономической эффективности.. | Ошибка! Закладка не определена. |
| ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ | Ошибка! Закладка не определена. |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | Ошибка! Закладка не определена. |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б..... | Ошибка! Закладка не определена. |

ВВЕДЕНИЕ

Питание - жизненная потребность человека. Основные задачи питания состоят в обеспечении организма человека энергией, пластическими (строительными) веществами и биологически активными компонентами. Дефицит как микро- так и макронутриентов может привести к снижению иммунитета, ухудшению умственной и физической работоспособности.

Для спортсменов, стремящихся к достижению высоких результатов, вопросы рационального питания приобретают особое значение, поскольку взаимосвязь питания и физической работоспособности в настоящее время не вызывает сомнений.

Современный спорт характеризуется интенсивными физическими, психическими и эмоциональными нагрузками. Процесс подготовки спортсмена к соревнованиям включает, как правило, двух- или даже трехразовые ежедневные тренировки, оставляя все меньше времени для отдыха и восстановления физической работоспособности. Понятно, что средства и способы восстановления физической работоспособности спортсменов должны вытекать из характера выполняемой работы. Одним из первых и мощных средств восстановления является питание, именно оно в первую очередь способно расширить границы адаптации организма спортсмена к экстремальным физическим нагрузкам. Однако среди специалистов не существует единого мнения относительно стратегии и тактики питания спортсменов. Возможно, это связано с отсутствием точной информации о физиологических и биохимических изменениях в организме спортсмена в условиях многократных тренировок и сверхнапряженных соревнований.

Прежние представления, например, о биохимической неоднородности процессов восстановления после однократной физической нагрузки требуют на сегодня серьезной корректировки. Суточные ритмы обмена веществ,

характерные для состояния покоя, также могут изменяться под воздействием такого фактора, как систематическая мышечная деятельность.

Постоянно меняющийся характер физической нагрузки переключает обмен веществ с одного вида (обмен белка при силовой и скоростно-силовой работе) на другой (обмен углеводов и липидов при работе на выносливость). Существующие рекомендации по питанию спортсменов в разных видах спорта учитывают объем и интенсивность нагрузки осредненным, интегрально-валовым образом.

Полное покрытие расходов энергии у спортсменов есть необходимое требование. Однако существует мнение, что это не всегда обязательно. Определенный дефицит в 5-10% от суточных энергозатрат целесообразно иметь в тех случаях предсоревновательного периода, когда необходимо использовать неполное удовлетворение энергетических потребностей в качестве биологического стимулятора обменных процессов с целью лучшей адаптации спортсменов к нагрузкам. При этом недостаток энергетического и пластического субстрата стимулирует его образование в организме и повышает коэффициент полезного действия пищи и тренировки. Понятно, что такой способ адаптации нельзя применять в период сверхинтенсивных (максимальных) тренировок и соревнований или в дни восстановления.

При организации рационального питания спортсменов в период напряженных физических нагрузок в условиях учебно-тренировочного сбора или в сложных условиях соревнований появилась необходимость использовать специальные продукты повышенной биологической ценности (ППБЦ). Успешное применение таких продуктов предполагает четкое определение стратегии и тактики их использования.

Все более расширяющееся отечественное производство и использование специализированных продуктов в питании спортсменов требует объективного научного обоснования принципов их создания.

Научные представления и практические основы в вышеизложенных направлениях заложены в трудах Арансона М.В., Волгарева М.Н., Гольберг

Н.Д., Лаптева А.П., Лифляндского В.Г., Орджоникидзе З.Г., Полиевского С.А., Покровского А.А., Поляева Б.А., Португалова С.Н., Пшендина А.И., Рогозкина В.А., Рогова И.А, Сейфуллы Р.Д., Смутьского В.М., Суздальского Р.С., Токаева Э.С., Тутельяна В.А., Coleman El., Lemon PW., Wilmore J., Williams M.H. и др.

Цели и задачи исследования. Цель данной диссертационной работы – изучение возможности использования белковых концентратов в спортивном питании, разработка нового специализированного белково-углеводного продукта и разработка продукта СТО.

Для достижения поставленной цели определены следующие научные задачи:

1. Провести анализ литературных источников по проблеме использования белковых концентратов в спортивном питании;
2. Подобрать и обосновать компоненты для рецептурной композиции белково-углеводного продукта для питания спортсменов;
3. Изучить влияние компонентов продукта и технологических факторов на функционально-технологические свойства белков;
4. Обосновать рациональные режимы технологии производства специализированного белково-углеводного продукта методом сухого смешивания, исследовать изменение физико-химических показателей;
5. Разработать технологию белково-углеводного продукта и рекомендации по его применению;
6. Разработать проект технической документации для производства специализированного белково-углеводного продукта для питания спортсменов.

Научная новизна работы. Проанализированы данные об основных метаболических изменениях и их последствиях, происходящих в организме спортсменов при интенсивных силовых и скоростно-силовых физических нагрузках и сформулированы технологические рекомендации к разрабатываемому продукту.

На основе показателей пищевой и биологической ценности, а также функциональной направленности ингредиентов обоснован состав специализированного белково-углеводного продукта для питания спортсменов.

Определена скорость растворения сывороточных и яичных белков в зависимости от содержания полисахаридов в модельной системе «белок - полисахарид - вода».

Определены рациональные соотношения белкового компонента к углеводному - 1:2, при которых восстановленный продукт имеет вязкость характерную для данного вида продуктов и в заданном соотношении обеспечивает его функциональные свойства.

Так как основными белковыми компонентами разрабатываемого продукта являются сывороточные белки и яичный альбумин, нами был исследован гранулометрический состав препаратов сывороточных белков и яичного альбумина. Величина частиц и распределение их по размерам зависят от процесса получения препаратов и оказывают влияние на насыпную плотность, сыпучесть и быстроту растворения готового продукта.

Актуальность работы. В современном спорте проблема питания занимает одно из главных мест в общей системе подготовки высококвалифицированных спортсменов. Особые физиологические условия, в которых находится спортсмен силовых и скоростно-силовых видов спорта, приводят к появлению у него дополнительных потребностей в пищевых веществах, в частности в белке и основных микронутриентах. Однако повседневное питание не обеспечивает поступление в организм достаточного количества легкоусвояемых белков, особенно незаменимых аминокислот, а также не гарантирует необходимое их соотношение. Одним из решений данной проблемы является включение в рацион питания спортсменов специализированных белково-углеводных продуктов, обладающих повышенной биологической ценностью.

В последние годы в области разработки и применения специализированных белково-углеводных продуктов для питания спортсменов наметилось стремительное развитие. Однако их промышленное производство в нашей стране весьма ограничено.

Все более расширяющееся отечественное производство и использование специализированных продуктов в питании спортсменов требует объективного научного обоснования принципов их создания.

В связи с вышеизложенным разработка и практическая реализация технологии специализированного белково-углеводного продукта для питания спортсменов, учитывающего последствия метаболических изменений, происходящих в организме спортсмена при интенсивных физических нагрузках силовой и скоростно-силовой направленности и поддерживающего его нутритивный статус, является актуальной.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Общие принципы питания спортсменов. Медико-биологические и технологические требования предъявляемые к питанию спортсменов

При производстве специализированных продуктов питания для спортсменов необходимо руководствоваться основными медико-биологическими принципами, которые могут быть сформулированы следующим образом:

- принцип энергетической сбалансированности – соответствие энергетическим потребностям спортсмена. Питание должно не только возмещать расходуемые количества энергии, но и способствовать повышению работоспособности относительно исходного уровня;
- системность питания – питательные элементы наилучшим образом функционируют только во взаимодействии друг с другом;
- адекватность питания – следствие принципа системности – при недостаточном количестве даже одного жизненно важного питательного элемента в организме другие не смогут правильно функционировать;
- учет динамики образа жизни – подбор адекватных форм питания в зависимости от образа жизни, характера тренировок и места их проведения;
- точность дозирования физиологически функциональных ингредиентов – существует достаточно узкий диапазон необходимого потребления каждого питательного элемента, что является основой оптимального функционирования организма;
- соблюдение принципов сбалансированного питания в зависимости от вида спорта и специфики физических нагрузок [38, 51].

Медико-биологический подход к разработке рационов питания спортсменов основывается на изучении особенностей биохимических и физиологических процессов, протекающих в организме при физических

нагрузках и на этапах восстановления. Также учитываются особенности вида спорта, этап подготовки, время года, климатические условия, а также пол, возраст, антропометрические и других индивидуальные показатели конкретного спортсмена.

В отдельные периоды подготовки спортсменов, в зависимости от конкретных задач и содержания тренировочного процесса, возникает необходимость в составлении пищевых рационов определенной направленности (белковой, углеводной, белково-углеводной и др.). Например, в тренировочный период при выполнении спортивных упражнений, способствующих увеличению мышечной массы и развитию силы, следует усилить белковую направленность рациона питания. В этом случае следует включать в рацион дополнительные пищевые продукты, богатые белком или специализированные высокобелковые продукты. Для усиления углеводной направленности рациона, необходимо включать в него продукты, богатые простыми и сложными углеводами, углеводно-минеральные напитки при одновременном уменьшении продуктов, являющихся источниками жиров. Для усиления содержания жиров (например, в зимний период подготовки) следует включать в суточный рацион продукты, являющиеся источниками липидов.

В соответствии с особенностями обменных процессов при различных тренировочных режимах требуется изменение количественной и качественной характеристик питания.

При работе в анаэробном режиме необходимо сохранение в рационе оптимального количества белка и увеличение количества углеводов за счет снижения количества жира, дополнительного приема витамина группы В (В1, В2, В6, В12, РР) и аскорбиновой кислоты. Динамические или статические мышечные усилия, направленные на увеличение мышечной массы и развитие силы, требуют повышения содержания белка в рационе, а также витаминов В6, В2, РР, Р1 [47].

При работе в аэробном режиме, направленной на совершенствование выносливости, весьма существенным является увеличение калорийности рациона, а также количества углеводов, полиненасыщенных жирных кислот, липидов, витаминов А, Е, С, В1, В2, В12, биотина, фолиевой кислоты и др. [47].

При работе в смешанном анаэробно-аэробном режиме характер питания близок к формуле сбалансированного питания для здорового человека, при этом соотношение белков, жиров и углеводов соответствует 1:0,9:4 [47, 51].

Главная особенность спортивного питания состоит в том, что энерготраты при спортивной деятельности значительно выше, чем у стандартного здорового человека. Доказано, что энерготраты, а следовательно и калорийность суточного рациона питания спортсменов на любом этапе их деятельности (тренировки, соревнования или восстановление), почти в 2–3 раза выше, чем у обычного человека и составляют от 4000 до 8000 ккал (в зависимости от вида спорта и объема тренировок). Суммарная калорийность рациона питания достигается за счет энергетической ценности входящих в него белков, жиров и углеводов. С увеличением энерготрат естественно возрастает и потребность организма спортсменов в энергии и, соответственно, в пищевых веществах. Поэтому по сравнению с рационом обычного питания для спортсменов несколько изменяется оптимальное соотношение основных составляющих пищевого рациона: белков, жиров и углеводов – в сторону увеличения содержания углеводов.

Величины энерготрат спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни, являются крайне разнообразными и зависят в основном не только от вида спорта, но и от объема выполняемой работы. Энерготраты могут колебаться в очень больших пределах в одном и том же виде спорта в зависимости от периода подготовки к соревнованиям и во время соревнований. Кроме того, следует учитывать, что расход энергии

спортсмена зависит от его собственного веса. Поэтому энерготраты целесообразно рассчитывать в каждом отдельном случае, используя величину метаболического эквивалента (МЭТ).

Спортсменам, занимающимся видами спорта на выносливость, рекомендуется рацион, в котором белки поставляют 14–15 % от общего количества потребляемых калорий, жиры – 25 %, углеводы – 60–61 % [10, 47].

Для представителей видов спорта, требующих развития выносливости с силовыми компонентами, несколько усилена белковая часть рациона. Процентная доля калорийности, обеспечиваемая белками, жирами и углеводами, составляет соответственно 15-16%, 27% и 57-58% [10, 47].

В рационе представителей скоростно-силовых видов спорта содержание белков несколько выше, а углеводов ниже, чем в видах спорта на выносливость. Доля белков, жиров и углеводов в энергообеспечении рациона составляет соответственно 17-18%, 30% и 52-53% [10, 42].

Представители силовых видов спорта в отдельные периоды тренировочного процесса, направленного на увеличение мышечной массы и развитие силы, при нагрузках большого объема и интенсивных тренировках нуждаются в повышенном потреблении белка. Калорийность, обеспечиваемая белками в этот период, может составлять 18-20%, жирами – 31-32%, углеводами – 49-50% [47].

Специфика питания спортсменов связана также с повышенными потребностями организма в основных макро- и микронутриентах.

Так, потребность в белках у спортсменов в среднем составляет 2,0-2,5 г на 1 кг массы тела в сутки. В гимнастике, акробатике, фехтовании, беге на длинные дистанции, плавании, гребле, спортивных играх – 2,0-2,3 г; в метаниях, беге на короткие дистанции, прыжках, тяжелой атлетике, боксе, борьбе – 2,3-2,5 г; в многодневных велосипедных гонках потребность возрастает до 3,0-3,2 г на 1 кг массы тела. Для обеспечения нормального аминокислотного состава важен качественный состав белков. При этом доля

животного белка должна составлять не менее 60%. При употреблении рационов с высоким содержанием белка необходимо принимать во внимание факт потери воды. Дополнительная экскреция является следствием азотистой нагрузки на почки. Поэтому вопрос оптимального потребления жидкости спортсменами, чьи рационы содержат большое количество белка, чрезвычайно важен, так как дегидратация отрицательно влияет на спортивную работоспособность [38, 51].

Суточная потребность в жирах у спортсменов составляет 1,5-2,4 г на 1 кг массы тела. В рационе питания должно содержаться 75-80% жиров животного происхождения и 20-25 % жиров растительного происхождения.

Углеводы являются основным источником энергии для спортсменов, поэтому суточная потребность в них составляет 9-10 г на 1 кг массы тела, при этом 64 % должно приходиться на сложные углеводы и 36% – на простые. Если говорить о форме поступления углеводов в организм во время и после физических нагрузок, то, с точки зрения скорости восстановления мышечного гликогена, состояние дегидратации и подавленный аппетит склоняет выбор в пользу напитка. Говоря о синтезе мышечного гликогена, необходимо сказать и о видах углеводов, являющихся наиболее эффективными, с физиологической точки зрения, при производстве подобных напитков [10, 27].

Некоторые различия в метаболизме простых углеводов, в частности больший выброс инсулина после потребления глюкозы, чем фруктозы, ведут к предпочтительному использованию глюкозы и/или смеси её полимеров для восстановления мышечного гликогена. В то время как фруктоза является значительно менее эффективной для ресинтеза гликогена, чем глюкоза или сахароза. Различия во времени задержки в желудке, меньшая скорость всасывания фруктозы и возможность дисфункции со стороны желудочно-кишечного тракта так же обуславливают предпочтение в пользу других простых сахаров. Однако использование смеси глюкозы и фруктозы приводит к повышению скорости окисления экзогенных углеводов по

сравнению с использованием каждого из сахаров в отдельности. Различия между глюкозой, сахарозой и мальтодекстрином в метаболизме и влиянии на физическую работоспособность в ходе физической нагрузки незначительны. Менее приемлема, с точки зрения окисления в ходе физической нагрузки, галактоза. Каких-либо эффектов рибозы, с точки зрения влияния на работоспособность и восстановление, не обнаружено [10].

По аналогии с калорийностью питания суточная потребность организма спортсменов в витаминах и минералах выше обычной в 1,5-2 раза.

В условиях интенсивной мышечной работы резко возрастает потребность в воде у спортсменов. В зависимости от характера спортивной деятельности и температурных условий суточная потребность в воде у спортсменов различных специализаций может колебаться от 2-3 до 5-6 литров в сутки. [8]

1.2 Классификация специализированных продуктов для питания спортсменов

Специалистами НИИ питания РАМН опубликованы классификация и характеристика специализированных продуктов для питания спортсменов [22].

Специализированные пищевые продукты, используемые для питания спортсменов, – это продукты заданной пищевой и энергетической ценности и направленной эффективности, состоящие из набора нутриентов или представленные их отдельными видами, которые оказывают специфическое влияние на повышение адаптивных возможностей человека к физическим и нервно-эмоциональным нагрузкам, способствуя достижению высоких результатов.

Специализированные пищевые продукты предназначены для питания спортсменов, представляющих различные виды спорта (циклические, скоростно-силовые, игровые, сложнокоординационные, сложнотехнические,

спортивные единоборства). Эти продукты используются как пищевые модули в зависимости от характера физической нагрузки и вида спорта с учетом фактического потребления пищевых веществ и суточных энергозатрат. Они применяются для питания спортсменов во время многоразовых тренировок, в процессе соревнований, восстановительном периоде, для регуляции массы тела и водно-солевого обмена, увеличения кратности питания во время соревнований и усиленных продолжительных тренировок, снижения объема суточных рационов в дни соревнований [22].

Несомненными достоинствами специализированных продуктов питания для спортсменов являются высокая пищевая плотность, гомогенность, разнообразие удобных форм для хранения и транспортирования, высокие органолептические и гигиенические качества. Это позволяет с успехом использовать их в практике питания спортсменов и лиц, активно занимающихся физическими упражнениями в оздоровительных целях. При этом количество энергии, получаемой за счет применения продуктов спортивного питания, не должно превышать 5-10 % общей калорийности рациона, а применение в больших количествах не должно быть длительным [22].

В научной литературе и на сайтах компаний-изготовителей приводятся различные классификации специализированных продуктов для питания спортсменов. Чаще всего их группируют по химическому составу или целевому назначению. По составу продукты делят на белковые, белково-углеводные, углеводно-минеральные, витаминно-минеральные и биологически активные добавки. По назначению выделяют продукты для корректировки массы тела, развития мышечной массы, ускорения процессов восстановления организма, предохранения суставов и связок, регуляции водно-солевого обмена и т.д. [15]

В соответствии с рекомендациями Научного комитета по питанию Европейской комиссии от 2001 г. (Scientific Committee on Food of European

Commission), все продукты для питания спортсменов условно разделены на 4 категории:

- категория А – богатые углеводами энергетические пищевые продукты;
- категория В – углеводно-электролитные растворы;
- категория С – белки и белковые компоненты;
- категория D – биологически активные добавки к пище (эссенциальные нутриенты, прочие компоненты пищи) [9].

Э.С. Токаев и И.А. Бастриков особо отмечают роль специализированных белково-углеводных продуктов питания для спортсменов. Такие пищевые продукты обладают рядом особенностей. Их производят из комплекса углеводов с разной длиной цепи, белкового сырья, они могут содержать среднецепочечные триглицериды, богаты различными микронутриентами (витаминными, минеральными веществами), которые стимулируют энергетический обмен и синтез белка в организме. Ассортимент белково-углеводных продуктов, используемых в питании спортсменов, с каждым годом расширяется.

1.3 Современное представление о специализированных продуктах для питания спортсменов

Как было сказано выше, все биохимические изменения, которые происходят в организме спортсмена в процессе тренировок, находятся в тесной зависимости от полноценного обеспечения организма основными пищевыми веществами и эссенциальными компонентами питания. Количественный и качественный состав пищи во многом определяет энергетические ресурсы организма, создает оптимальный метаболический фон и может существенно влиять на физическую работоспособность, а также на длительность периода восстановления организма после физической нагрузки.

Однако потребность в высококалорийной пище, возникающая при интенсивных физических нагрузках, часто вызывает практические трудности при составлении полноценных рационов: равномерное распределение пищевых веществ в течение дня, подбор адекватных форм и видов пищевых продуктов, восполнение повышенных потребностей организма в эссенциальных макро- и микронутриентах и др. Важной проблемой является также качество пищи, которое зависит от способа выращивания и хранения сырья, технологии приготовления и дальнейшей кулинарной обработки продукта [10, 48, 56, 57, 58].

Решение этих задач может быть осуществлено путем создания специализированных продуктов модифицированного химического состава, повышенной пищевой и биологической ценности.

Необходимость использования специализированного питания в спорте обусловлена тем, что при тренировочных нагрузках большого объема и высокой интенсивности восстановление работоспособности и основных метаболических функций не всегда может быть осуществлено с помощью традиционных продуктов питания. Включение в пищевой рацион специализированных продуктов, имеющих в своем составе легко утилизируемые источники энергии, пластические материалы и биологически активные вещества, позволяют регулировать и активизировать биохимические процессы и, следовательно, целенаправленно воздействовать на организм спортсменов на различных этапах тренировочного процесса [8, 27, 43, 55, 58, 63].

Специализированные продукты для питания спортсменов используются в практике спорта для решения следующих конкретных задач:

- питание на дистанции и между тренировками
- ускорение процессов восстановления организма после тренировок и соревнований,
- регуляция водно-солевого обмена и терморегуляция,
- корректировка массы тела,

- направленное развитие мышечной массы спортсмена,
- снижение объема суточных рационов в период соревнований,
- изменение качественной ориентации суточного рациона в зависимости от направленности тренировочных нагрузок или при подготовке к соревнованиям,
- индивидуализация питания, особенно в условиях больших нервно-эмоциональных напряжений,
- срочная коррекция несбалансированных суточных рационов,
- увеличение кратности питания в условиях многоразовых тренировок и др. [48, 51, 66].

На основании исследований, проведенных в ГУ НИИ Питания РАМН, было установлено, что применение специализированных продуктов на фоне фактического питания способствовало уменьшению величины метаболических сдвигов под воздействием интенсивных физических нагрузок и более быстрому восстановлению до исходного уровня ряда метаболических показателей. Такой тип реакции, по мнению многих специалистов, свидетельствует об устойчивости организма к экстремальным воздействиям, экономизации работы функциональных систем, участвующих в механизмах адаптации, более совершенных реакциях метаболизма и расширения функциональных возможностей организма, позволяющих достигать исключительно высокого уровня работоспособности [11, 36].

Проведенные исследования показали целесообразность использования специализированных продуктов для придания пищевому рациону спортсмена выраженной направленности (белковой или углеводной) в соответствии с потребностями спортсменов разных видов спорта в различные периоды спортивной деятельности [29, 52].

1.4 Современный опыт и перспективы использования сывороточных белков в производстве функциональных напитков

Одним из приоритетных направлений в производстве функциональных напитков является применение современных полифункциональных ингредиентов. В данном направлении постоянно ведутся разработки новых технологий производства этих ингредиентов, исследуются их технологические и функциональные свойства, механизмы взаимодействия с различными биосистемами.

Использование современных технологий и последних научных достижений позволяет производителям разрабатывать рецептуры новых продуктов с заданными органолептическими параметрами и функциональной направленностью на основе и с применением полифункциональных ингредиентов.

Особый интерес при производстве функциональных напитков представляют белковые препараты животного происхождения – сывороточные белки.

Сывороточные белки представляют собой группу различных фракций глобулярных белков, отличающихся друг от друга по структуре и свойствам, и составляют 20% всех белков молока. Главными представителями сывороточных белков являются β -лактоглобулин (50-55%) и α -лактальбумин (20-25%). Остальное количество сывороточных белков приходится на альбумин сыворотки крови, иммуноглобулины, многочисленные минорные белки, например лактоферрин, лактопероксидаза и другие ферменты [17, 30, 41].

Сухая сыворотка из-за высокого содержания в ней лактозы (70-85%) находит ограниченное применение в производстве функциональных напитков. В последнее время все более широкое распространение получают продукты ультра- и нанофильтрации сыворотки - концентраты и изоляты, а также продукты ферментативного расщепления сывороточных белков – гидролизаты.

Концентрат сывороточного белка получают из сладкой сыворотки путем ультрафильтрации. После ультрафильтрации сыворотка обогащается

белком, а количество воды, лактозы и минеральных веществ в ней значительно снижается [17].

Содержание лактозы и жира в белковых концентратах можно понизить (при соответствующем повышении концентрации белка до 90-95%) путем использования процесса нанофильтрации. В результате получают изоляты сывороточных белков, обладающие не только улучшенными функционально-технологическими свойствами, но и высокой биологической ценностью [17].

Гидролиз изолятов сывороточных белков позволяет получить белковые гидролизаты – продукты с высоким содержанием свободных аминокислот и низкомолекулярных полипептидов. В зависимости от содержания аминокислот, молекулярной массы полипептидной фракции, наличия ди-, три- и олигопептидов может быть определена область наиболее эффективного использования гидролизатов. К белковым гидролизатам, получаемым для пищевых целей важным показателем являются органолептические свойства и биологическая ценность [17].

Сравнительная характеристика химического состава изолята, концентрата и гидролизата сывороточных белков представлена в Таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав препаратов сывороточного белка

| Продукт | Белок, % | Жир, % | Углеводы (лактоза), % | Зола, % | Вода, % |
|--------------------------------|----------|---------|-----------------------|---------|---------|
| Концентрат сывороточного белка | 25-80 | 2-6 | 5-70 | 3-8,5 | >5 |
| Изолят сывороточного белка | 90-95 | 0,5-1,5 | 1-2 | 2,5-5 | >5 |
| Гидролизат сывороточного белка | 80-92 | 1-7 | 1-5 | 3,5-5 | >5 |

Основными критериями выбора препаратов белков, используемых при создании функциональных напитков, являются физико-химические характеристики, биологическая ценность и стоимость.

Требования к физико-химическим характеристикам используемого белка различаются в зависимости от вида производимого из него напитка и используемой технологии. При этом возникает вопрос, какие физико-химические характеристики белка имеют первостепенное значение. Точный ответ может быть сформулирован только при наличии четкого представления о структуре, технологических и потребительских свойствах разрабатываемого продукта.

Наиболее важными физико-химическими характеристиками белка при производстве функциональных напитков являются его растворимость, вязкость, эмульсионные свойства и диспергируемость.

Сывороточные белки обладают высокой растворимостью, однако во время нагревания и обработки химическими веществами белковых растворов необходимо соблюдать определенную осторожность во избежание денатурации белков, снижающей их растворимость. Тепловая обработка в интервале температур 60-140°C вызывает значительное изменение структуры и растворимости сывороточных белков, в том числе и таких сравнительно термостабильных, как α -лактальбумин и β -лактоглобулин. Чувствительность к тепловой денатурации в большей степени зависит от pH раствора. Наиболее чувствительны к тепловой обработке белки при pH 4,6, а также в интервале 5,8-6,2, минимум чувствительности они проявляют при pH 2,5- 3,5 и выше 6,5 [17, 18, 30].

Установлено, что растворимость в воде препаратов молочных белков зависит от способа их получения. Растворимость большинства концентратов сывороточных белков, полученных ультрафильтрацией, составляет около 90 % в интервале pH 3-8 (максимальная растворимость до 96% наблюдается при pH 6,5). Растворимость концентратов сывороточных белков, полученных термокоагуляцией, при pH 2,5-3,0 составляет 78%, а при pH 3,5-51%. Белковые изоляты, выделенные с помощью технологии нанофильтрации, имеют растворимость 98% при pH 3, и лишь 35% при pH 4,5. Основным фактором, существенным образом, снижающим растворимость

сывороточных белков при нейтральных рН, является присутствие ионов двухвалентных металлов, в частности кальция и магния. Избежать снижения растворимости белков можно путем введения ионов кальция в продукт в связанной форме – в виде протеинатов. Не менее эффективным способом регулирования растворимости белков является использование гидролиза, который повышает растворимость белков в кислой среде и в присутствии ионов кальция [3,4]. Таким образом, высокая растворимость сывороточных белков в широком диапазоне значений рН, позволяет использовать их в напитках с различной кислотностью, однако низкая термостабильность ограничивает их применение в технологии производства готовых напитков.

Вязкость препаратов сывороточных белков зависит от условий и технологии их получения. Концентраты и изоляты сывороточных белков полученные ультра- и нанофильтрацией, имеют сравнительно низкую вязкость (1% раствор – около $1^{10^{-3}}$ Па·с). При этом увеличение концентрации раствора до 10% влечет за собой увеличение вязкости до $(3 - 5)^{10^{-3}}$ Па·с. Вязкость растворов гидролизатов сывороточных белков существенно ниже по сравнению с концентратами и изолятами и не превышает $1,5^{10^{-3}}$ Па·с в диапазоне концентрации раствора от 1 до 10% [4]. Данные свойства белков делают возможным их использование в высококалорийных напитках, в рецептурах которых может содержаться до 10 % белка. Таким образом, низкие значения вязкости водных растворов препаратов сывороточных белков позволяют использовать их как в производстве продуктов зондового питания, так и в функциональных напитках, предназначенных для широкого круга потребителей.

При производстве готовых функциональных напитков с высоким содержанием белка необходимо учитывать их высокую способность к гелеобразованию при определенных условиях. Растворы концентратов сывороточных белков образуют гели при концентрации белка больше 8 – 10 % и нагревании до температуры 80-85°C и выше. При этом прочность геля возрастает с увеличением ионной силы и рН с 4,5 до 7,5. Исключительно

высокой способностью обладают изоляты сывороточных белков. Они образуют гели при температуре 56-58°C и pH 7-9 [18].

Эмульсионные свойства сывороточных белков ниже по сравнению со свойствами казеинатов. Вместе с тем концентраты сывороточных белков, полученные из подсырной и солянокислой казеиновой сыворотки, имеют эмульгирующую способность, почти не уступающую способности яичного белка. Так, в 100 мл 0,1%-ного раствора белкового концентрата может быть эмульгировано 34-42 г жира [17].

Диспергируемость является одной из важных физико-химических характеристик препаратов сывороточных белков при производстве инстантных напитков. Диспергируемость зависит от способа получения препарата и характеризует его способность к смачиванию, набуханию и дальнейшему переходу в раствор. Как правило, изоляты и гидролизаты сывороточных белков обладают более высокой диспергируемостью по сравнению с концентратами.

На протяжении многих лет сыворотку считали отходом производства, не предавая значения её биологической ценности. Однако научные исследования последних 10-15 лет выдвинули на первый план благоприятное воздействие белков сыворотки на организм человека, тем самым, позволяя их отнести к физиологически функциональным пищевым ингредиентам.

Функциональные напитки на основе и с включением в рецептуру сывороточных белков – прекрасный выбор для лиц всех возрастов, которые ценят свое здоровье и стремятся сохранить и укрепить его.

Потребление напитков, заменяющих прием пищи, содержащих сывороточные белки, позволяет легко и достаточно быстро, за счет их высокой усвояемости, компенсировать дефицит эссенциальных аминокислот, утолить чувство голода и контролировать массу тела.

Сывороточный белок считается «золотым стандартом» белка в питании спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни. Высокое содержание аминокислот с разветвленной цепочкой (АРЦ – изолейцин, лейцин, валин),

глутаминовой кислоты и незаменимых аминокислот способствует минимизации отрицательного воздействия на организм последствий тяжелых физических нагрузок, наращиванию мышечной массы и повышению спортивных результатов [23, 67].

Недавно проведенные научные исследования показали, что белки молочной сыворотки заметно снижают кровяное давление и уровень холестерина в крови, препятствуя возникновению сердечнососудистых заболеваний [16].

Сывороточный белок является наилучшим решением при создании функциональных напитков для онкологических больных, имеющих трудности с приемом пищи в связи с тошнотой и отсутствием аппетита. Органолептические свойства сывороточных белков позволяют создавать гиперпротеиновые нутрицевтические напитки без постороннего привкуса [23].

Напитки, обогащенные сывороточным белком, способствуют повышению содержания в тканях организма человека глутатиона – наиболее важного природного антиоксиданта, стимулируя иммунную активность организма в отношении с ВИЧ-инфекцией и раком [23].

Низкий гликемический индекс сывороточных белков позволяет оптимизировать выделение инсулина, регулируя уровень глюкозы в крови, тем самым, предотвращая возникновение диабета 2-го типа [68].

В сывороточных белках содержатся отдельные фракции глобулярных белков, которые выполняют важные биологические функции, представленные в Таблице 2 [16, 67, 68].

Таблица – 2 Биологические функции основных фракций сывороточных белков

| Фракция сывороточного белка | Содержание в сывороточном белке, % | Основные биологические функции |
|-----------------------------|------------------------------------|---|
| β-Лактоглобулин | 50-55 | -выполняет транспортную роль в переносе |

| | | |
|--------------------------|-------|---|
| | | жирорастворимых витаминов в кишечник; -один из лучших источников незаменимых аминокислот и аминокислот с разветвленной цепочкой |
| α – Лактальбумин | 20-25 | - проявляет противораковую активность; -содержит высокий уровень триптофана, снижая восприимчивость к стрессу; -один из лучших источников незаменимых аминокислот и аминокислот с разветвленной цепочкой |
| Иммуноглобулины | 10-15 | -обладают защитными свойствами, нейтрализуя вредное действие чужеродных белков; - проявляют иммуномодулирующую активность |
| Альбумин сыворотки крови | 5-10 | - источник незаменимых аминокислот |
| Гликомакропептиды | 2-5 | -проявляют иммуномодулирующую активность и обеспечивают местную защиту кишечника новорожденных от возбудителей кишечных заболеваний, вирусов и токсинов; -стимулируют выработку гормона – холецистокинина, отвечающего за чувство насыщения после еды; -являются «идеальным» источником белка для больных фенилкетонурией (из-за низкого содержание фенилаланина) |
| Лактоферрин | 1-2 | -проявляет антагонистическую активность к патогенной микрофлоре кишечника; -стимулирует рост полезной микрофлоры кишечника; -связывает и переносит железо в организм новорожденного; -проявляет иммуномодулирующую, противовирусную, противораковую активность |

Гидролизаты сывороточных белков обладают важными физиологическими свойствами: более высокой адсорбцией ди- и трипептидов в ЖКТ по сравнению с интактными белками и свободными аминокислотами, что наиболее выражено при стрессовой ситуации, нарушении функции кишечника или при необходимости введения больших количеств белка. Также гидролизаты, как правило, используются в гипоаллергенных продуктах специализированного питания. Например, в настоящее время в производстве гипоаллергенных детских продуктов в США преимущественно используют гидролизаты казеина, а в Европе – гидролизаты сывороточных белков [18, 67].

Суммируя все полезные свойства сывороточных белков, вряд ли стоит убеждать специалистов пищевой промышленности в целесообразности их использования. Обилие препаратов сывороточных белков, различающихся по

составу, свойствам, назначению и цене в состоянии удовлетворить любого взыскательного потребителя. Однако в связи с продолжающимся становлением и стабилизацией российской экономики, отечественные предприятия в первую очередь ориентируются на стоимость и в меньшей степени на технологические и функциональные свойства препаратов сывороточных белков. Поэтому их ассортимент на отечественном рынке достаточно узок и однообразен и представлен недорогими препаратами импортных фирм-производителей.

Использование подобных препаратов сывороточных белков не всегда позволяет добиться нужного технологического эффекта и получить продукт с заданными органолептическими свойствами и функциональной направленностью. Одним из направлений в современной пищевой технологии является дальнейшее исследование технологических свойств белков молочной сыворотки, их влияние на организм человека с целью создания пищевых продуктов с заданными характеристиками (пищевой ценностью и лечебными свойствами).

Потенциальные пути использования препаратов сывороточных белков огромны. По прогнозам аналитиков к 2020 - 2022 годам потребители смогут найти сывороточные белки в составе многочисленных продуктов, например, в таких как, энергетические напитки, изотонические напитки, безалкогольные газированные воды, холодный чай и др. [65].

Таким образом, комплекс функционально-технологических свойств сывороточных белков в совокупности с биологической ценностью делает их идеальным компонентом в производстве функциональных напитков.

1.5 Специализированные белково-углеводные пищевые продукты (смеси) для питания спортсменов

Специализированные белково-углеводные продукты представляют собой порошковые пищевые смеси с высоким содержанием белков и

углеводов, необходимых для поддержания и роста мышечной массы, восстановления уровня гликогена в мышцах и печени, а так же для коррекции пищевого рациона спортсмена [4, 48, 72].

Как уже говорилось, эффективность развития силовых и скоростносиловых качеств спортсменов тесно связана с активизацией синтеза тканевых белков в работающих мышцах и восполнения уровня гликогена в мышцах и печени. Содержание гликогена в мышцах при интенсивных упражнениях можно снизить менее чем за час, но восстановить его до прежнего уровня за счет повседневной пищи удастся лишь за несколько дней [74]. Помимо этого традиционное повседневное питание не обеспечивает поступление в организм достаточного количества легкоусвояемых белков, особенно незаменимых аминокислот, а также не гарантирует необходимое их соотношение. Поэтому восстановление уровня гликогена и усиление синтеза новых мышечных волокон поддерживается дополнительным поступлением в организм спортсмена углеводов и белков, что чаще достигается включением в рацион питания спортсменов специализированных белково-углеводных пищевых смесей, характеризующихся повышенной биологической ценностью [59, 60, 64].

Основными факторами, влияющими на скорость восстановления гликогена после физической нагрузки, являются: количество и качество углеводов, их тип, время и кратность употребления, тип физической нагрузки [27, 40, 74].

В целях максимального восстановления гликогена мышц после физической нагрузки и/или оптимизации его запасов перед соревнованиями спортсмен ежедневно должен употреблять 7-10 г углеводов на кг массы тела, причем тип употребляемых углеводов имеет весомое значение [74]. Употребление «простых» углеводов (моно-, ди-, и олигосахариды), вызывают значительный и кратковременный подъем концентраций глюкозы в крови. Они имеют сладкий вкус, расщепляются полностью, к насыщению, как правило, не приводят. Применение в рационе питания «сложных» углеводов

(полисахариды) приводит к сглаженному и более продолжительному ответу со стороны глюкозы крови, тем самым способствуя насыщению гликогена мышц [11, 44, 62].

Некоторые различия в метаболизме простых углеводов, в частности большой выброс инсулина после потребления полимеров глюкозы, чем фруктозы, ведут к предпочтительному использованию полимеров глюкозы для восстановления гликогена мышц. Согласно данным литературы применение смеси мальтодекстрина и фруктозы (смесь углеводов с высоким и низким гликемическим индексом) приводит к повышению скорости окисления экзогенных углеводов по сравнению с использованием каждого углевода в отдельности [60, 64, 69, 70].

К одному из важных факторов, способствующих усилению в мышцах синтеза белка, необходимого для обеспечения высокой тренированности мышечной системы и адаптации организма к силовым нагрузкам, можно отнести высокую биологическую ценность пищевого белка и его усвояемость. Как известно, биологическую ценность белков можно охарактеризовать, как способность удовлетворять в количественном и качественном соотношении потребности организма в азотистых веществах.

Этот процесс зависит от сбалансированности аминокислотного состава рациона, прежде всего по незаменимым аминокислотам. Для биосинтеза белка в организме человека требуется, как известно, наличие всех 8 незаменимых аминокислот, которые при этом должны находиться в определенном соотношении, максимально приближенном к эталонному белку ФАО/ВОЗ [13, 22, 40, 51, 61].

В настоящее время наилучшими источниками высококачественного белка для спортсменов являются молочные белки. Молочные белки состоят из казеина (85%) и сывороточных белков (15%). Они перевариваются и усваиваются равномерно: сначала - низкомолекулярные белки сыворотки, затем - высокомолекулярный казеин. Такое свойство молочного белка особенно важно при его использовании в диетических целях и для

восстановления мышц после физической нагрузки различной интенсивности [8, 14].

Белки молочной сыворотки (лактальбумин, лактоглобулин и иммуноглобулин) имеют наивысшие среди цельных белков скорость расщепления и степень усвояемости. Особую ценность представляют биологически активные низкомолекулярные микрофракции сывороточных белков – гликомакропептиды, составляющие 20% сывороточных белков. Они снижают риск возникновения вирусных инфекций, улучшают пищеварение и усвоения белка и кальция, способствуют развитию нормальной микрофлоры кишечника[7, 1, 14].

Для лучшего обеспечения организма аминокислотами до, во время и после тренировок в состав специализированных белково-углеводных продуктов, предназначенных для питания спортсменов, рекомендуется включать — концентраты, изоляты и гидролизаты сывороточного белка. Во многих указанных продуктах (в частности, «Complete Gainer Power» от ISS и «Pro Complex Gainer» от Optimum Nutrition) белок входящий в их состав, частично разложен на пептиды (соединения длинно- и короткоцепочечных аминокислот).

До недавнего времени считалось, что организм может усвоить до 50 г белка за один прием, но согласно данным литературы, добавление такого количества белка и более замедляет усвояемость углеводов, соответственно замедляет скорость восстановления мышечного гликогена. Однако сегодня хорошо известно, что скорость усвоения белков и углеводов достаточно условная величина, и она определяется, прежде всего, возможностями собственной ферментативной системы организма спортсмена. В связи с этим многие производители (в частности, Bioplex, Next Proteins и др.) обогащают белково-углеводные смеси, используемые в питании спортсменов, различными комплексами пищеварительных энзимов (например, патентованные композиции энзимов «AminoGen» и «CarboGen»), что способствует ускорению процессов усвоения белков и углеводов и

предупреждает побочные эффекты (вздутие живота, запор и другие признаки расстройства пищеварительной системы) [14, 22, 44].

Как правило, в состав специализированных белково-углеводных композиций входят смеси, приготовленные из нескольких видов белков, что обуславливает улучшение аминокислотного профиля (этого добиваются с помощью гармоничного сочетания взаимодополняющих белков и/или добавлением пептидов или отдельных аминокислот) [7, 10].

Углеводный комплекс в специализированных белково-углеводных пищевых смесях для питания спортсменов (в частности, «Anator P70» от Muscletech, «Muscle Supergainer» от Multipower Sportsfood, и др.) представлен несколькими видами углеводов – мальтодекстрин, полимеры глюкозы, фруктоза. Разная скорость усвоения углеводов способствует обеспечению организма спортсмена энергией в течение длительного времени, улучшают процесс восполнения гликогена и поддерживают стабильный уровень сахара в крови [12, 22].

Наиболее популярны на рынке специализированные белково-углеводные продукты, содержащие в своем составе сывороточный, соевый, молочный белки и яичный альбумин (например, «Super Mass Gainer» от Dymatize 27 Nutrition, «Muscle Juice 2544» от Ultimate Nutrition и др.). Многие из таких продуктов (в частности, «Goliath» от Syntrax и «Muscle XGF» от AST) содержат также гидролизованный белок пшеничной клейковины. Подобная комбинация различных видов белка обеспечивает медленное и продолжительное высвобождение аминокислот, поступающих в кровообращение, что улучшает весь синтез белков и, как было доказано, уменьшает разрушение мышечной ткани на 34% [50].

Для дополнительного стимулирования в организме синтеза мышечных волокон в специализированные белково-углеводные продукты обычно добавляют различные микронутриенты, прежде всего витамины, минеральные вещества и др.. В их состав входят не отдельно взятые витамины и минералы, а, как правило, правильно подобранные комбинации –

витаминные и минеральные премиксы в определенном количественном соотношении между собой и другими пищевыми веществами. Последнее связано и с тем, что многие химические процессы в организме катализируются одновременно несколькими взаимодействующими витаминами, макро- и микроэлементами [21, 27, 31, 39].

Очень многие специализированные белково-углеводные продукты, предназначенные для питания спортсменов, обогащены витаминами и минеральными веществами. Например, в составе продуктов «Volumass 35» (от Sci Tec Nutrition) и «Anabolic Evolution» (от Weider) содержат запатентованный комплекс «ZMA», который включает в себя аспартатнометионовый комплекс цинка, аспартат магния и витамин В6, что значительно снижает секрецию кортизола (гормон катаболизма), повышая усвоение и синтез белка в организме [44, 55].

Многие производители питания для спортсменов уделяют большое внимание содержанию в специализированных белково-углеводных продуктах антиоксидантов, пищевых иммуномодуляторов, добавляя их в заведомо большем количестве. Так, во многих специализированных белковоуглеводных продуктах (например, «After Shock» от Myogenix, «Myodrive» от SAN и др.) увеличено содержание глутатиона, выполняющего роль первичного антиоксиданта в организме, а также содержится повышенное содержание креатина, глутамина и аргинина, ускоряющих энергообмен и стимулирующих синтез гормона роста. Более 50% белково-углеводных смесей обогащены витаминами (А, С, Е, РР и др.) и минеральными веществами (цинк, селен), обладающими антиоксидантными свойствами. Также для усиления иммунной системы организма в белково-углеводные смеси вносят молозиво (например, «Anabolic Trigger» от Nutrabolics, «Gain Fast 3100» от Universal Nutrition, «Whey Colostrum 185» от Sponser). Также молозиво содержит в своем составе IGF-1 и IGF-2 (инсулиноподобные факторы роста) - вещества, которые способствуют регулированию холестерина и сахара в крови, участвуют в метаболизме

белков, жиров и углеводов в организме и способствуют построению качественной мускулатуры [58].

Наиболее часто специализированные белково-углеводные пищевые продукты для питания спортсменов выпускаются в форме порошков и применяются в виде коктейлей.

Проведенный обзор специализированных белково-углеводных продуктов для питания спортсменов показал, что ассортимент данной продукции широко представлен на отечественном рынке и в большей своей части иностранными фирмами-производителями. Также необходимо заметить, что в состав многих продуктов включены повышенные дозы витаминов, минеральных веществ, а также различных компонентов, ценность которых зачастую сомнительна. Кроме того, очень часто указанные производителями рекомендуемые дозировки употребления продуктов являются завышенными и не обоснованными, что в конечном итоге приводит к ухудшению усвоения продукта и возникновению нежелательных побочных эффектов.

Таким образом, все более расширяющееся отечественное производство и использование специализированных белково-углеводных продуктов в питании спортсменов требует объективного научного обоснования принципов их создания.

1.6 Способы производства сухих специализированных продуктов.

Независимо от способа производства и аппаратного оформления процесса, можно выделить основные технологические схемы производства сухих продуктов: смешивание компонентов в жидком виде с последующей сушкой, сухое смешивание компонентов, комбинированный способ. Принципиальные отличия этих технологических схем заключается в том, что в первом случае все компоненты в ходе технологического процесса вносятся в жидкую основу. При этом водорастворимые компоненты растворяются в

ней, а жировые эмульгируются. Полученная смесь затем подвергается сушке. Во втором случае, предполагается смешивание компонентов в сухом виде в необходимых пропорциях. В третьем случае — часть компонентов смешивается в сухом виде, а часть в жидком [16, 19, 25].

Технологический процесс производства сухих продуктов по первой технологической схеме (смешивание компонентов осуществляется в жидком виде с последующей сушкой) реализуется в настоящее время на многих промышленных предприятиях. Недостатком данного способа производства являются:

- большая энергоемкость производства, вследствие многократной термической обработки, как исходных компонентов, так и готового продукта;
- необходимость повышенного внесения в смесь ряда компонентов вследствие их частичной потери в ходе многократных термических воздействий в процессе производства.

В соответствии со второй технологической схемой производства сухих продуктов все исходные компоненты поступают на производство в сухом виде и смешиваются в смесителях до получения готового продукта.

Недостатком второго способа производства являются:

- сложность получения компонентов с требуемым уровнем микробиологического обсеменения и возможность ухудшения этого показателя в смесительной камере, поэтому этот способ затруднительно использовать при производстве продуктов, к которым предъявляются высокие требования, с точки зрения микробиологии;
- при сухом смешивании качественные показатели готового продукта зависят от качества поступающих компонентов и культуры производства (т.к. на последнем этапе исключена термическая обработка продукта).

При технологической схеме производства сухих продуктов комбинированным способом сначала готовят с использованием распылительной сушилки готовую сухую основу, а затем отдельные

компоненты, например, витаминно-минеральный комплекс вносят способом сухого смешивания.

Недостатком комбинированного способа производства являются:

- отсутствие возможности корректировки состава смеси в процессе производства;
- возможность повторного микробиологического обсеменения продукта, вследствие применения сухого смешивания.

В целом, сравнивая первую и третью схему, следует отметить, что обе схемы наряду с очевидными достоинствами (высокая производительность и уровень автоматизации производства) обладают и существенными недостатками (высокая стоимость оборудования, наличие в своем составе громоздких и энергоемких вакуум-выпарных установок).

Таким образом, анализируя вышесказанное, можно сделать следующие выводы: сухое смешивание компонентов является более универсальным способом, который при соблюдении определенных микробиологических требований применим как для крупного, так и для небольшого производства. Следует также учесть, что стоимость аппаратного оформления процесса сухого смешивания значительно ниже, чем при смешивании компонентов в жидком виде с последующей сушкой. А отсутствие в ходе технологического процесса многократных термических операций снимает необходимость повышенного введения функциональных термолабильных ингредиентов, таких как витамины, различные БАВ и др., которые разрушаются при высоких температурах.

1.7 Аппаратурное оформление процесса сухого смешивания. Выбор критерия качества смешения компонентов.

Процесс смешивания - это механический процесс, в результате которого первоначально находящиеся отдельно компоненты после

распределения каждого из них в смешиваемом объеме образуют однородную смесь [20, 25, 32, 34].

Смесители для получения сухих многокомпонентных продуктов разнообразны по конструкции.

Анализ требований, предъявляемых к смесительному оборудованию, показывает, что в настоящее время на первое место выходит обеспечение стабильно высокого качества готовой смеси [49].

Эффективность смешивания и, соответственно, качество готового продукта зависит от физико-механических свойств компонентов смеси, а также от технологических и кинематических факторов: соотношения компонентов, степени загрузки смесителя, скорости перемещения рабочих органов, их конструктивных особенностей, форм и параметров. В зависимости от особенностей процесса смешивания промышленностью выпускаются различные типы смесителей, которые можно условно классифицировать по следующим признакам [24, 35, 37, 45]:

- по принципу действия – на непрерывного и периодического действия;
- по расположению рабочего органа – на вертикальные и горизонтальные;
- по конструкции рабочих органов – на шнековые, барабанные, лопастные, турбинные, пропеллерные и комбинированные;
- по количеству рабочих органов – одно-, двух- и безвальные (барабанные);
- по механизму перемешивания частиц - на циркуляционные, объемного и диффузного смешивания.

В пищевых производствах наиболее часто используются смесители периодического действия. Это объясняется тем, что, во-первых, при периодическом смешивании можно обеспечить точное соотношение между компонентами (их часто загружают в смеситель по массе), а во-вторых, при большом числе компонентов их дозирование в смеситель непрерывного действия затруднено [58].

Требования к смесительному оборудованию, как правило, исходят из конкретных производственных условий [20, 24, 53]:

- смеситель должен быть периодического действия;
- рабочая камера его должна герметизироваться и исключать контакт обрабатываемого материала с окружающей средой, обеспечивать высокую интенсивность процесса и хорошее качество готовой смеси;
- смеситель должен оказывать мягкое воздействие на обрабатываемую смесь.

В настоящее время в фармацевтической и пищевой промышленности при производстве лекарственных средств, биологически активных добавок, биопрепаратов и пищевых продуктов все более широкое распространение получают смесители барабанного типа [53, 54].

Барабанные смесители относятся к смесителям диффузионного смешивания, которые выпускаются, в основном, с цилиндрическим корпусом, расположенным горизонтально или с небольшим углом наклона к горизонту, и предназначены для смешивания сыпучих, не склонных к агрегированию, порошкообразных материалов.

В основу конструкции смесителей данного типа положен классический принцип смешения «пьяная бочка». В процессе перемешивания происходит активное взаимодействие частиц продукта друг с другом, что является положительным фактором, сказывающимся на качестве и скорости перемешивания компонентов.

Барабанные смесители относятся к тихоходным машинам, так как окружная скорость вращения составляет от 0,17 до 1 м/с. Сыпучие материалы можно подавать в смеситель непрерывно или порционно. Последнее возможно благодаря тому, что барабанный смеситель обладает высокой сглаживающей способностью. В барабанных смесителях рекомендуется поддерживать каскадный режим движения материала в корпусе. При этом режиме частицы материала, находящиеся в глубине слоя, движутся по круговым траекториям вплоть до выхода на поверхность в верхней части

ската, образованного свободной поверхностью слоя смешиваемого материала. После выхода частиц на поверхность слоя они откатываются по склону. Вся верхняя часть ската представляет собой слой небольшой толщины, состоящий из хаотически движущихся вниз частиц. Именно в этом тонком слое и происходит в основном процесс смешивания частиц [53].

Преимуществами барабанных смесителей по отношению к другим, являются: простота конструкции и надежность в эксплуатации, возможность смешивания материалов без разрушения частиц, широкий диапазон рабочих объемов. Кроме того, перемешивание материала по сложной траектории под действием сил тяжести и заданного разнонаправленного вращения сводит к минимуму негативное действие центробежных сил. Помимо этого, данный способ перемешивания не ведет к образованию «мертвых зон» и разогреву продукта, как в случае со смесителями, оборудованными мешалками [20, 28].

В процессе смешивания в рабочем объеме смесителя происходит взаимное перемещение частиц разных компонентов смеси. В результате перемещений возможно бесконечное разнообразие расположения частиц в рабочем объеме смесителя. В этих условиях соотношение компонентов в микрообъемах смеси – величина случайная, поэтому большая часть известных методов оценки качества смеси основана на методах статистического анализа. Для упрощения расчетов все смеси условно считают двухкомпонентными, состоящими из так называемого ключевого компонента и условного, включающего все остальные компоненты смесей.

Подобный прием позволяет оценивать однородность смеси параметрами распределения одной случайной величины – содержанием ключевого компонента в пробах смеси. В качестве ключевого компонента обычно выбирают такой компонент, который либо легко анализировать, либо распределение его в смеси особенно важно по техническим требованиям [28, 32, 34, 37].

Очень часто при получении многокомпонентной смеси наиболее сложной проблемой является равномерное распределение небольшого

количества микронутриентов в основной массе материалов. При введении необходимого количества микронутриентов - витаминов, минеральных веществ и БАДов должно быть гарантировано их присутствие в заданном соотношении в каждом единичном объеме готовой смеси. Поэтому, при значительных соотношениях массовых составляющих компонентов (1:10 и более), входящих в смесь, эффективная однородность состава конечной смеси достигается за счет последовательного «разбавления» смеси в нескольких аппаратах или путем многоступенчатого смешивания [35, 46].

Результаты анализа показали, что в настоящее время процессы сухого смешивания с использованием смесителей барабанного типа находят все более широкое применение в пищевой промышленности. Вместе с тем, по некоторым направлениям, в частности, в области производства сухих многокомпонентных специализированных продуктов требуется дополнительное изучение вопросов особенностей протекания и оптимизации процессов обработки продуктов со сложным химическим составом.

ВЫВОД

Анализ отечественной и зарубежной литературы показал, что в настоящее время производство специализированных продуктов для питания спортсменов является актуальной задачей для современной пищевой промышленности. О популярности данной группы продуктов питания в странах Европы, США и России свидетельствует статистика качественных и количественных изменений продовольственного рынка. На основании обобщённых данных литературы, можно сделать вывод, что спортсмены высокой квалификации часто испытывают дефицит в основных макро- и микрокомпонентах, что значительно ухудшает спортивный результат и общее состояние здоровья, поэтому одним из решений данной проблемы является включение в рацион питания спортсменов специализированных белково-углеводных продуктов, обладающих повышенной биологической ценностью и способных в кратчайшие сроки восстановить запасы гликогена в мышцах и печени и предотвратить соответственно потерю белка мышц при интенсивных тренировках.

Проведенный обзор специализированных белково-углеводных продуктов для питания спортсменов показал, что ассортимент данной продукции широко представлен на отечественном рынке и в большей своей части иностранными фирмами-производителями. В последние годы в области разработки и применения, специализированных белково-углеводных продуктов питания для спортсменов наметилось стремительное развитие. Однако промышленное производство в нашей стране весьма ограничено.

До настоящего времени основным направлением в области разработки и производства подобных продуктов являлось создание высокобелковых и белково-углеводных смесей, обладающих узконаправленным действием, которые, как правило, обеспечивают только поддержание пищевого статуса и способствуют улучшению спортивных показателей, но при этом не снижают отрицательные последствия интенсивных физических нагрузок и не

учитывают негативное влияние на организм спортсмена высокобелковой диеты. Также углеводы в таких смесях, как правило, представлены простыми сахарами (сахароза), что вызывает накопление лишнего жира в организме спортсмена.

Все более расширяющееся отечественное производство и использование специализированных белково-углеводных продуктов в питании спортсменов требует объективного научного обоснования принципов их создания.

Кроме того, медико-биологические требования к этим продуктам изменяются в связи с нарастающими спортивными нагрузками и по мере развития научных представлений о питании лиц, подверженных интенсивным физическим нагрузкам. В настоящее время метаболизм спортсменов достаточно хорошо изучен и может быть положен в основу решения практической задачи создания новых специализированных белково-углеводных продуктов.

При разработке данного вида продуктов должны использоваться экологически безопасное сырьё животного и растительного происхождения, биологически активные добавки, улучшающие их функциональные и потребительские качества.

Технология производства специализированных белково-углеводных продуктов для питания спортсменов должна предусматривать высокоэффективные технологические процессы, максимально сохраняющие пищевую ценность исходного сырья и обеспечивающие получение продукта с заданными функциональными свойствами. Наиболее перспективным в этой связи является использование технологии сухого смешивания.

Вопросы оптимизации процессов производства сухих специализированных продуктов способом сухого смешивания компонентов обладают рядом специфических особенностей, поскольку речь идет о биосистемах и режимы смешивания компонентов при определенных условиях, могут оказывать существенное влияние на их качество. Таким

образом, для успешного решения задачи оптимизации процесса смешивания, с целью разработки технологии продукта, необходимо дополнительное изучение этого аспекта.

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Организация эксперимента

На первом этапе была проведена теоретическая работа, направленная на обобщение и анализ сведений научной литературы. На их основе были систематизированы медико-биологические и технологические требования к специализированным белково-углеводным продуктам для питания спортсменов.

В соответствии с требованиями были подобраны и обоснованы компоненты и рассчитана рецептура разрабатываемого продукта. Дальнейшие исследования были направлены на изучение влияния компонентов продукта и технологических факторов на физико-химические свойства углеводов и белков в модельной системе «белок – полисахарид - вода».

Проведен расчет биологической ценности белковых препаратов.

На следующем этапе были проведены экспериментальные исследования технологии сухого смешивания с целью оптимизации режимов производства сухих многокомпонентных специализированных продуктов. На основании теоретических исследований и обобщений уточнены технологические требования, режимы и разработана технология создаваемого продукта.

Выработка продукта, его физико-химические и органолептические исследования позволили разработать техническую документацию на создаваемый продукт.

Схема проведения исследования представлена на Рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема проведения исследования

2.2 Объекты исследования

В качестве объектов исследования при выполнении экспериментальной части работы были использованы компоненты, входящие в состав разработанного белково-углеводного продукта, а также готовый продукт «Whey protein».

Концентрат яичного альбумина марки «OVOPROT» (производство OVOPROT INTERNATIONAL, Аргентина)

| Показатели | Норма |
|---------------------------------|---------|
| Содержание белка, % не менее | 85,0 |
| Содержание жира, % мин. | 0,02 |
| Массовая доля влаги, % не более | 6,0 |
| Зола, % не более | 4,5 |
| pH раствора | 5,0-7,5 |

Концентрат сывороточного белка марки «Fonterra 80» (производство «Fonterra Limited» Новая Зеландия).

| Показатели | Норма |
|---------------------------------|---------|
| Содержание белка, % не менее | 80,0 |
| Содержание жира, % мин. | 5,0 |
| Массовая доля влаги, % не более | 4,5 |
| Зола, % не более | 3,0 |
| pH раствора | 6,1-6,5 |

Концентрат сывороточного белка марки «Lactomin 80» (производство «Deutschland GmbH» Германия).

| Показатели | Норма |
|---------------------------------|---------|
| Содержание белка, % не менее | 80,0 |
| Содержание жира, % мин. | 3,0 |
| Массовая доля влаги, % не более | 5,5 |
| Зола, % не более | 4,0 |
| pH раствора | 6,5-7,2 |

Концентрат сывороточного белка марки «Milkiland 80» (производство «Milkiland N.V.» Польша).

| Показатели | Норма |
|---------------------------------|---------|
| Содержание белка, % не менее | 80,0 |
| Содержание жира, % мин. | 8,0 |
| Массовая доля влаги, % не более | 5,5 |
| Зола, % не более | 3,5 |
| рН раствора | 6,1-6,5 |

Мальтодекстрин «GLUSIDEX 19» (производство «ROQUETTE», Франция).

| Показатели | Норма |
|---------------------------------|---------|
| Содержание белка, % не более | 0,2 |
| Массовая доля влаги, % не более | 5,0 |
| Эквивалент декстрозы | 18-20 |
| Зола, % | 0,1 |
| рН раствора | 4,5-5,5 |

Фруктоза «CornSweet» («ADM», США).

| Показатели | Норма |
|---------------------------------|---------|
| Фруктоза, % не менее | 98 |
| Массовая доля влаги, % не более | 0,5 |
| Декстроза, % не более | 0,5 |
| Зола, % не более | 0,1 |
| рН раствора | 4,5-5,5 |

Молоко сухое обезжиренное (производство "Лепельский МКК" ОАО "Витебский мясокомбинат" Беларусь).

| Показатели | Норма |
|----------------------------------|-------|
| Содержание белка, % не менее | 49,9 |
| Содержание жира, % не более | 1,0 |
| Содержание углеводов, % не более | 41,1 |
| Массовая доля влаги, % не более | 5,5 |
| Зола, % не более | 8,0 |

Сливки растительные сухие «Frima» (производство «ДОНГСО»
Корея).

| Показатели | Норма |
|---------------------------------|-------|
| Содержание белка, % мин. | 2,0 |
| Содержание жира, % мин. | 26,0 |
| Массовая доля влаги, % не более | 4,5 |
| Содержание углеводов, % мин. | 62,0 |
| Зола, % не более | 3,5 |
| pH раствора | 7,8 |

Ксантановая камедь (производство «Deosen Biochemical Ltd» Китай).

| Показатели | Норма |
|--|---------|
| Содержание основного вещества, % не менее | 80,0 |
| Содержание CO_2^2 , % мин. | 4,5 |
| Зола, % не более | 6,5 |
| pH раствора | 6,0-8,0 |

Малина сушеная порошок 0-2мм (производство «YANTAI XUEHAI
FOODSTUFFS CO., LTD» Китай).

| Показатели | Норма |
|----------------------------------|---------|
| Содержание белка, % не менее | 8,2 |
| Содержание жира, % не более | 4,0 |
| Содержание углеводов, % не более | 55,1 |
| Содержание сахара, % не более | 54,0 |
| Массовая доля влаги, % не более | 4,0-5,0 |

Клубника сушеная порошок 3-6мм (производство «YANTAI XUEHAI
FOODSTUFFS CO., LTD» Китай).

| Показатели | Норма |
|----------------------------------|---------|
| Содержание белка, % не менее | 8,2 |
| Содержание жира, % не более | 4,0 |
| Содержание углеводов, % не более | 55,1 |
| Содержание сахара, % не более | 54,0 |
| Массовая доля влаги, % не более | 4,0-5,0 |

Краситель пищевой бета-каротин «Luxomix» (производство «БАРГУС
ТРЕЙД» Россия)

Краситель пищевой кармин «Luxomix» (производство «БАРГУС ТРЕЙД» Россия)

Ароматизаторы пищевые соответствуют требованиям СТО 011-96140533-2016 и ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

2.3 Методы исследования

2.3.1 Методы определения органолептических показателей качества концентратов пищевых

Органолептические показатели определяют в следующей последовательности: внешний вид, цвет, запах, консистенция и вкус.

При оценке внешнего вида определяют характер поверхности, однородность состава. При определении цвета устанавливают различные отклонения от цвета, специфического для данного вида продукта. При оценке запаха определяют типичный вид аромата, устанавливают наличие посторонних запахов. При анализе консистенции определяют густоту и однородность массы. По вкусу учитывают соответствие входящих в состав ингредиентов, устанавливают наличие посторонних привкусов.

2.3.2 Расчёт биологической ценности белков пищевых продуктов

Биологическая ценность пищевого продукта отражает его способность удовлетворять потребность организма в незаменимых аминокислотах. Для определения биологической ценности белков используют химические методы, а также биологические методы.

Среди химических методов наиболее распространен метод аминокислотного сора (scor – счёт, подсчёт). Он основан на сравнении аминокислотного состава белка оцениваемого продукта с

аминокислотными показателями стандартного («идеального») белка (белок куриного яйца). Химический скор аминокислот (AC , %) для каждой из них определяют по формуле 1:

$$AC = \frac{AK_{\text{пр}}}{AK_{\text{иб}}} \cdot 100 ,$$

(1)

где $AK_{\text{пр}}$ – содержание любой незаменимой аминокислоты в 1 г белка исследуемого продукта, мг;

$AK_{\text{иб}}$ – содержание любой незаменимой аминокислоты в 1 г стандартного (эталонного, «идеального») белка, мг.

Одновременно с определением аминокислотного сора выявляют незаменимую аминокислоту лимитирующую биологическую ценность для данного белка, то есть ту, для которой скор является наименьшим. Аминокислотная шкала стандартного («идеального») белка для взрослого человека (мужчины) для расчёта сора была рекомендована Комитетом ФАО/ВОЗ (ФАО – продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения). Белковый состав реальных продуктов может существенно отличаться от идеальной шкалы.

Биологические функции основных фракций сывороточных белков представлены в Таблице 3.

Таблица – 3 Биологические функции основных фракций сывороточных белков

| Аминокислоты | Аминокислотный образец ФАО/ВОЗ | |
|---------------------------|--------------------------------|-----------|
| | A^* | AC^{**} |
| Изолейцин | 40 | 100 |
| Лейцин | 70 | 100 |
| Лизин | 55 | 100 |
| Метионин + цистин *** | 35 | 100 |
| Фенилаланин + тирозин *** | 60 | 100 |
| Треонин | 40 | 100 |
| Триптофан | 10 | 100 |
| Валин | 50 | 100 |

* A – содержание аминокислоты в 1 г белка, мг.

** AC – аминокислотный скор относительно образца ФАО/ВОЗ, %.

*** Потребность организма человека в метионине удовлетворяется на 80...89 % заменимой аминокислотой цистином, а в фенилаланине на 70...75 % заменимой аминокислотой тирозином, поэтому обе названные пары аминокислот оцениваются в сумме

2.3.3 Метод определения гранулометрического состава

Гранулометрический состав характеризует дисперсный состав сыпучего продукта, показывающий, какую долю или процент в анализируемой массе составляют частицы определённого диаметра.

Для определения распределения частиц по размерам необходимо использовать методы, позволяющие собрать данные о размерах большого количества частиц (обычно не менее 200 частиц) либо массе фракций, а затем обработать эти данные согласно законам статистики. Такими методами являются: оптическая и электронная микроскопия, седиментация в гравитационном и центробежном поле, ситовой анализ, и некоторые другие.

В исследовании использовался ситовой анализ.

Ситовой анализ основан на механическом разделении частиц по крупности на ситах с отверстиями различной величины на классы крупности. Материал, который остался на сите после просева называется «ОСТАТОК», а прошедший через сито – «ПРОХОД».

Ситовые анализы позволяют определить крупность частиц до 40 мкм (минимальный размер отверстий применяемых сит).

Существует несколько систем стандартных сит (ГОСТ 8032-56). Последовательный ряд размеров отверстий сит, применяемых для грохочения или классификации, называется шкалой классификации, а отношение размеров отверстий двух соседних сит называется модулем шкалы. При крупном и среднем грохочении модуль равен двум. Например, набор сит с этим модулем будет состоять из сит с отверстиями размером 50, 25, 12, 6 и 3 мм. Для более мелких сит применяется стандартная система с

модулем $\sqrt{2}$. В этой системе за основу принято сито 200 меш с отверстиями размером 0,074 мм. Меш – это число отверстий, приходящееся на один линейный дюйм (25,4 мм). Этот модуль используется для сит с отверстиями размером от 2,362 мм (8 меш) до 0,104 мм (150 меш). Пользуясь модулем можно определить размер отверстий предыдущего и последующего сит. Например, если при модуле $\sqrt{2} = 1,414$ имеется сито с отверстиями диаметром 0,074 мм, то предыдущее сито этой серии должно иметь отверстия 0,104мм, так как $0,074 \cdot 1,414 = 0,104$. Для сит с более узкой шкалой классификации применяют стандартную систему сит с модулем $\sqrt[4]{2} = 1,189$. Сита с этим модулем изготавливаются от 0,104 до 0,043 мм (325 меш).

Полотно сита представляет собой сетку из термически обработанной проволоки из сплавов цветных металлов.

Средний арифметический размер «а» стороны ячейки сита в свету, допустимые отклонения от которого указаны в ГОСТе, определяется по формуле 2:

$$a = \frac{l}{n} - b \quad (2)$$

где b – фактический диаметр проволоки, мм;

n – число отсчитанных ячеек на участке l ;

l – длина участка, мм.

Для ситового анализа берётся набор стандартных сит. Лабораторное стандартное сито представляет собой круглую обечайку диаметром 200 мм и высотой 50 мм, в которой натянута сетка. Сита изготавливают таким образом, чтобы, вставляя одно сито в другое, можно было составить комплект сит. Верхняя часть этого комплекта закрывается крышкой, а нижняя вставляется в поддон для приёма самого мелкого класса, прошедшего через последнее сито комплекта.

Навеска материала помещается на верхнее сито комплекта, затем весь набор сит встряхивается на механическом встряхивателе в течении 10-30

мин. Рассев считается законченным, если при контрольном просеивании материала вручную за 1 мин через сито проходит не более 1 % материала, находящегося на сите. Оставшийся на каждом сите материал взвешивают и выход каждого класса в граммах и в процентах от общей массы пробы записывают в таблицу.

Материал, оставшийся на сите, обозначается знаком плюс (+), а прошедший через это сито знаком минус (-). В Таблице 4 приведен пример записи результатов ситового анализа.

Таблица 4 – Результаты ситового анализа

| Размер отверстий сит | | Выход | | Суммарный выход, % |
|----------------------|----------|-------|--------|--------------------|
| мм | меш | г | % | |
| -0,59+0,42 | -23+35 | 15 | 7,32 | 7,32 |
| -0,42+0,3 | -35+48 | 13 | 6,34 | 13,66 |
| -0,3+0,21 | -48+65 | 21 | 10,25 | 23,91 |
| -0,21+0,15 | -65+100 | 17 | 8,29 | 32,20 |
| -0,15+0,1 | -100+150 | 35 | 17,07 | 49,27 |
| -0,1+0,074 | -150+200 | 41 | 20,0 | 69,27 |
| -0,074+0 | -200+0 | 63 | 30,73 | 100,00 |
| Исходный продукт | - | 205 | 100,00 | - |

2.3.4 Метод оценки дисперсности суспензии в концентратах

Сущность метода состоит в оценке дисперсности суспензии по высоте ее слоя (ГОСТ 1513.3-77).

Проведение испытания.

В химический стакан помещают навеску, взятую из объединенной пробы, массой 40 г с погрешностью не более 0,1 г, приливают 200 см³ воды, нагретой до температуры (60±2) °С, тщательно перемешивают до получения тонкой взвеси и оставляют в покое.

Чем выше дисперсность частиц суспензии и чем дольше они удерживаются во взвешенном состоянии, тем выше качество напитка.

Суспензия считается достаточно дисперсной, если через 2 мин после смешивания не образуется заметного ее отстоя. Высоту отстоя отмечают с помощью масштабной-координатной бумаги.

2.3.5 Определение индекса растворимости

Определение индекса растворимости сухих белковых препаратов
Определение индекса растворимости сухих белковых добавок основано на методике определения индекса растворимости для сухих молочных продуктов по ГОСТ 30305.4-95.

Сущность метода состоит в определении объема нерастворившегося осадка в пробе анализируемого препарата.

Подготовку проб проводят для двух параллельных измерений. В стакан вместимостью 100 см³ помещают 9 г исследуемого продукта, взвешенного с точностью до 0,01 г, приливают маленькими порциями теплую 40-42°C кипяченую или дистиллированную воду, тщательно растирая комочки.

После получения однородной суспензии общий объем жидкости доводят до 100 см³, смесь перемешивают и выдерживают в течение 10-15 минут при температуре 18-20°C.

Восстановленный препарат тщательно перемешивают, переливают в центрифужные пробирки, заполняя их до верхней метки, и закрывают пробками.

Пробирки обертывают бумагой и помещают в патроны центрифуги, располагая их симметрично одна против другой, пробками к центру.

Центрифугируют пробирки в течение 5 минут, считая время с момента достижения скорости вращения центрифуги 1000 об/мин.

По окончании центрифугирования, при отсутствии четкой границы, надосадочную жидкость сливают, не затрагивая осадка и оставив над осадком ее слой высотой около 5 мм.

Затем доливают в пробирку воду температурой 18-25°C до метки «10 см³», перемешивают содержимое и вновь центрифугируют 5 минут.

Отсчитывают объем осадка, держа пробирку пробкой вверх. При неровном размещении осадка отсчет производят по средней линии между верхним и нижним положениями.

Индекс растворимости выражают в см³ (мл) сырого осадка. 0,1 см³ сырого осадка соответствует 1% сухого нерастворимого остатка продукта. За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных измерений, округленное до первого десятичного знака. Расхождение между результатами двух параллельных измерений не должно превышать 0,1 см³.

2.3.6 Метод определения скорости растворения (диспергируемости)

Диспергируемость сухого быстрорастворимого концентрата определяют следующим образом: навеску сухого молока размешивают ложечкой в 100 мл воды. Температура воды составляет (20±2) °С. Полученную смесь фильтруют через сито с размером ячеек 210 мкм. В фильтрате восстановленного концентрата высушиванием в сушильном шкафу определяют содержание сухих веществ. Диспергируемость продукта рассчитывают как процент сухих веществ, перешедших в раствор.

Для определения диспергируемости также используют упрощенную методику, при которой перемешивание проводят до тех пор, пока все комочки сухого концентрата полностью не диспергируются; диспергируемость равна времени перемешивания в секундах до полного растворения комочков.

2.3.7 Метод определения смачиваемости (Метод Моора)

Смачиваемость сухого концентрата определяют следующим образом: в специальную воронку, закрытую снизу стеклянной пластинкой, насыпают 1,7 г сухого концентрата. Под воронкой находится химический стакан, заполненный 25 мл дистиллированной воды, имеющей температуру (20 ± 2) °С. Затем пластинка убирается, сухой концентрат высыпается в воду и фиксируется время его полного погружения. Смачиваемость оценивается по времени, необходимого для полного смачивания сухого концентрата.

2.3.8 Метод определения белка

Количество белка определяли по содержанию азота методом Кьельдаля (ГОСТ 26889-86).

Сущность метода заключается в разрушении органического вещества нагреванием с серной кислотой в присутствии катализатора, добавлении избытка гидроксида натрия, перегонке и титровании освобожденного аммиака.

Так как пробы многих продуктов животного и растительного происхождения (в особенности пищевых продуктов) не могут быть в условиях лаборатории доведены до абсолютно однородного состояния, рекомендуется использовать макрометоды.

Образцы для анализов, размер которых может изменяться в зависимости от предполагаемого содержания азота, должны быть показательными для пробы и содержать от 0,005 до 0,2 г азота, оптимально более 0,02 г.

Если продукт недостаточно однороден, образец для анализа должен быть большим (свыше 1 г), и при высоком содержании азота определение проводится из аликвотных частей жидкости, получаемой после разрушения органического вещества.

Образцы для анализа отвешивают или отмеривают с погрешностью не более 0,1%. При анализе вязких или пастообразных продуктов образец можно поместить в небольшую стеклянную пробирку, в колбу или на алюминиевый, бумажный или пластмассовый лист, который не содержит азота или его содержание заранее известно.

Для разрушения органического вещества, серная кислота, используемая при анализе, практически не должна содержать соединений азота.

Если используют кислоту плотностью $\rho_{20}=1,83 - 1,84$ г/см³ для образца, содержащего до 1 г сухого вещества, берут не менее 12 см³ кислоты и по 6-12 см³ на каждый дополнительный грамм сухого вещества.

Количество кислоты следует устанавливать для каждого вида анализируемого продукта отдельно. Следует избегать избыточного количества кислоты.

Оптимальными являются такие условия нагревания, которые позволяют получить максимальные результаты по содержанию азота при устранении всех источников погрешности.

Во время нагревания горлышко колбы может быть частично перекрыто специальной грушеобразной стеклянной втулкой или подсоединено к паропоглотительному устройству. Такое устройство не должно задерживать кислоту, выплеснувшуюся при нагревании, и не должно быть загрязнено остатками от предыдущих анализов.

Во всех случаях рекомендуется во время охлаждения защищать содержимое колбы от любых аммиачных паров, которые могут присутствовать в этот момент в лаборатории.

Следовательно, для нагревания следует использовать любое газовое или электрическое устройство, которое не вызывает перегрева стенок колбы, не соприкасающихся с жидкостью, и которое способно обеспечить такое кипение, при котором испаряющаяся кислота будет осаждаться в средней части горлышка колбы Кьельдаля обычного типа. После того как жидкость станет прозрачной и не будет больше изменять цвет, нагревание следует продолжить еще не менее 30 мин.

Для осаждения ртути лучше всего использовать гипофосфит натрия или калия (NaH_2PO_2 ; KH_2PO_2), которые добавляют в сухом виде после разбавления среды и перед приведением ее в щелочное состояние.

На практике 1 г гипофосфита натрия или калия хватает для осаждения 1 г ртути.

Примечание. Осаждение ртути щелочными сульфидами или тиосульфатами может привести к выделению сероводорода или двуокиси серы, если при перемешивании эти вещества будут длительно находиться в соприкосновении с кислотой. Если эти газы попадут непосредственно в

дистиллят, они нейтрализуют часть аммиака, что приведет к погрешности, снижающей результат.

Для перегонки аммиака можно использовать любой перегонный аппарат, удовлетворяющий требованиям контрольных испытаний.

Различают два вида перегонных аппаратов:

а) аппараты, позволяющие осуществлять непосредственную перегонку аммиака без переноса раствора серной кислоты, содержащегося в колбе с пробой;

б) аппараты, предусматривающие перенос раствора серной кислоты целиком или частично.

Перегонка аммиака может осуществляться различными методами, а именно:

а) простая перегонка после разбавления водой;

б) перегонка с водяным паром с термоизоляцией или вспомогательным нагревом сосуда с перегоняемым раствором.

в) перегонка с перегретым паром, не требующая вспомогательного нагрева.

Каждый аппарат должен иметь устройство для конденсации пара и сбора аммиачных паров. Допускается использовать любые типы аппаратов при условии прохождения ими проверочных испытаний, указанных в п.6.3.

Аппарат должен отвечать следующим требованиям:

а) не допускать никаких потерь аммиака, который может испаряться в атмосферу при добавлении щелочи или утекать при перегонке;

б) обеспечивать полную перегонку аммиака;

в) не допускать случайного переброса раствора гидроокиси натрия, капли которого должны задерживаться специальной ловушкой.

При любом типе аппарата минерализат необходимо разбавить водой и затем добавить достаточное количество раствора гидроокиси натрия.

Если используемая серная кислота имеет $\rho_{20} = 1,83 - 1,84$ г/см³ и добавляется раствор гидроокиси натрия (не содержащий карбонатов) с

плотностью $\rho_{20}=1,33$ г/см³ (около 30% по массе), необходимо добавлять не менее 3,5 раствора гидроокиси натрия на 1 см³ серной кислоты, оставшейся в колбе после разрушения органических веществ, или на 1 см³ аликвотной части, взятой для перегонки, или 2 см³ раствора гидроокиси натрия на 1 г кислоты.

Если трудно определить количество серной кислоты, оставшейся в колбе, следует добавить количество раствора гидроокиси натрия, соответствующее общему количеству серной кислоты.

Например, на 12 см³ серной кислоты добавляют 45-50 см³ раствора гидроокиси натрия.

Добавлять этот раствор следует осторожно, по стенке, так как смесь сильно разогревается и на некоторых аппаратах возможна потеря аммиака или повреждение аппарата вследствие выплескивания горячей щелочной жидкости.

Перегонку проводят в соответствии с условиями использования данного аппарата.

Следует удостовериться в том, что перегонка аммиака завершена полностью и дистиллят не содержит избытка щелочи вследствие переброса гидроокиси натрия. Для этого рекомендуется одновременное титрование.

Однако различные методики рекомендуют использовать разные способы определения конечной точки перегонки. Например, по объему собранного дистиллята или объему остатка после перегонки, или продолжительности перегонки. Эти показатели не имеют прямого отношения к количественной перегонке аммиака. Они могут быть приняты только в случае, если испытания показали, что данная перегонка является полной при указанных условиях. Рекомендуется всегда подтверждать конец перегонки при каждом анализе.

Одновременное титрование.

Рекомендуется проводить одновременное титрование аммиака при перегонке, так как это облегчает определение конечной точки перегонки.

Оно может осуществляться путем титрования аммиака в дистилляте по мере его перегонки, или в дистиллированной воде, или путем собирания дистиллята в растворе серной или борной кислоты. В последнем случае достаточно использовать 10-25 см³ раствора борной кислоты массовой концентрацией 40 г/дм³.

Одновременное титрование также дает возможность определить, имел ли место переброс раствора гидроокиси натрия, и, если имел, результаты титрования теряют свое значение. В этом случае результат признают недействительным и анализ проводят вторично.

Контрольный анализ, проводимый путем перегонки смеси воды с гидроокисью натрия, может подтвердить наличие такого переброса.

Следует избегать перегрева этой жидкости недостаточно охлажденным дистиллятом; температура не должна подниматься выше 25°C.

Титрование после перегонки проводится либо непосредственно в растворе борной кислоты, либо путем обратного титрования.

Обратное титрование проводят путем сбора аммиака в титрованном растворе сильной кислоты, избыток которой определяют позже. Необходимо также удостовериться, что перегонка полностью закончена в условиях данного анализа.

Неполная перегонка и переброс раствора гидроокиси натрия вследствие несоблюдения условий перегонки могут в значительной мере компенсировать друг друга и таким образом остаться незамеченными. Концентрация используемого раствора кислоты должна быть от $(H^+) = 0,02$ моль/дм³ до $(H^+) = 0,2$ моль/дм³ и должна быть выбрана с таким расчетом, чтобы объем титрованного раствора составлял от 5 до 50 см³.

Допускается использовать любой индикатор или электрометрическое устройство, дающее удовлетворительные результаты при проверочных испытаниях.

Наиболее широко используют метиловый красный или бромкрезоловый зеленый. Можно также использовать индикатор, известный

под названием «Таширо»; в него входит раствор метилового красного, в который добавлен метиленовый голубой. В этом случае голубой цвет должен быть взят в такой пропорции, чтобы получить нейтральную серую окраску при рН 5,5.

Общие требования испытаний.

Весы, гири и мерная стеклянная посуда должны быть проверены или откалиброваны. Концентрация растворов также должна быть точно известна. Вначале проводят контрольный анализ для проверки реактивов, затем проводят проверочные испытания прибора и методики анализа. Каждая серия определений должна сопровождаться одним контрольным анализом и не менее чем одним проверочным испытанием.

Контрольный анализ проводят при возобновлении каждого реактива.

Контрольный анализ охватывает все стадии определения и осуществляется путем замены пробы эквивалентным количеством органического вещества, не содержащего азота (например, сахароза) и способствующего восстановлению любых азотных или азотистых соединений, которые могут присутствовать в реактивах. Контрольный анализ должен давать практически нулевой результат (погрешность порядка одной капли титрованного раствора).

Если погрешность невелика, необходимо сделать соответствующую поправку, или лучше разделить анализ, чтобы определить, какой именно реактив содержит азот, или выяснить, не вызывает ли погрешность сам прибор.

Обнаруженный в приборе дефект должен быть сразу же устранен.

Испытание аппарата для перегонки.

Помещают в аппарат известное количество аммонийной соли, например, 10 см³ раствора сернокислого аммония с $(1/2)(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 0,1$ моль/см³. Добавляют щелочь в избытке, перегоняют, титруют.

Низкий результат свидетельствует о неполной перегонке или утечке аммиака из аппарата.

Проверка всей методики определения без органического вещества.

Помещают аммонийную соль в колбу и проводят определение по установленной методике, включая минерализацию с целью разрушения органического вещества.

Низкие результаты, которые не могут быть следствием перегонки, могут быть получены за счет потерь на предыдущих стадиях (выплескивание, улетучивание соединений азота и т.п.).

Проверка, включающая разрушение органического вещества.

Содержание азота определяют в известном органическом соединении, которое плохо поддается разложению, например, в триптофане чистом или в смеси с другими веществами, не содержащими азота.

Низкие результаты, которые не могут быть следствием уже упомянутых причин, могут быть получены за счет недостаточного разрушения органического вещества (например, из-за недостаточного нагревания) или за счет использования неподходящего катализатора.

Результаты испытания.

Результаты испытаний выражают в пересчете на азот (N). Если делается пересчет на содержание общего белка, следует указать коэффициент пересчета.

Точность метода и формулу расчета следует указать в стандартах на методы испытаний.

Катализаторы

Необходимо делать различие между веществами, используемыми для повышения температуры кипения жидкости при разрушении органических веществ, и истинными катализаторами, которые способствуют этому разрушению. К первой группе веществ относится обычно серноокислый натрий, но предпочтительнее использовать серноокислый калий. Эти вещества вносят в достаточном количестве, чтобы повысить температуру кипения в конце процесса разрушения до 360-380 °С.

Выбор катализатора должен быть указан в стандартах на конкретный вид продукции. Можно применять различные виды катализаторов, имеющих достаточную эффективность и отвечающих требованиям контрольных испытаний (например, Hg, Se, Cu и их соединения).

Если проба имеет вид порошка, рекомендуется смешивать ее с катализатором еще в сухом виде до приливания серной кислоты.

Начало нагревания является критическим моментом метода Кьельдаля. Во многих случаях появляется пена, которая может подняться в горлышко колбы или даже перелиться через край. На это обстоятельство следует обратить особое внимание и вначале обеспечить умеренное нагревание. Иногда рекомендуется добавлять вещества, предотвращающие появление пены, например, парафин или вещества, изменяющие поверхностное натяжение. В этом случае следует убедиться, что эти вещества не содержат азота.

Если источник тепла интенсивно излучает инфракрасные лучи, то вещества, которые обычно вызывают пенообразование (например, углеводороды), образуют вместо этого обуглившиеся массы, которые дольше растворяются, но зато не создают сильной пены. В некоторых случаях имеет смысл затормозить нагревание, например, оставить на ночь.

Интенсивность нагревания может быть установлена по времени нагревания от 20°C до температуры кипения известного количества воды в колбе, аналогичной той, которая используется для анализа. Нагревание считается достаточным, если выкипающая кислота конденсируется в средней части горлышка колбы Кьельдаля вместимостью 300 см³. В любом случае необходимо избегать перегрева стенок колбы, не соприкасающихся с жидкостью. Этого можно достигнуть, поместив колбу на асбестовую пластину с отверстием, диаметр которого несколько меньше, чем диаметр колбы у поверхности жидкости.

Во время нагревания колбу рекомендуется помещать на подставку так, чтобы ее ось была наклонена под углом от 30 до 45° к вертикали.

Многие методики предусматривают периодическое взбалтывание содержимого колбы во время разрушения органического вещества. В большинстве случаев такое взбалтывание можно устранить, положив в колбу стеклянные шарики диаметром 5-7 мм. Когда жидкость станет прозрачной, отсутствие дальнейшего изменения цвета не всегда указывает на полное разрушение органических веществ. Азот в некоторых устойчивых соединениях, таких как лизин, триптофан или тирозин, разрушается только при продолжении нагревания еще в течение от 30 до 90 мин после того, как жидкость станет прозрачной. Обычно бывает достаточным дополнительное нагревание в течение от 30 до 40 мин. Для любого продукта с одинаковой массой пробы продолжительность нагревания зависит как от вида нагревателя, так и от используемого катализатора.

2.3.9 Методы определения жира

Сущность метода определения жира по обезжиренному остатку.

Метод основан на экстракции жира из исследуемого пищевого концентрата этиловым или петролейным эфиром в экстракционном аппарате Сокслета и последующем гравиметрическом определении добавленного жира по разности между массой навески исследуемого концентрата до экстракции и массой той же навески после экстракции.

Подготовка к анализу.

Очистка от пероксидов и обезвоживание этилового эфира

Для очистки от пероксида 500 см^3 этилового эфира встряхивают в делительной воронке со смесью 5 см^3 раствора гидроксида калия или гидроксида натрия и 50 см^3 раствора марганцовокислого калия, а затем оставляют на 24 ч, периодически встряхивая содержимое воронки. После отстаивания нижний водный слой сливают, а эфир в делительной воронке несколько раз промывают дистиллированной водой до полного удаления щелочи (реакция по фенолфталеину). Промытый эфир высушивают в течение

24 ч над безводным хлористым кальцием или сернокислым натрием и перегоняют на водяной или песчаной бане. Очищенный эфир хранят в темном месте.

Проведение анализа.

Из аналитической пробы исследуемого концентрата берут навеску массой около 5,0000 г, помещают ее в сухой стаканчик для взвешивания и высушивают в сушильном шкафу при температуре 100-105°C в течение 4 ч.

Высушенную навеску количественно переносят на лист фильтровальной бумаги размером 10x12 см. Стаканчик для взвешивания протирают небольшим кусочком обезжиренной ваты, смоченной эфиром, и присоединяют его к навеске, перенесенной на бумагу. Затем фильтровальную бумагу с навеской складывают в виде пакета и, для предотвращения потерь продукта, завертывают в лист фильтровальной бумаги размером 10x15 см так, чтобы линии загиба обоих пакетов не совпадали; фильтровальную бумагу, в которую завертывают навеску, предварительно сушат в течение 1 ч при температуре 100-105°C.

Бумажный пакет с навеской и ватой помещают в стаканчик для взвешивания или на часовое стекло, высушивают в открытом виде для удаления эфира в сушильном шкафу в течение 15 мин, охлаждают в эксикаторе и взвешивают до четвертого десятичного знака.

Несколько приготовленных пакетов с навесками нумеруют графитным карандашом и помещают в экстрактор аппарата Сокслета. Экстрактор соединяют на шлифах с приемной колбой и холодильником. В колбу предварительно наливают до 2/3 ее объема этиловый или петролейный эфир, подготовленный по п.1.2.

В холодильник аппарата пускают воду, колбу с эфиром нагревают на водяной или песчаной бане с закрытым электронагревателем или с паровым обогревателем. Температура воды в бане должна быть не более 60°C при работе с этиловым эфиром и не более 80°C при работе с петролейным эфиром.

Жир экстрагируют 8-10 ч, при этом нагревание и кипение эфира регулируют так, чтобы за 1 ч происходило шесть-восемь сливаний экстракта. При перерыве в работе пакеты должны оставаться в экстракторе погруженными в эфир.

Полноту извлечения жира устанавливают пробой на чистоту эфира, стекающего из экстрактора в приемную колбу. Экстрагирование считают законченным, если на стекле или на бумаге, на которые нанесены одна-две капли эфира, отсутствует жирное пятно после испарения растворителя.

После полного извлечения жира пакеты вынимают из экстрактора, помещают в стаканчики, которые применялись при взвешивании пакетов до экстракции, выдерживают 20-30 мин в вытяжном шкафу, высушивают в открытом виде в течение 2 ч в сушильном шкафу при температуре 100-105°C, охлаждают в эксикаторе и взвешивают до четвертого десятичного знака.

Обработка результатов.

Массовую долю жира X , %, вычисляют по формуле 3:

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m},$$

(3)

Где m – масса навески исследуемого продукта, г;

m_1 – масса стаканчика для взвешивания и пакета с высушенной навеской до экстрагирования, г;

m_2 – масса стаканчика для взвешивания и пакета с высушенной навеской после экстрагирования, г.

Массовую долю жира X^1 , %, в пересчете на сухую массу вычисляют по формуле 4:

$$X^1 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot (100 - W)}$$

(4)

Где W – массовая доля влаги в исследуемом продукте, определенная по ГОСТ 15113.4-77, %.

Вычисления проводят до второго десятичного знака с последующим округлением до первого десятичного знака.

За окончательный результат испытания принимают среднеарифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,5%, при доверительной вероятности $P=0,95$.