

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Л.А. Забодалова

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ
СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Санкт-Петербург

2015

УДК 613.2/637.04

Забодалова Л.А. Научные основы создания продуктов функционального назначения: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. – 86 с.

Учебно-методическое пособие включает содержание дисциплины «Научные основы создания продуктов функционального назначения», перечень практических и лабораторных занятий, рекомендации к их выполнению, а также рекомендации к самостоятельной работе магистрантов.

Предназначено для магистрантов направления 19.04.01 Биотехнология.

Рецензент: доктор техн. наук, проф. Т.В. Меледина

**Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Института холода и биотехнологий**



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 – 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2015

© Забодалова Л.А., 2015

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Научные основы создания продуктов функционального назначения» относится к вариативной части цикла профессиональных дисциплин подготовки магистрантов по направлению 19.04.01 Биотехнология. Дисциплина реализуется на факультете пищевых технологий Института холода и биотехнологий Университета ИТМО кафедрой технологии молока и пищевой биотехнологии.

Целью освоения дисциплины является изучение фундаментальных проблем пищи и питания, как основы создания современных пищевых технологий, и достижение следующих результатов образования (РО):

знания:

на уровне представлений: взаимосвязи здоровья и питания; значения основных макро- и микронутриентов, а также минорных компонентов пищи в питании человека; положений основных теорий и концепций питания;

на уровне воспроизведения: норм физиологических потребностей человека в пищевых веществах и энергии; основ рационального питания; требований к построению диет;

на уровне понимания: роли продуктов функционального питания в профилактике заболеваний и поддержании гомеостаза человека; специфики действия функциональных пищевых ингредиентов различных групп;

умения:

теоретические: анализировать структуру питания населения и современные тенденции создания продуктов функционального питания, обоснованно выбирать пищевые продукты и препараты для составления рациона здорового и больного человека;

практические: применять знания по дисциплине при разработке новых видов продуктов функционального питания;

навыки:

анализа и отбора компонентов, обеспечивающих функциональные свойства продукта;

оценки потребности в пищевых веществах и энергии различных групп населения, составления рационов для конкретной группы населения.

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций выпускника:

общекультурных (ОК):

ОК-8 – владение правовыми и этическими нормами при прогностической оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов;

профессиональных (ПК):

ПК-2 – способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности;

ПК-7 – умение проводить детальный анализ научной и технической информации в области биотехнологии и смежных дисциплин с целью научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок;

ППК-1 – владеть основными принципами создания продуктов питания для различных групп населения на основе требований современной науки о питании.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин, изучаемых в структуре ОПП бакалавриата, а также дисциплины «Философия и методология научного познания» и служит основой для освоения дисциплин «Методологические основы исследований в биотехнологии», «Биотрансформация пищевых систем» и «Инновации в биотехнологии».

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание основ питания; основных характеристик сырья животного, растительного, микробного происхождения и гидробионтов, принципов его переработки и сущности протекающих при этом процессов, современного состояния и перспектив развития биотехнологии;

умение пользоваться научной, справочной и методической литературой; использовать базы электронных данных в обучении и научной работе, систематизировать и обобщать информацию, использовать пакеты прикладных программ для статистической обработки данных;

владение современными методами исследования пищевого сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов; навыками работы в компьютерных сетях Интернет, компьютером как системой приме-

нения математических методов в технических приложениях, персональным компьютером.

Содержание дисциплины связано с изучением вопросов, касающихся роли продуктов функционального питания в профилактике заболеваний и поддержании гомеостаза человека; специфики действия функциональных пищевых ингредиентов различных групп, а также научных подходов к созданию продуктов питания функционального назначения.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (8,5 ч), практические занятия, семинары (34 ч), лабораторные работы (17 ч) и самостоятельная работа студента (84,5 ч).

Преподавание дисциплины предусматривает такие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия и семинары, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме опросов и выполнения домашних заданий и промежуточный контроль в форме экзамена.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Функциональные пищевые продукты: характеристика, назначение, роль в питании

Взаимосвязь питания и здоровья: анализ современных тенденций. Питание и заболеваемость. Эколого-медицинские аспекты питания современного человека. Основные понятия и определения в соответствии с ГОСТ Р 52349. Виды продуктов функционального питания. Современный рынок функциональных продуктов. История возникновения и развития концепции здорового питания. Роль основных нутриентов в питании человека. Основные и альтернативные теории питания.

Самостоятельная работа студентов – 9 ч.

Работа с источниками [1, 2, 11, 14, 15, 18, 20]; отраслевые журналы; Интернет-ресурсы; конспект лекций.

Раздел 2. Функциональные пищевые ингредиенты

Общие представления. Классификация

Физиологическое действие

Специфические физиологические эффекты функциональных ингредиентов. Требования к функциональным ингредиентам. Адекватные и максимальные уровни потребления пищевых и биологически активных компонентов. Классификация функциональных ингредиентов по химическому строению и по механизму действия. Взаимосвязь между физиологическим действием функциональных ингредиентов и алиментарными заболеваниями. Понятие метаболического синдрома. Факторы риска метаболического синдрома. Появление сопутствующих заболеваний. Основные системы регуляции гомеостаза. Базовые и дополнительные механизмы регуляции.

Самостоятельная работа студентов – 12 ч.

Работа с источниками [1, 2, 3, 7, 13, 17]; Интернет-ресурсы; отраслевые журналы; конспект лекций.

Раздел 3. Характеристика основных групп

функциональных ингредиентов

Пищевые волокна: представители, источники, основные свойства, физиологические аспекты применения, способы обогащения продуктов пищевыми волокнами. Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), фосфолипиды: источники, основные свойства, физиологическое действие. Факторы, влияющие на стойкость ПНЖК в пищевых системах. Пробиотики: представители, функции и специфические эффекты. Критерии выбора пробиотических культур по физиологически важным и технологическим свойствам. Основные виды пребиотиков, функции в организме, краткая классификация. Пребиотические вещества для молочнокислых бактерий и бифидобактерий. Понятие синбиотиков. Функциональные свойства аминокислот, белков и пептидов. Биоактивные пептиды: источники выделения, функциональная активность, применение. Флавоноиды, лектины, цитаминны и другие группы функциональных ингредиентов.

Самостоятельная работа студентов – 28,9 ч.

Работа с источниками [1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 14, 16, 19, 23, 24]; Интернет-ресурсы, отраслевые журналы, конспект лекций.

Раздел 4. Современные подходы к созданию функциональных продуктов питания

Требования к функциональным продуктам для целевых групп населения и рекомендации к их разработке. Основные этапы создания функциональных продуктов. Пути преобразования пищевого продукта в функциональный. Научные принципы обогащения продуктов микронутриентами. Технологические приемы обогащения. Обеспечение безопасности обогащенных продуктов, возможные риски. Способы обработки сырья для получения биологически активных веществ.

Традиционные методы переработки сырья: экстрагирование, сушка, выпаривание, гидролиз, прессование, измельчение, перегонка, фракционирование и др. Применение сжатых и сжиженных газов для обработки сырья. Технология получения сухих экстрактов. Применение методов генной инженерии для получения ингредиентов с заданными свойствами.

Самостоятельная работа студентов – 13 ч.

Работа с источниками [1, 3, 4, 5, 6, 8, 12]; Интернет-ресурсы, отраслевые журналы, конспект лекций.

Самостоятельная работа студентов – подготовка к экзамену – 21,6 ч.

ПРАКТИЧЕСКИЕ И СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Раздел 1. Функциональные пищевые продукты: характеристика, назначение, роль в питании

Занятие № 1

Основные предпосылки появления функциональных пищевых продуктов. История возникновения и основные этапы развития производства продуктов функционального питания

Проблема обеспечения пищей была одной из глобальных проблем на всех этапах развития человеческого общества. Не потеряла она своей актуальности и в настоящее время, поскольку питание является важным фактором внешней среды, определяющим здоровье населения. Правильное питание обеспечивает нормальный рост и развитие детей, способствует профилактике заболеваний, продлению активного периода жизни и создает условия для адекватной адаптации к окружающей среде. Пища является исходным материалом для построения и обновления клеток человеческого организма, поэтому именно она и определяет состояние здоровья человека. По мнению экспертов ФАО/ВОЗ, состояние здоровья на 50 % определяется индивидуальным образом жизни; на 20 % – условиями внешней среды; еще на 20 % – наследственностью и лишь на 10–15 % медицинским обслуживанием, т. е. главенствующая роль принадлежит индивидуальному образу жизни, а он прежде всего определяется питанием. Утверждение «здоровье есть функция питания» является общепризнанным и не вызывает сомнения.

Сохранение здоровья человека приобретает первостепенное значение, особенно в условиях усиливающегося влияния негативных воздействий извне: экологически неблагоприятные условия жизни; тяжелые и вредные условия труда; частые стрессовые ситуации, в том числе «синдром хронической усталости»; повышенный фон ионизирующего и других видов излучений; широкое использование антибиотиков и химиотерапии и т. д.).

Анализ структуры питания населения России свидетельствует о том, что она неудовлетворительна как в количественном, так и в качественном аспектах и требует коррекции. Так, в ряде регионов России уровень потребления продуктов питания в количественном

отношении на 30 % ниже установленных физиологических норм. Отмечено снижение потребления наиболее ценных в биологическом отношении пищевых продуктов, таких как мясные и молочные, яйца, рыбопродукты, фрукты и овощи, при увеличении потребления хлеба и хлебопродуктов, а также картофеля.

Результаты массовых обследований населения, регулярно проводимых Институтом питания РАМН, свидетельствуют о недостатке витамина С у 70–100 % обследуемых; витаминов В₁, В₂, В₆ и фолиевой кислоты – у 40–80 %, а 40–60 % людей испытывают недостаток β-каротина и таких минеральных веществ и микроэлементов, как кальций, железо, йод, фтор, селен.

Нарушения структуры питания вызывают снижение показателей здоровья как взрослого, так и детского населения вследствие повышения количества алиментарно-зависимых заболеваний. В последние годы имело место очевидное ухудшение демографических показателей. Сократилась продолжительность жизни. По обобщенным данным, у мужчин она составляет 57 лет, у женщин – 72 года. Среди болезней и причин смертности ведущее место занимают сердечно-сосудистые (более 50 % смертей) и онкологические (около 14 %) заболевания, развитие которых в значительной мере связано с питанием. Врачи констатируют также весьма высокую распространенность дисбактериоза – нарушения нормальной кишечной микрофлоры (по оценке медиков, дисбактериозом в той или иной мере страдают от 75 до 90 % наших соотечественников).

Таким образом, проблема питания населения России стала фактором национальной безопасности и требует решения на государственном уровне. В связи с этим в России была разработана и принята Концепция государственной политики в области здорового питания, представляющая собой комплекс мероприятий, призванных обеспечить удовлетворение потребностей различных групп населения в рациональном, здоровом питании с учетом их традиций, привычек и экономического положения, в соответствии с требованиями науки о питании.

Мы стоим перед дилеммой: с одной стороны, необходимо ограничить объем потребляемой пищи, дабы привести в соответствие калорийность рациона и энерготраты, которые в настоящее время значительно снизились и составляют в среднем 2200–2300 ккал/сут (против 3600 ккал/сут до 1990 г.); с другой – необходимо расширить

ассортимент потребляемых продуктов, чтобы ликвидировать имеющийся дефицит микронутриентов.

В этой связи несомненный интерес представляет проведение профилактики нарушений гомеостаза человека за счет потребления специализированных продуктов питания. К таковым с полной уверенностью можно отнести функциональные продукты, производство которых в последние десятилетия сформировалось в самостоятельное научно-прикладное направление.

Сам термин «функциональные продукты», «функциональное, или здоровое питание», появился в Японии в конце 80-х–начале 90-х гг. XX в. Японскими исследователями была сформулирована теория позитивного питания, согласно которой функциональные продукты должны иметь три основных свойства: необходимую пищевую ценность, приятный вкус и положительное физиологическое воздействие на организм. В настоящее время производство таких продуктов распространено достаточно широко.

Основные термины и определения, касающиеся данной группы продуктов, представлены в ГОСТ Р 52349–2005 «Продукты пищевые функциональные. Термины и определения».

Цель занятия – изучить содержание ГОСТ Р 52349–2005 «Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» и Методических указаний МР 2.3.1.1915 «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных компонентов». Разобраться в сути таких понятий, как «функциональный пищевой продукт», «функциональный пищевой ингредиент», «обогащенный продукт», «рекомендуемая величина потребления пищевых веществ», «адекватный уровень потребления», «верхний допустимый уровень потребления». Получить представление о понятиях «пищевой статус человека», «пищевая плотность рациона»; о факторах, влияющих на состояние здоровья человека; методах оценки структуры питания и последствиях ее нарушения, а также об истории возникновения и этапах развития концепции здорового питания.

Форма проведения занятий – заслушивание докладов студентов с обсуждением в форме дискуссии, формулирование выводов.

Отрабатываемые вопросы:

1. Аспекты формирования здоровья человека (внешние условия и субъективные факторы).
2. Пищевой статус человека. Пирамида здоровья.

3. Технологии и методы оценки структуры питания и пищевого статуса.

4. Понятие пищевой плотности рациона. Причины и последствия нарушения структуры питания.

5. История возникновения концепции здорового питания. Основные этапы развития производства продуктов функционального питания.

Задание и рекомендации: на основании изучения материала необходимо подготовить и сделать доклад по одному из предложенных вопросов. Представленный материал обсуждается студентами, формулируются основные выводы.

Занятия № 2 и 3

Роль основных микронутриентов в питании человека

Среди пищевых факторов, имеющих особое значение для поддержания здоровья, работоспособности и активного долголетия человека, важнейшая роль принадлежит микронутриентам – витаминам и минеральным веществам. Они относятся к незаменимым компонентам пищи и необходимы для нормального протекания обмена веществ, роста и развития, снижения риска различных заболеваний, обеспечения всех жизненных функций, включая воспроизводство генофонда.

Организм человека не синтезирует большинство микронутриентов – витаминов, минеральных и биологически активных веществ – и не способен запасать витамины впрок на сколько-нибудь долгий срок (за исключением жирорастворимых). Поэтому многие микронутриенты должны поступать в организм регулярно и в количестве, соответствующем физиологической потребности человека, в течение всего года.

В настоящее время среди основных нарушений структуры питания населения РФ отмечен дефицит витаминов (С, В₁, В₂, Е, фолиевой кислоты, ретинола, β-каротина и др.) и дефицит минеральных веществ и микроэлементов (Са, Fe, J, F, Se, Zn). Среди причин недостаточного поступления микронутриентов с пищей отмечают такие, как снижение энерготрат современного человека и соответствующее уменьшение общего количества потребляемой пищи; увеличение по-

ребления сельскохозяйственных продуктов, произведенных по новым интенсивным технологиям; потребление значительного количества рафинированных, высококалорийных продуктов.

Дефицит витаминов и микроэлементов сопровождается снижением адаптационных возможностей человека, влечет за собой развитие синдрома хронической усталости, снижение умственной и физической работоспособности. Эти явления характерны для различных социально-возрастных групп населения. Так, установлено, что у людей молодого возраста даже на ранних стадиях недостаточности витаминов В₁, В₆, В₁₂, С, ниацина, фолиевой кислоты рассеивается внимание, а немногим позже возникает типичная картина нарушений в виде депрессии, ипохондрии, истерии. Дефицит витаминов и железа у беременных и кормящих женщин наносит большой ущерб здоровью матери и ребенка. Сопутствующая витаминной недостаточности анемия почти у 40 % беременных увеличивает показатель детской смертности, часто приводит к недоношенности, нарушениям физического и умственного развития детей. Особенно опасно в этом отношении недостаточное поступление в первом триместре беременности фолиевой кислоты, что существенно повышает риск развития уродств плода, выкидышей. Недостаток витаминов в детском и юношеском возрасте отрицательно сказывается на показателях физического развития, заболеваемости, успеваемости, способствует развитию нарушений обмена веществ, хронических форм патологий и в конечном счете препятствует формированию здорового поколения.

Для профилактики дефицита витаминов и минеральных веществ рекомендуется использовать такие приемы, как традиционное обогащение рациона свежими овощами, фруктами, ягодами, а также дополнительное обогащение продуктов массового потребления дефицитными в рационе микронутриентами.

Цель занятий – рассмотреть роль и функции минеральных компонентов, витаминов и витаминоподобных веществ в питании человека.

Форма проведения занятий – заслушивание докладов студентов.

Отрабатываемые вопросы:

1. Роль и функции в организме основных макроэлементов (кальций, фосфор, магний, калий).

2. Роль и функции в организме отдельных микроэлементов (железо, медь, цинк, марганец, хром, йод, фтор, кобальт, молибден, селен).

3. Роль и функции в организме основных водорастворимых витаминов.

4. Роль и функции в организме основных жирорастворимых витаминов.

5. Витаминоподобные соединения, их значение для поддержания здоровья человека.

6. Витаминная недостаточность (виды, причины возникновения).

7. Токсическое и побочное действие витаминов. Гипервитаминозы.

Задание и рекомендации: при изучении материала следует ознакомиться с содержанием Методических рекомендаций МР 2.3.1.2432–08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации»; обратить внимание на значимость основных макро- и микроэлементов, водо- и жирорастворимых витаминов, а также витаминоподобных веществ в поддержании адекватного гомеостаза человека; проанализировать причины дефицита этих веществ в рационе питания и связанные с этим заболевания, а также возможные последствия избытка витаминов в организме человека; сделать выводы.

Занятие № 4

Основные теории и концепции питания Вклад отечественных и зарубежных ученых в их развитие Современные взгляды на питание

Питание является одним из важнейших факторов внешней среды, оказывающих воздействие на организм человека. Известно, что все необходимое для своей жизнедеятельности, кроме кислорода, человек получает из пищи. Современный человек потребляет в среднем около 800 г пищи и около 2000 г воды в сутки. Пища является исходным материалом для построения и обновления клеток человеческого организма и в конечном итоге определяет состояние здоровья человека.

Питание представляет собой сложный физиологический процесс поступления и усвоения в организме пищевых веществ, необхо-

димых для возмещения энергозатрат, построения и поддержания должной структуры клеток и тканей, регуляции различных функций организма. В процессе питания факторы внешней среды – пищевые продукты – целенаправленно изменяются под действием пищеварительных ферментов, поступают в лимфу и кровь, превращаясь в факторы внутренней среды организма. Таким образом, организм из свободного набора продуктов формирует в тонком кишечнике химус – сбалансированную смесь вполне фиксированного состава, из которой и происходит усвоение питательных веществ во внутреннюю среду.

Современные представления о количественных и качественных процессах ассимиляции нутриентов нашли отражение в концепции сбалансированного питания, согласно которой для обеспечения нормальной жизнедеятельности организма необходимо, чтобы его материальные и энергетические затраты компенсировались новым поступлением пищи. При этом в пище должны содержаться все необходимые вещества в определенных соотношениях.

Классическая теория (теория сбалансированного питания) возникла более 200 лет назад и сыграла исключительно важную роль в прогрессе ряда наук и технологий. Окончательно она сформировалась в конце XIX–начале XX вв. С этой теорией связаны представления об идеальной пище и оптимальном сбалансированном питании, которые базировались на балансных подходах к оценке и режиму питания, сохраняющих свое значение и в настоящее время.

Классическая теория сбалансированного питания может быть сведена к нескольким фундаментальным постулатам:

1 – питание поддерживает молекулярный состав организма и возмещает его энергетические и пластические расходы;

2 – идеальным считается питание, при котором поступление пищевых веществ максимально точно (по времени и составу) соответствует их расходу;

3 – поступление пищевых веществ в кровь обеспечивается в результате разрушения пищевых структур и всасывания нутриентов, необходимых для метаболизма, энергетических и пластических потребностей организма;

4 – пища состоит из нескольких компонентов, различных по физиологическому значению: нутриентов, балластных веществ (от которых она может быть очищена) и вредных (токсических) веществ;

5 – ценность пищевого продукта определяется содержанием и соотношением в нем аминокислот, моносахаридов, жирных кислот, витаминов и некоторых солей;

6 – утилизация пищи осуществляется самим организмом.

При этом для нормального функционирования организма необходимо не только снабжение его достаточным количеством белка и энергии, но и поступление в организм всех незаменимых факторов питания и соблюдение определенного соотношения между ними. Однако теорией сбалансированного питания учитывались лишь питательные вещества, которые усваиваются организмом, а так называемые балластные – неусваиваемые вещества не принимались во внимание. Считалось, что раз вещества не усваиваются, то они и не нужны организму.

В развитие теории сбалансированного питания большой вклад внесли академик А.А. Покровский и его ученики. А.А. Покровским была разработана формула сбалансированного питания, которая отражает среднюю потребность взрослого человека в пищевых веществах. Согласно этой формуле, в полноценном рационе должны содержаться питательные вещества пяти классов:

- источники энергии – белки, жиры, углеводы;
- незаменимые аминокислоты;
- витамины;
- незаменимые жирные кислоты;
- неорганические элементы.

Формула рассчитана на общую суточную энергетическую ценность рациона, равную 3000 ккал. Значение классической теории трудно переоценить. Она позволила дать научное объяснение потребностям в пище по энергетическим, пластическим и другим ее компонентам и создать научно-обоснованные рационы питания для различных возрастных и социальных групп населения с учетом физической нагрузки, условий жизни и т. д. Она послужила основой современных пищевых технологий, дала возможность разработать практические мероприятия, связанные с пищевыми ресурсами и питанием, позволила ответить на вопрос, каким должен быть минимально достаточный рацион, какие дефекты пищи и в какой степени будут отражаться на функциях организма или могут оказаться несовместимыми с жизнью.

Однако заключение о том, что балластные вещества не нужны организму, было ошибочным. Балансный подход привел к идее про-

изводства рафинированной (очищенной от балластных веществ) пищи. Такие продукты производились в нашей стране довольно длительное время. Но, как показал опыт, воплощение в жизнь этой идеи нанесло определенный вред и повлекло за собой появление так называемых «болезней цивилизации» – атеросклероза, диабета, остеохондроза, остеопороза, ряда заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Исследования роли кишечной микрофлоры и балластных веществ в процессе пищеварения, обобщение опыта, связанного с созданием и потреблением рафинированной пищи, показали, что теория сбалансированного питания требует корректировки. Развитием и продолжением данной концепции явилась теория адекватного питания, которая подходит с принципиально новых позиций к рассмотрению процессов ассимиляции пищевых веществ организмом. Не отвергая основного принципа классической теории, теория адекватного питания утверждает, что пища и питание должны быть адекватны эволюционно сложившимся структурно-функциональным характеристикам организма и их особенностям. Общим для обеих теорий является постулат, заключающийся в том, что питание поддерживает молекулярный состав организма и обеспечивает его энергетические и пластические потребности.

Избыток или недостаток какого-либо компонента приводит к расстройству питания, при этом возникает нарушение внутренней экологии человека.

Теория адекватного питания была сформулирована в 80-е гг. XX в., когда были получены новые научные результаты в области физиологии пищеварения, биохимии пищи, микробиологии, открыты новые механизмы пищеварения. Существенный вклад в разработку этой теории внес академик А.М. Уголев – руководитель лаборатории физиологии питания Института физиологии им. И.П. Павлова в Санкт-Петербурге. Теория адекватного питания вобрала в себя все ценное, что было в теории сбалансированного питания, и явилась ее дальнейшим развитием.

Основные ее положения сводятся к следующему:

- необходимыми компонентами пищи являются не только полезные, но и балластные вещества (пищевые волокна);
- пища усваивается как самим организмом, так и населяющими его бактериями;

– приток нутриентов в организме обеспечивается как за счет извлечения их из пищи, так и в результате жизнедеятельности бактерий, синтезирующих дополнительные питательные вещества;

– нормальное питание обусловлено не одним потоком полезных веществ из желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) во внутреннюю среду организма, а несколькими потоками питательных и регуляторных веществ.

К балластным веществам, или пищевым волокнам, относятся биополимерные компоненты растительной пищи: неперевариваемые полисахариды (целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин) и соединения фенольной природы (лигнины).

Целлюлоза и гемицеллюлоза практически нерастворимы, в то время как пектины и лигнины относятся к растворимым полимерам. Эти вещества входят в состав клеточных стенок и оболочек плодов. При технологической обработке они, как правило, удаляются, например при шлифовании риса, переработке зерна в муку, отжиме сока из плодов (без мякоти) и т. д.

Несмотря на то что в организме человека отсутствуют ферменты, способные расщеплять пищевые волокна, и они не могут усваиваться и быть источником энергии и пластического материала, они выполняют целый ряд специфических функций, связанных с пищеварением и процессом обмена веществ.

Свойства пищевых волокон:

– стимуляция перистальтики кишечника;

– адсорбция различных токсичных веществ, в том числе продуктов неполного переваривания пищи, радионуклидов, некоторых канцерогенных веществ;

– интенсификация обмена желчных кислот, регулирующего уровень холестерина в крови;

– снижение доступности макронутриентов (жиров и углеводов) действию пищеварительных ферментов, в результате чего предотвращается резкое повышение их содержания в крови;

– доступность действию кишечной микрофлоры (в качестве постоянного питательного субстрата), деятельность которой обеспечивает поступление в организм ценных вторичных нутриентов (витаминов группы В и др.) и проявляется в ряде других положительных воздействиях на обмен веществ.

Основной поток нутриентов составляют аминокислоты, моносахариды (глюкоза, фруктоза), жирные кислоты, витамины, минеральные вещества, образующиеся в результате ферментативного расщепления пищи.

Помимо этого из ЖКТ во внутреннюю среду поступают еще пять потоков различных веществ. Среди них – поток гормональных и физиологически активных веществ, которые продуцируются клетками желудочно-кишечного тракта. Эти клетки секретируют около 30 гормонов и гормоноподобных веществ, которые контролируют не только функции пищеварительного аппарата, но и важнейшие функции организма.

В кишечнике формируются также три потока, связанных с микроорганизмами кишечника: продукты жизнедеятельности бактерий, модифицированные балластные вещества и модифицированные пищевые вещества. Условно в отдельный поток выделяются вещества, поступающие с загрязненной пищей.

Таким образом, питание должно быть не только сбалансированным, но и адекватным, т. е. соответствовать возможностям организма.

На основе теории адекватного питания сформулированы основные принципы рационального питания.

Появление новых данных, подтверждающих роль неизвестных ранее факторов пищи в повышении качества жизни, укреплении здоровья и снижении риска развития многих заболеваний, позволило обосновать необходимость значительного расширения списка если не эссенциальных, то, по крайней мере, желательных факторов за счет так называемых непищевых минорных биологически активных компонентов пищи. К ним относятся биофлавоноиды, индолы, фитостеролы, изотиоцианаты и др. Как известно, для макро- и микронутриентов с достаточной степенью надежности установлены величины физиологических потребностей для различных групп населения. В настоящее время исследования направлены на их уточнение в плане учета дополнительного расхода на обеспечение адаптивных реакций по отношению к физическим, химическим, эмоциональным и другим нагрузкам. Для минорных биологически активных компонентов пищи в настоящее время можно ориентироваться только на расчетные уровни их содержания в «благоприятных для здоровья рационах», определенных эпидемиологическими наблюдениями.

На основании сопоставления результатов эпидемиологических, лабораторных и клинических исследований установлены так называемые безопасные и адекватные уровни суточного поступления с рационом питания таких ранее не нормируемых микронутриентов, как хром (50–200 мкг), ванадий (около 100 мкг), кремний (5–10 мг), никель (около 100 мкг). Ведутся интенсивные исследования по определению нормального среднесуточного поступления с рационом ряда других микроэлементов, таких как алюминий (от 3 до 100 мг), брома (от 2 до 8 мг), кадмия (от 10 до 20 мкг), германия (от 0,4 до 1,5 мг), лития (200–600 мкг), рубидия (1–5 мг) и др.

По мнению ученых, есть все основания полагать, что по мере расшифровки физиологических функций, путей биотрансформации и молекулярных механизмов действия этих микронутриентов для некоторых из них будет доказана эссенциальность для человека, и они будут внесены в формулу оптимального питания.

Таким образом, в основе современных представлений о здоровом питании должна лежать концепция оптимального питания, предусматривающая необходимость и обязательность полного обеспечения потребностей организма не только в энергии, эссенциальных макро- и микронутриентах, но и в целом ряде также необходимых минорных непищевых компонентах пищи. Для полноценного обеспечения организма всеми необходимыми веществами наряду с традиционной пищей в рацион современного человека должны быть включены биологически активные добавки, являющиеся источниками минорных компонентов (В.А. Тутелья, М.Н. Волгарев).

Цель занятия – проследить эволюцию взглядов на питание, ознакомиться с постулатами основных теорий и концепций питания.

Форма проведения занятий – заслушивание докладов студентов с обсуждением в форме дискуссии, формулирование выводов.

Отрабатываемые вопросы:

1. Классическая теория сбалансированного питания (А.А. Покровский).

2. Теория адекватного питания (А.М. Уголев) как составная часть междисциплинарной науки трофологии.

3. Сравнительная характеристика теорий сбалансированного и адекватного питания.

4. Концепция оптимального питания (А.А. Покровский, В.А. Тутельян). Роль минорных компонентов пищи в поддержании здоровья человека.

5. Холистическая теория питания: основные положения, значение (Е.И. Ткаченко).

6. Основные принципы рационального питания.

Задание: при подготовке к занятию уделить внимание анализу основных теорий питания – теории сбалансированного питания (ее обычно называют классической) и теории адекватного питания; проанализировать изменение взглядов на питание и роль пищи в жизни человека; ознакомиться с современными концепциями питания; подготовить сообщение по одному из вопросов.

Занятие № 5

Альтернативные теории питания

Проблемы в области питания, возникновение и распространение заболеваний, связанных с недостаточным или избыточным потреблением пищи (алиментарно-зависимых), привели к появлению различных нетрадиционных систем, теорий питания и модных диет.

Нетрадиционное питание – это виды питания, которые отличаются от принятых в современной науке видов и методов питания здорового и больного человека. Нетрадиционное питание называют также альтернативным, что означает возможность выбора между тем или иным видом нетрадиционного питания и рекомендациями науки о питании.

Цель занятия – ознакомиться с наиболее распространенными альтернативными теориями питания.

Форма проведения занятий – заслушивание докладов студентов с обсуждением в форме дискуссии, формулирование выводов.

Отрабатываемые вопросы:

1. Вегетарианство, лечебное голодание.
2. Концепция раздельного питания.
3. Концепция дифференцированного питания (по группе крови).
4. Концепция питания предков (сыроедение и сухоедение).
5. Концепция главного пищевого фактора.
6. Концепции «живой» энергии и мнимых лекарств.

Задание: рассмотреть различные альтернативные теории питания, сравнить их с общепринятыми теориями и концепциями питания; подготовить сообщение для выступления на семинарском занятии; принять участие в дискуссии, высказать свою точку зрения.

Контрольные вопросы

1. Какие продукты относятся к категории функциональных?
2. Дайте определения понятиям «пробиотик», «пребиотик», «синбиотик».
3. В каком случае продукт можно назвать обогащенным?
4. Что такое пищевой статус человека? Чем он определяется?
5. Какие нарушения структуры питания современного человека Вы можете назвать?
6. На каких положениях базируется теории сбалансированного питания?
7. Перечислите основные постулаты теории адекватного питания.
8. Дайте сравнительную характеристику теорий сбалансированного и адекватного питания.
9. Каковы современные представления о здоровом питании?
10. Перечислите основные альтернативные теории питания, раскройте их положительные и отрицательные стороны.

Раздел 2. Функциональные пищевые ингредиенты Общие представления. Классификация Физиологическое действие

Занятие № 6

Метаболический синдром

Согласно известному выражению И.П. Павлова, «над всеми явлениями человеческой жизни господствует забота о хлебе насущном». Это означает, что для нормальной жизнедеятельности человека, координированной работы физиологических и регуляторных систем его организма необходимо своевременное обеспечение многочисленными функциональными ингредиентами экзогенного и эндо-

генного происхождения. Эти ингредиенты являются строительным и энергетическим материалом, предшественниками или обязательными участниками синтеза, распада и работы более 2,5 млн различных биомолекул, из которых состоят органы и ткани организма человека, и медиаторов, регулирующих их нормальную деятельность.

Комплексный дефицит данных ингредиентов, возникающий еще в утробе матери и переходящий затем в форму хронического, может привести к переходу функциональных изменений в базовых механизмах гомеостаза в необратимые. За ними могут последовать нарушения функций иммунной, гуморальной и нервной систем, физиологических функций, метаболических и поведенческих реакций. Это, в конечном счете, приводит к развитию различных патологических синдромов и заболеваний с определенными клиническими проявлениями.

Известно, что в современных условиях наиболее частым последствием хронического дефицита функциональных ингредиентов является возникновение и прогрессирование метаболического синдрома. Последний выделен в самостоятельный симптомокомплекс, что имеет важное профилактическое и лечебное значение, поскольку на ранних стадиях метаболический синдром является обратимым состоянием. Снижение риска метаболического синдрома – одна из важнейших задач современного здравоохранения как в России, так и во всем мире. Своевременная его диагностика и проведение лечебно-профилактических мероприятий позволяют уменьшить прогрессирование основных проявлений метаболического синдрома и существенно снизить риск развития ожирения, сахарного диабета 2-го типа, гипертонической болезни и атеросклероза, которые в последние два-три десятилетия стали главными причинами повышенной смертности и инвалидности.

Цель занятия – выявить взаимосвязь между физиологическим действием функциональных ингредиентов и алиментарными заболеваниями; получить представление о метаболическом синдроме и факторах риска его возникновения.

Форма проведения занятий – заслушивание докладов студентов.

Отрабатываемые вопросы:

1. Взаимосвязь между физиологическим действием функциональных ингредиентов и алиментарными заболеваниями. Понятие метаболического синдрома.

2. Факторы риска метаболического синдрома.

3. Появление сопутствующих заболеваний.

Задание: раскрыть сущность понятия «метаболический синдром»; выявить факторы, способствующие его возникновению и развитию сопутствующих заболеваний; подготовить сообщение для выступления на семинарском занятии.

Занятие № 7

Основные системы регуляции гомеостаза Минеральные вещества как базовый элемент гомеостаза живых организмов

Важнейшим базовым элементом гомеостаза живых организмов является содержание и состав растворенных в жидкостях живых организмов макро- и микроэлементов (атомовитов). Термин предложен В.Л. Сусликовым – крупнейшим отечественным специалистом в области микроэlementологии (*atom* – атом химического элемента, *vita* – жизнь).

Различные живые организмы имеют специфические потребности в тех или иных химических элементах, избирательно поглощают, аккумулируют их в определенных органах, тканях и клетках, а затем выделяют в окружающую среду. Для нормальной жизнедеятельности крайне необходимо не только регулярное поступление в организм макро- и микроэлементов, но и правильное их соотношение. Живые организмы способны селективно ассимилировать не только сами микроэлементы, но даже определенные изотопы из их смесей. Минеральные вещества, несмотря на их исключительную жизненную необходимость, не синтезируются живыми организмами и должны поступать в них из окружающей среды. Основными причинами их недостатка в организме являются снижение потребления (диетические ограничения, особенности технологии продуктов и т. д.), повышенная потребность (стрессы, гиподинамия или повышенная физическая активность, перенесенные заболевания и т. д.), нарушение абсорбции из пищеварительного тракта, избыточное выведение из организма, эндокринные патологии и другие. Поскольку содержание микроэлементов в пищевых продуктах и питьевой воде существенно различается в зависимости от места проживания человека, достаточно легко могут возникать состояния, связанные с дефицитом их накопления.

Цель занятия – получить представление о минеральных веществах как базовом элементе гомеостаза организма человека.

Форма проведения занятия – заслушивание докладов студентов (с презентациями и заключительной дискуссией).

Отрабатываемые вопросы:

1. Понятие атомовитов. Классификация микро- и макроэлементов по анатомо-физиологическим свойствам.

2. Характеристика основных групп атомовитов:

– структурных;

– биокаталитических;

– эндокринных;

– гематологических.

3. Роль в питании.

4. Микроэлементозы как следствие дефицита эссенциальных элементов в организме.

Задание и рекомендации: изучить классификацию микро- и макроэлементов по анатомо-физиологическим свойствам; дать характеристику основных групп атомовитов, их роли в питании; обратить внимание на последствия, вызванные недостаточным поступлением минеральных веществ в организм человека; сформулировать выводы.

После изучения материала студенту необходимо подготовить сообщение по одному из вопросов и выступить на семинарском занятии.

Занятие № 8

Основные системы регуляции гомеостаза Оксидантная (антиоксидантная) система регуляции гомеостаза человека

Оксидантная (антиоксидантная) система регуляции гомеостаза человека, ответственная за процессы свободнорадикального окисления, возникла с появлением на Земле кислорода и живых организмов, которые используют в своей жизнедеятельности этот активный химический элемент. Без кислорода невозможны окислительно-восстановительные и другие жизненно важные процессы. В ходе различных физиологических процессов, протекающих в организме, образуются активные формы кислорода (АФК), которые участвуют в реакциях свободнорадикального окисления и перекисного окисле-

ния липидов. Уровень образующихся АФК контролируется много-стадийной системой эндогенных и экзогенных биоантиоксидантов.

Антиоксидантная система является необходимым компонентом тканей и клеток всех живых организмов, поскольку в физиологических условиях она поддерживает на низком уровне свободнорадикальные окислительные процессы и защищает структуры клеток от разрушения. Нарушение равновесия между реакциями окисления, связанными с АФК, и реакциями нейтрализации АФК приводит к неконтролируемому нарастанию концентрации АФК и развитию так называемого окислительного стресса. Это, прежде всего, приводит к нарушению структуры и функций мембран различных клеток.

К сожалению, активность имеющихся в организме антиоксидантов нередко оказывается недостаточной для нейтрализации избыточного количества АФК. Окислительный стресс и неадекватность работы механизмов антиоксидантной защиты играют важную роль в возникновении и развитии сердечно-сосудистых, бронхолегочных, онкологических, воспалительных, инфекционных заболеваний, синдрома хронической усталости, метаболического синдрома, преждевременного старения. Для снижения риска возникновения подобных заболеваний и уменьшения их клинического проявления необходимо употреблять достаточное количество пищевых продуктов, богатых антиоксидантами, а при необходимости дополнительно вводить в организм антиоксиданты в виде биологически активных добавок или функциональных пищевых продуктов.

Цель занятия – получить представление об оксидантной (антиоксидантной) системе регуляции гомеостаза человека.

Форма проведения занятия – заслушивание докладов студентов.

Отрабатываемые вопросы:

1. Роль и функции кислорода в организме человека.
2. Активные формы кислорода, виды, повреждающее действие.

Понятие окислительного стресса.

3. Ферментные и неферментные системы антирадикальной и антиперекисной защиты.

Задание и рекомендации: изучить теоретический материал, касающийся оксидантной (антиоксидантной) системы регуляции гомеостаза человека; получить представление о роли и функциях кислорода в организме, повреждающем действии активных форм кислорода, защите от него.

Занятие № 9

Роль воды в поддержании здоровья человека и снижении риска заболеваний

Вода играет исключительно важную роль в возникновении и поддержании жизни. Это обусловлено не только тем, что две трети массы всех живых организмов на нашей планете составляет вода, но и особенностями физико-химических свойств этого химического соединения. Будучи в химическом отношении достаточно простой, вода обладает рядом таких характеристик, которые делают ее уникальной для живой природы.

В поддержании здоровья и снижении риска различных заболеваний важную роль играет качество и количество потребляемой воды. Если учесть, что 80 % всех заболеваний человека связаны с неудовлетворительным качеством воды, то становится понятным, насколько важным является потребление питьевой воды, отвечающей необходимым для поддержания здоровья набором физиологических и санитарно-гигиенических характеристик.

Цель занятия – получить представление о роли воды в поддержании адекватного гомеостаза человека.

Форма проведения занятия – заслушивание докладов студентов.

Отрабатываемые вопросы:

1. Свойства и биологические эффекты воды в живых организмах.
2. Физиологические функции воды в организме.
3. Значение качества и количества потребляемой воды для поддержания здоровья.
4. Санитарно-гигиенические требования к питьевой воде.

Задание и рекомендации: изучить материал, касающийся свойств и физиологических функций воды в организме, роли воды в поддержании здоровья человека; ознакомиться с документами, нормирующими качество питьевой воды; подготовить сообщение для выступления на семинарском занятии.

Занятие № 10

Биологически активные добавки как один из элементов пищи будущего

Биологически активные добавки (БАД) или *food supplements* – природные (идентичные природным) биологически активные вещества, предназначенные для употребления одновременно с пищей или введения в состав пищевых продуктов.

Источником БАД чаще всего являются растительное, животное и минеральное сырье. Реже в их состав включаются химические соединения, ферменты и «полезные» бактерии, а также другие вещества. На прилавках аптек БАД представлены в различном виде: экстрактов, настоек, бальзамов, порошков, концентратов, сиропов, таблеток, капсул и других лекарственных форм.

Удачно подобранные БАД позволяют достаточно быстро восполнять в организме дефицит тех или иных веществ; регулировать калорийность пищи; влиять на аппетит, косвенно изменяя массу тела; направленно менять обменные процессы, активизировать выведение из организма токсинов или «шлаков»; поддерживать нормальные состав и активность микрофлоры кишечника; повышать сопротивляемость организма действию неблагоприятных факторов.

БАД делят на нутрицевтики – обладают пищевой ценностью, и парафармацевтики – обладают выраженной биологической активностью.

Согласно Закону РФ «О качестве и безопасности пищевых продуктов», БАД не являются лекарственными средствами, предназначенными для лечения или диагностики заболеваний человека. Относясь к пищевым продуктам, они служат дополнительным источником в рационе человека необходимых, дефицитных в питании пищевых веществ (аминокислот, ПНЖК, витаминов, макро- и микроэлементов, витаминоподобных и других соединений), а также БАВ. Контроль за их производством и оборотом находится в компетенции Роспотребнадзора.

Цель занятия – ознакомиться с классификацией БАД, состоянием производства и потребления БАД в России, порядком контроля их безопасности.

Форма проведения занятия – дискуссия.

Отрабатываемые вопросы:

1. Классификация и краткая характеристика биологически активных добавок.

2. Разрешенное и запрещенное сырье для производства БАД.

3. Государственный контроль производства и реализации БАД.

Задание и рекомендации: на занятии обсудить вопросы, касающиеся необходимости, целесообразности и безопасности применения биологически активных добавок для коррекции рациона питания современного человека. Занятие проводится в виде дискуссии, ведением которой руководит модератор, выбранный из студентов группы.

Контрольные вопросы

1. Понятие метаболического синдрома. Факторы риска его возникновения.

2. Что такое атомовиты? Дайте характеристику основных групп атомовитов.

3. Какую роль играют минеральные вещества в поддержании адекватного гомеостаза человека?

4. Роль и функции кислорода в организме.

5. Пути снижения повреждающего воздействия активных форм кислорода в организме?

6. Перечислите физиологические функции воды в организме.

7. Каковы санитарно-гигиенические требования к питьевой воде?

8. Дайте характеристику понятий «нутрицевтики» и «парафармацевтики». Раскройте их роль в поддержании здоровья человека.

9. Какие требования предъявляются к маркировке биологически активных добавок?

10. Требования к безопасности БАД и пути ее обеспечения.

11. Раскройте понятие рекомендуемый уровень потребления пищевых и биологически активных веществ.

Раздел 3. Характеристика основных групп функциональных ингредиентов

Занятие № 11

Характеристика отдельных видов пищевых волокон

Пищевые волокна – съедобные части растений или аналогичные углеводы, устойчивые к перевариванию и адсорбции в тонком кишечнике человека, полностью или частично ферментируемые в толстом кишечнике. По химическому строению пищевые волокна – это разнообразные по составу и структуре полимеры, в основном природного происхождения. К природным источникам пищевых волокон относятся различные злаковые культуры, фрукты, овощи, а также продукты их переработки.

Несмотря на то, что в организме человека отсутствуют ферменты, способные расщеплять пищевые волокна, и они не могут усваиваться и быть источником энергии и пластического материала, они выполняют целый ряд специфических функций, связанных с пищеварением и процессом обмена веществ. Это стимуляция перистальтики кишечника; адсорбция различных токсичных веществ, в том числе продуктов неполного переваривания пищи, радионуклидов, некоторых канцерогенных веществ; интенсификация обмена желчных кислот, регулирующего уровень холестерина в крови; снижение доступности макронутриентов (жиров и углеводов) действием пищеварительных ферментов, в результате чего предотвращается резкое повышение их содержания в крови; доступность действию кишечной микрофлоры (в качестве постоянного питательного субстрата), деятельность которой обеспечивает поступление в организм ценных вторичных нутриентов (витаминов группы В и др.) и проявляется в ряде других положительных воздействиях на обмен веществ.

Цель занятия – ознакомиться с видами пищевых волокон, их функциями в организме, способами получения.

Форма проведения занятия – заслушивание докладов студентов с презентацией.

Отрабатываемые вопросы:

1. Химическая природа, физиологические функции и технологические свойства пищевых волокон из растительного сырья, способы получения:

- целлюлоза;
- пектиновые вещества;
- галактоманнаны;
- гуммиарабик;
- инулин и фруктоолигосахариды;
- резистентные крахмалы.

2. Полисахариды бурых морских водорослей (альгиновая кислота и ее соли): физиологические функции и технологические свойства.

Задание и рекомендации: дать характеристику основных групп пищевых волокон, раскрыть механизм их действия и функции в организме; подготовить сообщение и презентацию по теме занятия.

Занятие № 12

Основные виды пробиотиков и пребиотиков Современные тенденции в производстве синбиотиков

Пробиотики – это биологически активные добавки к пище, в состав которых входят живые микроорганизмы и (или) их метаболиты, оказывающие нормализующее воздействие на состав и биологическую активность микрофлоры пищеварительного тракта. К ним относятся препараты и продукты питания, в состав которых входят вещества микробного и немикробного происхождения (микроорганизмы, их структурные компоненты, метаболиты и вещества иного происхождения), оказывающие при естественном способе введения (через пищевод) благоприятное воздействие на физиологические и биохимические реакции организма человека путем оптимизации его микробиологического статуса. Эффективность пробиотика зависит от его состава и свойств, а также от состояния микробиоценоза человека, которое связано с его индивидуальными особенностями (полом, возрастом), условиями и образом жизни и другими факторами.

Пребиотики – функциональные пищевые ингредиенты в виде вещества или комплекса веществ, обеспечивающие при систематическом употреблении в составе пищевых продуктов оптимизацию микроэкологического статуса организма человека за счет избирательной стимуляции роста и (или) биологической активности нормальной микрофлоры пищеварительного тракта.

Наиболее часто в производстве функциональных продуктов питания применяются олигосахариды – лактулоза, фруктоолигосахариды, галактоолигосахариды и полисахариды, относящиеся к растворимым пищевым волокнам, – инулин, гуммиарабик, полидекстроза.

Наибольшее практическое значение имеют лактулоза и инулин.

Применение некоторых пребиотиков в пищевых технологиях обусловлено не только их физиологической активностью, но и способностью придавать продуктам заданные потребительские свойства.

При совместном введении пребиотиков и пробиотиков в состав пищевых продуктов значительно усиливается их эффективность.

Функциональные пищевые ингредиенты, представляющие собой комбинации пробиотиков и пребиотиков, оказывающие синергическое действие на физиологические функции и метаболические реакции организма человека, называются **синбиотиками**.

Цель занятия – ознакомиться с основными видами про-, пребиотиков и синбиотиков; областями применения синбиотических композиций.

Форма проведения занятия – заслушивание докладов студентов.

Отрабатываемые вопросы:

1. Пробиотики: представители, функции и специфические эффекты. Критерии выбора пробиотических культур.

2. Понятие синбиотиков. Основные направления применения синбиотиков.

3. Применение синбиотических композиций при производстве мясных продуктов комбинированного состава.

4. Продукты на основе растительного сырья с добавлением пробиотических культур.

5. Синбиотические продукты на молочной основе.

Задание и рекомендации: раскрыть сущность понятий «пробиотики», «пребиотики», «синбиотики»; дать характеристику основных представителей данных групп; рассмотреть требования к пробиотическим культурам, возможные пути использования синбиотических композиций при производстве мясных, молочных и других продуктов.

Занятие № 13

Лактулоза – основной отечественный пребиотик

Лактулоза – дисахарид, состоящий из остатков галактозы и фруктозы, связанных между собой β -(1→4)-гликозидной связью. Лактулозу получают из молочной сыворотки методом химической изомеризации лактозы. Пребиотические свойства лактулозы хорошо изучены, она стала классическим средством воздействия на метаболизм микрофлоры кишечника. По данным исследований, для поддержания в норме кишечной микрофлоры рекомендуется потреблять 3–5 г лактулозы в день. Лактулоза используется в продуктах детского, диетического, геродиетического (для пожилых людей) и функционального питания.

Цель занятия – ознакомиться с технологией получения, свойствами и применением основного пребиотика лактулозы.

Форма проведения занятия – обучающее занятие.

Отрабатываемые вопросы:

1. Характеристика, основные свойства, физиологическое действие.
2. Способы получения.
3. Применение лактулозы при производстве различных продуктов.

Задание и рекомендации: семинар по данной теме проводится в форме обучающего занятия с использованием активных методов обучения. Проект может выполняться группой студентов из двух–трех человек.

Алгоритм разработки обучающего занятия: формулировка цели, разработка плана занятия, учебных вопросов, составление перечня необходимого материального и иного обеспечения, подготовка презентации или иного сопровождения учебного занятия, разработка тестов или контрольных вопросов для проверки закрепления материала, подготовка презентации по теме обучающего занятия.

Занятие № 14

Функциональные свойства аминокислот, белков и пептидов

Цель занятия – ознакомиться со специфическими свойствами отдельных аминокислот, белков и пептидов.

Форма проведения занятия – обучающее занятие.

Отрабатываемые вопросы:

1. Особые функции аминокислот в организме: участие в синтезе физиологически активных веществ в организме, радиопротекторные свойства, образование пигментов меланинов, аминокислоты-медиаторы и др.

2. Биоактивные пептиды: источники выделения, функциональная активность, применение.

3. Специфические белки – цитокины. Роль в поддержании иммунитета.

Задание и рекомендации: при изучении материала обратить внимание на особые функции некоторых аминокислот в организме (участие в синтезе физиологически активных веществ, образовании пигментов меланинов, способность проявлять радиопротекторные свойства и др.), дать характеристику регуляторным пептидам, способам их получения, физиологическому действию; рассмотреть специфические белки – цитокины, их роль в поддержании иммунитета.

Семинар по данной теме проводится в форме обучающего занятия с использованием активных методов обучения. Проект может выполняться группой студентов из двух–трех человек.

Алгоритм разработки обучающего занятия: формулировка цели, разработка плана занятия и учебных вопросов, составление перечня необходимого материального и иного обеспечения, подготовка презентации или иного сопровождения учебного занятия, разработка тестов или контрольных вопросов для проверки закрепления материала, подготовка презентации по теме обучающего занятия.

Занятие № 15

Научные и практические аспекты использования молока и его производных для создания функциональных продуктов питания

Молочная промышленность является одной из основных составляющих агропромышленного комплекса России и призвана обеспечить устойчивое снабжение населения качественными, безопасными и конкурентоспособными продуктами в необходимом количестве.

Роль молока и молочных продуктов в питании человека трудно переоценить. Они изначально обладают полезными диетическими свойствами в силу особенностей состава и свойств сырья, из которого

изготавливаются, относятся к группе продуктов повседневного потребления и сопровождают человека в течение всей его жизни.

В условиях современного рынка разработка новых технологий связана с поиском инновационных решений в получении и переработке продовольственного сырья. По мнению специалистов, приоритетами при этом являются совершенствование и создание технологий и оборудования, обеспечивающих ресурсосбережение в отрасли за счет комплексной переработки сырья и повышения использования вторичных сырьевых ресурсов, а также снижение энергоемкости производства, повышение качества, безопасности и конкурентоспособности продукции. Это означает возрастание роли «высоких технологий» в решении данных задач. Следовательно, при разработке современных технологий все больший вес будут приобретать различные способы фракционирования, экстракции, концентрирования, ферментации, гельхроматографии, криозамораживания, воздействия на продукт сверхвысокого давления, кавитации, излучений различной природы и т. п.

Среди выпускаемых промышленностью продуктов функционального питания значительный объем занимают продукты на молочной основе. В первую очередь это кисломолочные продукты, обогащенные пробиотическими культурами, молочные продукты с пребиотиками, а также синбиотические продукты; продукты, обогащенные витаминами и минеральными веществами. Потенциал роста производства новых функциональных пищевых продуктов на молочной основе признается весьма значимым. В настоящее время интенсивно развивается применение биотехнологических методов для выделения биологически активных компонентов из молочного сырья и его модификации.

Цель занятия – рассмотреть возможность применения молока и его производных при производстве продуктов функционального назначения.

Форма проведения занятий – заслушивание докладов студентов с презентацией, обсуждением результатов и формулированием выводов.

Отрабатываемые вопросы:

1. Фракционирование молочного сырья. Выделение биологически активных веществ (лактоферрин, ангиогенин) и использование их при производстве молочных продуктов.

2. Ферментативная модификация молочного сырья. Применение полученных компонентов в молочной промышленности.

3. Производство продуктов сложного сырьевого состава, имеющих функциональную направленность.

Задание и рекомендации: изучить вопросы, касающиеся содержания в молоке биологически активных веществ, их выделения и применения при производстве молочных продуктов; способов модификации молока в целях получения компонентов с заданными свойствами и составом (например, гидролизатов), использования сырья других классов при производстве функциональных продуктов сложного сырьевого состава; подготовить сообщение и презентацию для выступления на семинаре, провести обсуждение представленного материала, сформулировать выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое функциональные ингредиенты? Какие требования предъявляются к ним?

2. Назовите основные группы функциональных ингредиентов, раскройте эффекты их физиологического воздействия.

3. Какова роль пищевых волокон в питании?

4. Виды пектиновых веществ, источники их выделения, основные свойства, области применения.

5. Витамины-антиоксиданты в продуктах функционального назначения, их физиологическое действие.

6. Характеристика основных групп полиненасыщенных жирных кислот.

7. Их соотношение и физиологические нормы потребления.

8. Какие Вы знаете функциональные ингредиенты на основе живых микроорганизмов?

9. Каковы критерии выбора пробиотических культур?

10. Назовите основные группы пребиотиков и их пищевые источники.

11. Что представляет собой лактулоза? Охарактеризуйте ее свойства, роль в питании, способы получения. Приведите примеры использования.

12. Дайте характеристику регуляторных пептидов, раскройте их роль в питании.

13. Какие биологически активные компоненты содержатся в молоке?

14. Применение биотехнологических методов для выделения компонентов молочного сырья.

15. Приведите примеры применения растительных компонентов при производстве функциональных продуктов на молочной основе.

Раздел 4. Современные подходы к созданию функциональных продуктов питания

Занятие № 16

Способы обработки сырья для получения биологически активных веществ

Большинство биологически активных веществ содержатся в растительных источниках. Для их выделения используют различные методы, среди которых наиболее распространено экстрагирование. Метод экстракции является наиболее щадящим способом выделения биологически активных веществ из природного сырья, однако, как правило, это наиболее продолжительная стадия переработки исходного сырья. Традиционные методы экстракции нередко занимают часы, сутки или даже недели. Предложены способы интенсификации процесса, например: обработка ультразвуком, электроимпульсная обработка сырья, а также вихревая, центробежная экстракция и др. Разработана технология получения сухих и густых экстрактов из растительного сырья. Известны также технологии получения CO₂-экстрактов. В последнее время для получения ингредиентов с заданными свойствами применяют методы генной инженерии.

Цель занятия – ознакомиться с различными методами обработки сырья для получения биологически активных веществ.

Форма проведения занятия – заслушивание докладов студентов с презентацией, обсуждением и формулированием выводов.

Отрабатываемые вопросы:

1. Традиционные методы переработки сырья: экстрагирование, сушка, выпаривание, гидролиз, прессование, измельчение, перегонка, фракционирование и др.
2. Применение сжатых и сжиженных газов для обработки сырья.
3. Технология получения сухих экстрактов.

4. Применение методов генной инженерии для получения ингредиентов с заданными свойствами.

Задание и рекомендации: изучить материал по вопросам экстракции биологически активных веществ из растительного сырья, дать сравнительную характеристику известных способов, рассмотреть вопросы применения полученных экстрактов при производстве продуктов функционального назначения; подготовить сообщение и презентацию для выступления на семинарском занятии.

Занятие № 17

Основные направления и методология создания функциональных продуктов для питания отдельных групп населения

В современной структуре питания функциональные пищевые продукты занимают промежуточное место между продуктами массового потребления и диетическими продуктами, т. е. специализированными продуктами, предназначенными для конкретных групп населения и преследующими определенные медицинские цели.

В международной практике функциональные продукты также определяют как пищевые продукты массового потребления с измененным составом, с традиционным вкусом, характерным для определенных категорий продуктов, приносящие дополнительную пользу здоровью благодаря их обогащению или другим средствам, направленным на изменение состава.

В основе создания функциональных пищевых продуктов лежит модификация традиционных продуктов, обеспечивающая повышение содержания в них полезных ингредиентов до уровня, соотносимого с физиологическими нормами их потребления.

Преобразование пищевого продукта в функциональный может проводиться двумя способами – снижением в продукте содержания вредных для здоровья ингредиентов и обогащением продуктов дефицитными микронутриентами.

Получение функциональных продуктов с уменьшенным содержанием вредных компонентов предполагает изменение рецептурного состава, преимущественно в направлении снижения общего содержания жиров и сахара. Снижение в продукте общего количества жиров существенно снижает его энергетическую ценность (калорийность). При этом

особенно важным является сокращение потребления животных жиров – источников холестерина и насыщенных жирных кислот, а также гидрированных жиров – источников трансизомерных жирных кислот. Сокращение содержания или полная замена сахара также способствует снижению калорийности продукта и снижению его гликемического индекса.

Обогащение продуктов дополнительными полезными веществами становится оправданным и эффективным только при соблюдении ряда условий, в основу которых положены многолетние результаты нутрициологических исследований в нашей стране и за рубежом и на основании которых разработаны принципы обогащения пищевых продуктов (В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк). Они сводятся к следующему.

Принцип 1. Для обогащения пищевых продуктов следует использовать те микронутриенты, дефицит которых реально имеет место, достаточно широко распространен и опасен для здоровья.

В нашей стране к остродефицитным микронутриентам относятся витамины С, группы В, фолиевая кислота, минералы (йод, железо и кальций), а также β -каротин, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты.

Принцип 2. Обогащать витаминами и минеральными веществами в первую очередь следует продукты массового потребления, доступные для всех групп детского и взрослого населения и регулярно используемые в повседневном питании. Это хлеб и другие зерновые продукты, молоко и молочные продукты, напитки, жировые продукты, соль.

Принцип 3. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами не должно ухудшать потребительские свойства этих продуктов: уменьшать содержание и усвояемость других присутствующих в них пищевых веществ, существенно изменять вкус, аромат, свежесть продуктов, сокращать срок их хранения.

Для предупреждения нежелательных эффектов следует внимательно выбирать микронутриенты, подходящие для обогащения того или иного продукта, а также тщательно подбирать их сочетания, в которых позитивное действие одного ингредиента не сводило бы к нулю действие другого.

Например, известно, что пища, обогащенная некоторыми видами пищевых волокон, может снижать биодоступность минералов путем снижения их абсорбции в кишечнике. В первую очередь это

относится к растительным источникам нерастворимых пищевых волокон, таким как соя, пшеница и другие злаки. Они отличаются высоким содержанием фитиновой и уроновых кислот, которые связывают катионы кальция, магния, цинка и железа в желудочно-кишечном тракте, препятствуя их усвоению.

В то же время есть данные о позитивном влиянии на усвоение кальция и других минералов некоторых растворимых пищевых волокон, в частности инулина и олигофруктозы. Поэтому при обогащении композициями функциональных ингредиентов необходимо учитывать возможность их потенциального взаимодействия.

Принцип 4. При обогащении пищевых продуктов микронутриентами необходимо учитывать возможность химического взаимодействия обогащающих ингредиентов между собой и с компонентами обогащаемого продукта и выбирать такие их сочетания, формы, способы и стадии внесения, которые обеспечивают их максимальную сохранность в процессе производства и хранения.

Принцип 5. Регламентируемое, т. е. гарантируемое производителем, содержание микронутриентов в обогащенном ими продукте питания должно быть достаточным для удовлетворения за счет данного продукта 20–50 %-й средней суточной потребности в этих микронутриентах при обычном уровне потребления обогащенного продукта.

Принцип 6. Количество микронутриентов, дополнительно вносимых в обогащаемые ими продукты, должно быть рассчитано с учетом их возможного естественного содержания в исходном продукте или сырье, используемом для его изготовления, а также с учетом потерь в процессе производства и хранения с тем, чтобы обеспечить содержание этих микронутриентов на уровне не ниже регламентируемого в течение всего срока годности обогащенного продукта.

Принцип 7. Регламентируемое содержание микронутриентов в обогащенном ими продукте должно быть указано на индивидуальной упаковке этого продукта, строго контролироваться как производителем, так и органами государственного надзора

Информация на этикетке должна сообщать именно о таком содержании микронутриента, которое гарантировано производителем на весь срок хранения продукта, а не о норме закладки. Удобным способом выражения количества микронутриента является указание процента от средней суточной потребности в нем или процента от рекомендуемой нормы потребления.

Принцип 8. Эффективность обогащенных продуктов должна быть убедительно подтверждена апробацией на репрезентативных группах людей, демонстрирующей не только их полную безопасность, приемлемые вкусовые качества, но также хорошую усвояемость, способность существенно улучшать обеспеченность организма микронутриентами, введенными в состав обогащенного продукта, и связанные с этими веществами показатели здоровья.

Последний принцип подчеркивает значимость положительного воздействия, которое должен оказывать на организм человека именно обогащенный продукт, а не отдельно взятые функциональные ингредиенты, что не всегда выполняется на практике в том случае, если не соблюдаются остальные принципы. Например, в случае, когда, безусловно, полезные ингредиенты добавлены в недостаточном количестве (несоблюдение принципов 5 и 6) или неправильно подобрана их комбинация (несоблюдение принципа 4). Кроме того, обязательной проверке на физиологическую эффективность должны подвергаться новые нетрадиционные продукты или продукты, обогащенные веществами, которые до сих пор не изучены и физиологическая ценность которых достоверно не доказана.

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

В соответствии с современными научными взглядами процесс создания продукта питания функционального назначения включает следующие этапы:

- мониторинг питания населения;
- формулирование медико-гигиенических требований к функциональному продукту;
- выбор и обоснование обогащаемого продукта;
- выбор и обоснование функционального компонента (одного или нескольких);
- модификацию пищевого продукта в функциональный;
- подтверждение позитивного эффекта.

Цель занятия – усвоить методологию создания функциональных продуктов для питания различных групп населения.

Форма проведения занятия – конкурс проектов.

Подготовка проекта выполняется группой студентов из двух–трех человек.

Отрабатываемые вопросы:

1. Выбор целевой группы населения, для которой предназначен разрабатываемый функциональный продукт (из перечня, предложенного преподавателем).

2. Анализ особенностей питания целевой группы, потребности в пищевых веществах и энергии.

3. Формулирование медико-биологических требований к проектируемому продукту, а также к сырью и компонентам.

4. Выбор ингредиентов, обеспечивающих функциональность продукта.

5. Оформление и представление проекта.

Задание и рекомендации: изучить принципы и технологии обогащения пищевых продуктов, сформулировать алгоритм создания функциональных пищевых продуктов и на основании этого разработать и представить проект. Студентам надлежит оценить все представленные на конкурс проекты и выбрать лучший (лучшие).

Контрольные вопросы

1. Перечислите известные Вам традиционные способы выделения биологически активных веществ из сырья различных классов.

2. На чем основано получение CO₂-экстрактов?

3. В чем заключается суть технологии получения сухих экстрактов?

4. Расскажите о применении методов генной инженерии для получения ингредиентов с заданными свойствами.

5. В чем заключается преобразование традиционного пищевого продукта в функциональный?

6. Изложите порядок разработки пищевого продукта функционального назначения.

7. Перечислите основные принципы обогащения пищевых продуктов.

8. Какие технологические приемы обогащения пищевых продуктов микронутриентами Вы знаете?

9. Приведите характеристики функциональных продуктов.

10. Охарактеризуйте возможные риски, связанные с созданием функциональных продуктов питания.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Рабочей программой дисциплины предусмотрено выполнение четырех лабораторных работ по разд. 3 «Характеристика основных групп функциональных ингредиентов».

Первые три лабораторные работы посвящены исследованию функционально-технологических свойств белковых препаратов, четвертая — определению содержания витамина С в продуктах животного и растительного происхождения.

Лабораторная работа № 1

Определение влагоудерживающей и пенообразующей способности пищевых функциональных ингредиентов

Проблема обеспечения человека высококачественными, биологически полноценными продуктами питания имеет большое социальное значение, поскольку именно питание существенно влияет на его здоровье и продолжительность жизни.

Недостаток полноценного белка в рационе питания человека, наряду с дефицитом ряда витаминов и микроэлементов, а также ухудшение экологической обстановки во всем мире, связанное с техническим прогрессом, привели к появлению новых и резкому росту известных заболеваний. Повышение уровня обеспеченности населения полноценным пищевым белком признано одним из основных приоритетов развития пищевой промышленности. Его реализация возможна за счет создания продуктов, обогащенных белком.

В настоящее время достигнуты существенные успехи в области получения белковых препаратов в виде концентратов, изолятов, композиций и т. п. с использованием как известных источников животного и растительного происхождения, так и нетрадиционных.

Однако, чтобы определить наиболее рациональную область применения того или иного препарата не только в качестве белкового обогатителя, но и функционального компонента, необходимо знать комплекс его характеристик, определяющих поведение белка в пищевой системе и обуславливающих свойства этой системы, т. е. его функционально-технологические свойства.

Под функциональными свойствами белков и белковых препаратов принято понимать широкий спектр физико-химических характеристик, определяющих их поведение в поликомпонентных пищевых системах в процессе переработки, хранения и потребления, а также обеспечивающих желаемые структуру, технологические и потребительские свойства пищевых продуктов. Эта область знаний имеет ключевое значение для развития технологии переработки белка в новые формы пищи. К наиболее важным функциональным свойствам белков относят растворимость, водосвязывающую способность, вязкость, гелеобразование, эмульгирование, пенообразование.

Функциональные свойства белковых препаратов определяются как внутренними факторами, так и факторами внешней среды. К первым относятся физико-химические свойства самого белка: аминокислотный состав; структура белка и вид связей, участвующих в ее стабилизации; размер и форма молекул; поверхностный заряд; гидрофобность; гидрофильность; функциональные группы. Факторы внешней среды: температура, величина рН, ионная сила и т. д. Таким образом, функциональные свойства характеризуют различные взаимодействия в системе, например, белок–вода (растворимость, набухание, водосвязывающая и водоудерживающая способности); белок–белок (гелеобразование); белок–липиды (жиросвязывающая и жиरोудерживающая способности), а также поверхностно-активные свойства (эмульгирование и пенообразование).

Пищевые системы практически всегда многокомпонентны и подвергаются разнообразным воздействиям в ходе технологической переработки. Большое значение имеет изучение структуры и физико-химических свойств смесей белков с другими белками и полисахаридами. Смешивание водных растворов белков, а также белков и полисахаридов приводит к получению различных результатов; например, эмульсий с содержанием макромолекул преимущественно в разных фазах, в одной концентрированной фазе, а также в виде гомогенных стабильных растворов. В моделировании пищевых систем и готовых продуктов большое значение имеет изучение условий гелеобразования и физико-химических свойств белковых гелей, белков, полисахаридов и их смесей.

Требования к функциональным свойствам белков специфичны для конкретной области применения и типа продукта. Например, при производстве мясных продуктов наиболее важными являются водо-

и жироудерживающая способности, гелеобразование, эмульгирующие и адгезионные свойства; в хлебопечении – водосвязывающая, эмульгирующая и пенообразующая способности; при производстве напитков основным критерием для выбора белкового препарата служит растворимость.

Для решения вопроса о применимости конкретных белков в получении различных пищевых продуктов необходимо знать, как изменяются их функционально-технологические свойства в зависимости от ряда физико-химических факторов: природы и концентрации белков в системе, температуры, pH, присутствия и концентрации сопутствующих биополимеров и низкомолекулярных веществ.

В ряде случаев для улучшения и регулирования функциональных свойств в целях расширения сферы применения тех или иных белковых препаратов проводят их модификацию с помощью физических, химических, ферментативных и других методов.

Цель работы – освоить методики определения индекса растворимости, влагоудерживающей и пенообразующей способностей пищевых функциональных ингредиентов и провести сравнительные исследования данных свойств в предложенных образцах (по заданию преподавателя); сформулировать выводы по работе.

Порядок выполнения работы

Работа выполняется тремя звеньями студентов. В образцах различных видов белковых препаратов, предназначенных для исследования (сухое обезжиренное молоко; казеинат натрия; концентрат сывороточных белков; соевая мука, подвергнутая тепловой обработке при различных режимах и нетермообработанная; концентрат соевого белка; изоляты соевого белка – ИСБ Pro-Vo500U, ИСБ Pro-VoDR; белковый препарат Nutrilac и т. д.), необходимо определить индекс растворимости, пенообразующую и водоудерживающую способности и дать рекомендации по возможному применению исследуемых видов белковых препаратов.

Каждое звено получает по четыре образца различных белковых препаратов, определение ведут в сравнении с сухим обезжиренным молоком.

Определение индекса растворимости сухих белковых препаратов

Индекс растворимости сухих белковых добавок определяют, основываясь на методике выполнения измерений индекса растворимости для сухих молочных продуктов (ГОСТ 30305.4–95).

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

Приборы и материалы:

- стаканы химические вместимостью 150 см³;
- пробирки центрифужные, градуированные;
- термометр с диапазоном измерения от 0 до 100 °С;
- центрифуга лабораторная с частотой вращения 1000 об/мин;
- весы технические GF-600;
- вода дистиллированная.

Ход анализа. 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 °С) кипяченую или дистиллированную воду, тщательно растирая комочки. Общий объем жидкости доводят до 100 см³ и выдерживают в течение 10–15 мин при температуре 18–20 °С. Восстановленный продукт тщательно перемешивают, переливают в центрифужные пробирки, заполняя их до верхней метки, и закрывают пробками.

Пробирки обертывают фильтровальной бумагой и помещают в патроны центрифуги, располагая их симметрично одна против другой, пробками к центру. Центрифугируют пробирки в течение 5 мин, 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 °С до метки «10 см³», перемешивают содержимое пробирки и вновь центрифугируют 5 мин. 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 сантиметрах кубических (миллиметрах) сырого осадка ($0,1 \text{ см}^3$ 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 $0,1 \text{ см}^3$.

Абсолютная погрешность измерения находится в интервале с границами $\pm 0,25 \text{ см}^3$ сырого осадка при вероятности $P = 0,95$.

Определение пенообразующей способности белковых препаратов

Пенообразующие свойства белков характеризуются количеством полученной пены и ее стабильностью.

Определение пенообразующей способности проводят согласно методике, предложенной отделом растительных белков и биотехнологии ВНИИЖа.

Приборы и материалы:

- стаканы химические вместимостью 100 см^3 ;
- цилиндры мерные вместимостью 500 см^3 с притертой пробкой;
- шпатель;
- вода дистиллированная.

Ход анализа. Навеску исследуемого образца берут с таким расчетом, чтобы в ней содержалось 6 г сухого вещества; помещают ее в химический стакан, приливают 25 см^3 дистиллированной воды и тщательно растирают стеклянной палочкой или шпателем до получения однородной массы. Затем массу переносят в мерный цилиндр емкостью 500 см^3 с притертой пробкой, смывая дистиллированной водой остатки в стакане, и доводят общий объем жидкости в цилиндре до 300 см^3 .

Каждый образец белка встряхивают при горизонтальном положении цилиндра в течение 1 мин (60 встряхиваний). Отсчет количества пены производят по высоте ее над уровнем жидкости, исполь-

зую для того миллиметровую бумагу, наклеенную на цилиндре. Пенообразующую способность (Π , %) вычисляют по формуле

$$\Pi = \frac{V_{\text{п}} \cdot 100}{V_{\text{р}}},$$

где $V_{\text{п}}$ – высота пены, мм; $V_{\text{р}}$ – высота первоначально взятой жидкости, мм.

Для определения стойкости пены цилиндры оставляют в спокойном состоянии на 15 мин, после чего измеряют высоту оставшейся пены и вычисляют её стойкость (C , %) по формуле

$$C = \frac{V_{\text{п.с}} \cdot 100}{V_{\text{п}}},$$

где $V_{\text{п}}$ – высота первоначальной пены, мм; $V_{\text{п.с}}$ – высота пены после выдержки, мм.

Определение влагоудерживающей способности белковых препаратов

Влагоудерживающая способность (ВУС) белков определяется по количеству воды, которое белок может связать и удержать при центрифугировании. Это одно из важнейших свойств ограниченно растворимых белковых препаратов. Например, при производстве таких продуктов, как мясной фарш, на основе величины ВУС белкового препарата рассчитывают его количество в рецептуре, необходимое для обеспечения требуемых реологических свойств фарша, однородности консистенции продукта, а также для предотвращения потерь в ходе технологической обработки сырья.

Метод основан на определении количества воды, оставшейся в пробе после удаления излишков воды. Влагоудерживающая способность выражается количеством воды в граммах, связанным 1 г препарата.

Приборы и материалы:

- пробирки центрифужные градуированные вместимостью 10 см³;
- цилиндр мерный вместимостью 25 см³;
- центрифуга лабораторная;
- весы технические GF-600;
- вода дистиллированная.

Ход анализа. В предварительно взвешенную центрифужную пробирку вносят 1 г исследуемого белка. Отмеряют мерным цилиндром 10 см³ воды и постепенно вносят её в пробирку, оставив в цилиндре примерно 1/3 объема. При этом необходимо помешивать содержимое пробирки стеклянной палочкой в течение 30 с. Затем доливают оставшееся количество воды и хорошо перемешивают палочкой еще в течение 1 мин.

Содержимое пробирки нагревают до 20 °С и оставляют в покое на 0,5 ч для набухания белка. Затем помещают пробирку в центрифугу (узким концом к центру) и центрифугуют в течение 5 мин. После остановки центрифуги вынимают пробирку и осторожно сливают несвязанную воду. Взвешивают пробирку вместе с её содержимым. Влагодерживающую способность (W , %) вычисляют по следующей формуле:

$$W = \frac{F - (G + c) 100}{c},$$

где F – вес пробирки с гидратированным образцом после слива воды, г; G – вес пробирки, г; c – вес образца, г.

Оформление отчета

Отчет о работе должен содержать цель работы, краткое описание применяемых методов, экспериментальные данные и результаты расчетов в графическом представлении, их анализ и выводы.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные функциональные свойства белков.
2. От чего зависит растворимость белкового препарата, как ее определить?

3. Что понимают под термином «влагоудерживающая способность»? Приведите примеры практического применения белковых препаратов в пищевой промышленности с учетом данного свойства.

4. По каким показателям можно оценить пенообразующую способность белкового препарата?

Лабораторная работа № 2

Исследование гелеобразующей и жирозэмульгирующей способности белковых препаратов

Цель работы – ознакомиться с методикой определения гелеобразующей (двумя способами) и жирозэмульгирующей способностей предложенных образцов белковых препаратов. Провести сравнительный анализ полученных данных, сделать выводы.

Порядок выполнения работы

Приготовить серию суспензий белкового препарата различной концентрации (по указанию преподавателя) и определить его способность к гелеобразованию по величине критической концентрации гелеобразования и по вязкости суспензии.

Определение гелеобразующей способности белкового препарата

Гелеобразное состояние различных форм пищи обуславливает определенные требования к составу и свойствам пищевых гелей, а следовательно, и определенные требования к функциональным свойствам белков как гелеобразователей. Величина критической концентрации гелеобразования (ККГ) относится к числу важнейших характеристик пищевых гелеобразователей и определяется его минимальной концентрацией, при которой образуется пространственная сетка во всем объеме системы. Чем ниже величина ККГ, тем более эффективным является препарат.

Приборы и материалы:

- стаканы мерные вместимостью 100 см³;
- бюксы металлические;
- сушильный шкаф;

- пробирки стеклянные вместимостью 10 см³ с резиновыми пробками;
- свинцовые шарики массой 2 г;
- весы технические GF-600;
- водяная баня;
- вода дистиллированная.

Ход анализа. Величину критической концентрации гелеобразования определяют по следующей методике. Готовят серию суспензий белкового препарата различной концентрации (от 2 до 20 %). Для этого рассчитанное количество препарата помещают в мерный стакан и заливают небольшими порциями теплой воды (температурой 25 °С) при перемешивании, доводя объем смеси до 100 см³. Перемешивание продолжают в течение 30 мин при температуре 25 °С. От полученных растворов отбирают по три пробы весом 3 г каждая для определения массовой доли сухих веществ высушиванием до постоянного веса при температуре 105 °С. Концентрацию сухих веществ в образцах (*C*, %) рассчитывают по формуле

$$C = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} 100,$$

где m_1 – масса пустой бюксы, г; m_2 – масса бюксы с влажным образцом; m_3 – масса бюксы с сухим образцом.

В стеклянные пробирки вместимостью 10 см³ помещают свинцовые шарики массой 2 г и добавляют по 5 г суспензии с различным содержанием сухих веществ. Пробирки герметично закрывают резиновыми пробками, помещают в водяную баню, выдерживают в течение 30 мин и охлаждают холодной водой до комнатной температуры, после чего выдерживают в течение 1 ч в холодильнике. Затем пробирки переворачивают вверх дном и проводят наблюдение. Образование геля фиксируют по положению свинцового шарика. Если он опустился в нижнюю часть пробирки, гель не образовался. Фиксированное положение шарика в верхней части пробирки свидетельствует об образовании геля.

За критическую концентрацию гелеобразования принимают концентрацию исследуемого препарата, соответствующую пробе, в которой отмечено образование геля.

При проведении сравнительных исследований функциональных свойств различных белковых препаратов о гелеобразующей способности можно судить по величине вязкости.

Метод включает следующие этапы:

- приготовление белковой суспензии;
- термостатирование суспензии при температуре 90 °С;
- немедленное охлаждение суспензии;
- измерение вязкостных характеристик полученного геля.

Приборы и материалы:

- стаканы мерные вместимостью 100 см³;
- электрическая мешалка;
- водяная баня;
- ротационный вискозиметр «Реотест-2»;
- вода дистиллированная.

Ход анализа. В стеклянном стакане взвешивают 14 г белка, постепенно добавляют теплую дистиллированную воду в количестве 86 мл, тщательно растирая комочки. Полученная суспензия содержит 14 % белка. Суспензию гомогенизируют с помощью электрической мешалки в течение 3 мин при скорости 1000 об/мин. Затем стакан с суспензией переносят в водяную баню и термостатируют в течение 30 мин при температуре 88–92 °С. По истечении 30 мин смесь быстро охлаждают водопроводной водой до температуры 25 °С.

Вязкостные характеристики полученного геля определяют с помощью ротационного вискозиметра «Реотест-2» при всех градиентах скоростей сдвига. По значениям, снятым со шкалы прибора, находят касательное напряжение для каждой скорости сдвига по формуле

$$\tau = \alpha z \cdot 0,1,$$

где τ – касательное напряжение, Па; α – значение, снятое со шкалы прибора, деления шкалы; z – константа цилиндра.

Эффективную вязкость полученного геля определяют по формуле

$$\eta = \frac{\tau}{\gamma},$$

где γ – градиент скорости, с⁻¹.

Способность к гелеобразованию оценивают по вязкости полученного геля при скорости сдвига $16,2 \text{ с}^{-1}$, выраженной в Па·с.

Определение жирозмульгирующей способности белкового препарата

Для исследования применяется метод, рекомендованный ВНИИЖОМ, в соответствии с которым жирозмульгирующая способность белков характеризуется отношением объема эмульсионного слоя к общему объему смеси масла и белковой суспензии.

Приборы и материалы:

- центрифуга лабораторная;
- миксер лабораторный;
- весы технические GF-600;
- пробирки центрифужные вместимостью 100 см^3 ;
- баня водяная;
- цилиндры мерные вместимостью 100 см^3 ;
- масло подсолнечное рафинированное.

Ход анализа. Навеску белка в количестве 7 г помещают в миксер, добавляют 100 см^3 дистиллированной воды и суспендируют в течение 1 мин со скоростью 4000 об/мин. Затем к смеси добавляют 100 см^3 подсолнечного масла и эмульгируют в миксере со скоростью 8000 об/мин в течение 5 мин.

После этого эмульсию разливают поровну в четыре калиброванные центрифужные пробирки и центрифугируют в течение 5 мин со скоростью 2000 об/мин.

Жирозмульгирующую способность (ЖЭС) определяют по формуле

$$\text{ЖЭС} = \frac{V_3}{V_0} 100,$$

где V_3 – объем заэмульгированного слоя, см^3 ; V_0 – общий объем смеси, см^3 .

Для определения стойкости приготовленной эмульсии ее нагревают в течение 30 мин при $80 \text{ }^\circ\text{C}$, затем охлаждают водопроводной

водой в течение 15 мин. Охлажденную эмульсию разливают поровну в четыре калиброванные центрифужные пробирки и центрифугируют в течение 5 мин со скоростью 2000 об/мин.

Стабильность эмульсии (СтЭ) рассчитывают по формуле

$$\text{СтЭ} = \frac{V_3}{V_0} 100,$$

где V_3 – объем заэмульгированного слоя, см^3 ; V_0 – общий объем смеси, см^3 .

Оформление отчета

Отчет о работе должен содержать цель работы, краткое описание применяемых методов, экспериментальные данные и результаты расчетов, их анализ и выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое «критическая концентрация гелеобразования»?
2. Изложите сущность методов ее определения.
3. Как определить жирозэмульгирующую способность белкового препарата?
4. Опишите методы определения стабильности эмульсии.

Лабораторная работа № 3

Исследование влияния вида и дозы эмульгатора на стойкость пищевых эмульсий

Эмульсии относятся к микрогетерогенным системам, для которых характерны размеры частиц 10^{-5} – 10^{-3} см (от 0,1 до 10 мкм). С точки зрения классической коллоидной химии они представляют собой смесь двух взаимно несмешивающихся жидкостей, одна из которых распределена в другой в виде мелких капель. Иными словами, эмульсии – это дисперсные системы, состоящие из жидкой дисперсной фазы и жидкой дисперсионной среды. Одной из жидкостей прак-

тически всегда является вода, а другой – какая-либо неполярная, нерастворимая в воде жидкость, например масло. Такие системы широко распространены в природе и имеют большое значение в пищевой промышленности. К ним относятся, например, жиросодержащие продукты.

Молоко представляет собой полидисперсную систему, в которой жир в эмульгированном состоянии распределен в плазме – водном растворе остальных составных частей молока, в том числе белков, находящихся в коллоидно-дисперсном состоянии.

Различают два типа эмульсий: 1) прямую («масло в воде»); 2) обратную («вода в масле»). В прямой эмульсии масло является дисперсной фазой, а в обратной – дисперсионной средой.

В зависимости от концентрации дисперсной фазы эмульсии подразделяются на разбавленные, концентрированные и высококонцентрированные. К разбавленным относятся эмульсии, содержащие до 2 % (об.) дисперсной фазы. Они, как правило, устойчивы без введения стабилизатора; жировые шарики в таких эмульсиях имеют диаметр 10^{-5} см. Концентрированные эмульсии содержат до 74 % дисперсной фазы. Такие эмульсии устойчивы лишь в присутствии третьего компонента – эмульгатора, являющегося поверхностно-активным веществом (ПАВ).

Поверхностно-активные вещества ПАВ адсорбируются на межфазной поверхности с образованием адсорбционной оболочки, которая резко изменяет интенсивность молекулярного взаимодействия соприкасающихся частиц, обеспечивая стабильность эмульсии. К высококонцентрированным эмульсиям относятся системы с содержанием дисперсной фазы выше 74 %. В таких эмульсиях эмульгатор находится между частицами дисперсной фазы в виде тончайших пленок. Отличительной особенностью данных систем является взаимное деформирование капелек дисперсной фазы. При рассмотрении под микроскопом такая эмульсия напоминает соты. Подвижность эмульсий с содержанием дисперсной фазы немногим более 74 % еще высока, но при содержании дисперсной фазы 95 % эмульсия становится неподвижной, ее можно резать ножом.

Обычно эмульсии получают методом механического диспергирования с использованием для этого мешалок различных конструкций, смесителей, гомогенизаторов, коллоидных мельниц и других диспергирующих устройств. Механизм эмульгирования заключается

в образовании капелек дисперсной фазы в дисперсионной среде и их стабилизации в результате адсорбции на поверхности присутствующего в системе эмульгатора. Применение эмульгаторов во многих областях пищевой промышленности связано с необходимостью получения устойчивых дисперсных систем, среди которых наиболее распространены являются эмульсии. Примером могут служить такие продукты, как молоко, сливки, сливочное масло, маргарин, мороженое, майонез. Жировой компонент в них находится в высокодиспергированном (эмульгированном) состоянии, что обуславливает его хорошую усвояемость организмом человека.

Цель работы – определить устойчивость эмульсии, полученной с помощью лабораторного диспергатора, при внесении разного количества эмульгатора и установить его рациональную дозу.

Порядок выполнения работы

Работа выполняется группой в составе трех–четырех человек, исследуются различные эмульгаторы (сухие и концентрированные лецитины, моно- и диглицериды и т. п.). Каждому звену необходимо приготовить четыре образца эмульсии: первый (контроль) – без добавления эмульгатора; второй, третий и четвертый – с внесением эмульгатора (вид указывается преподавателем) в количестве 0,2; 0,4 и 0,6 % соответственно.

Стойкость эмульсии определить двумя способами – центрифугированием в пипетках ВНИМИ и по величине жировых шариков с помощью микроскопа. На заключительном этапе студенты обмениваются полученными данными, анализируют их и выбирают вид и дозу эмульгатора, обеспечивающего максимальную стойкость эмульсии.

Приборы и материалы:

- лабораторный диспергатор типа ULTRA-TURRAX T25;
- лабораторное перемешивающее устройство (скорость вращения 1000 об/мин);
- центрифуга лабораторная молочная В1-ОЦЖ;
- весы аналитические;
- микроскоп биологический с осветителем, объектмикромметр, окулярная сетка;

– набор стеклянной посуды и реактивов для определения массовой доли жира, титруемой кислотности, плотности, эффективности диспергирования;

– молоко обезжиренное натуральное, молоко сухое, молочный или растительный жир.

Получение молочно-растительной эмульсии

В начале работы необходимо ознакомиться с устройством и правилами эксплуатации лабораторного диспергатора.

Лабораторный диспергатор «ULTRA-TURRAX T 25 basic» – компактное устройство, предназначенное для получения гомогенных эмульсий и суспензий, многокомпонентных дисперсий из трудно-смешивающихся жидкостей (рис. 1).

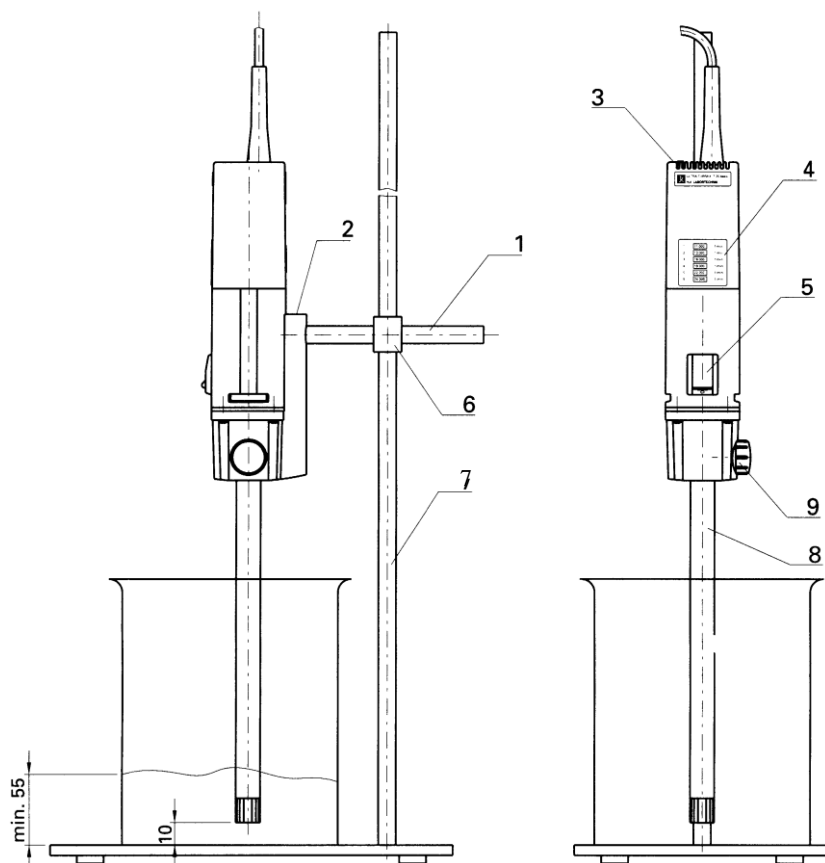


Рис. 1. Устройство лабораторного диспергатора:

- 1 – фланец; 2 – винт с цилиндрической головкой; 3 – регулировочное колесо; 4 – описание скоростей вращения диспергирующего устройства; 5 – выдвижной переключатель; 6 – поперечная втулка; 7 – штанга; 8 – диспергирующее устройство; 9 – ручной винт крепления

Диспергатор может использоваться для восстановления сухого молока, обработки смесей при получении йогуртов и иных кисломолочных продуктов, майонезов, мягких сыров, различных соусов, паст и других аналогичных продуктов. Эксплуатироваться диспергирующее устройство должно на лабораторном стенде.

Основными элементами диспергирующего устройства являются ротор и статор. Благодаря высокой частоте вращения ротора обрабатываемая среда автоматически втягивается в осевом направлении в дисперсионную головку, а затем вгоняется радиально через пазы в устройство ротор (статор). Высокие ускорения воздействуют на материал, приводя к исключительно высоким сдвигающим и ударным усилиям. Кроме того, в образовавшемся от сдвига зазоре между ротором и статором возникает высокая турбулентность, за счет чего обеспечиваются оптимальное смешивание компонентов и образование суспензии.

Эффективность диспергирования зависит в основном от градиента сдвига и от времени, которое частицы проводят в зоне сдвига. Оптимальный диапазон окружной скорости устройства ротор (статор) составляет 10–24 м/с.

Для получения молочно-жировой эмульсии используют сухое или натуральное обезжиренное коровье молоко и растительный или животный жир (по указанию преподавателя).

Расчет количества сухого обезжиренного молока (СОМ) для восстановления (на 1000 г молочно-жировой смеси):

$$1000 B_{\text{см (расч)}} = M_{\text{СОМ}} B_{\text{СОМ}},$$

где $B_{\text{см (расч)}}$ – абсолютный белок смеси – массовая доля белка в восстановленной смеси, которую необходимо получить (задается), %,

$$B_{\text{см (расч)}} = B_{\text{см}} / P,$$

здесь $B_{\text{см}}$ – массовая доля белка в смеси, %; P – растворимость сухого обезжиренного молока (0,96–0,98); $M_{\text{СОМ}}$ – масса сухого обезжиренного молока, г; $B_{\text{СОМ}}$ – массовая доля белка в сухом обезжиренном молоке (указана в сопроводительных документах на СОМ или определяется экспериментально), %.

Расчет количества жира (на 1000 г молочно-жировой смеси):

$$1000 J_{\text{см}} = M_{\text{ж}} J_{\text{д}},$$

где $J_{\text{см}}$ – массовая доля жира в смеси, %; $M_{\text{ж}}$ – масса навески жирового компонента, г; $J_{\text{д}}$ – массовая доля жира в исходном жировом компоненте, % (для композиции растительных жиров 99,7 %; для растительного масла 99,9 %).

Расчет количества воды (на 1000 г молочно-жировой смеси):

$$B = 1000 - M_{\text{СОМ}} - M_{\text{ж}},$$

где B – количество воды, необходимой для восстановления сухого обезжиренного молока, г.

Гидратацию рассчитанного количества сухого обезжиренного молока необходимо проводить питьевой водой, имеющей температуру 40–45 °С. Образец подвергают обработке с применением перемешивающего устройства (мешалки) при скорости вращения 1000 об/мин в течение 15 мин, что позволяет исключить операцию выдерживания смеси при низких положительных температурах в целях набухания белков. Полученный образец нагревают до (50±2) °С, вносят при перемешивании расчетное количество жирового компонента, необходимое для обеспечения заданной массовой доли жира в продукте. Затем смесь необходимо нагреть до температуры (65±2) °С и подготовить для подачи на диспергирующее устройство.

Диспергатор собрать, проверить правильность сборки и подключения.

Включение диспергатора и работа на нем разрешаются только в присутствии преподавателя или лаборанта!

При работе на диспергаторе необходимо соблюдать правила по технике безопасности, предусмотренные инструкцией по эксплуатации устройства:

– привод можно включать только при установке на самую низкую скорость. Лишь затем скорость *постепенно* можно повышать до требуемого уровня;

– нельзя использовать диспергатор (дисперсионные инструменты) в сухом виде, это ведет к повреждению прокладки и подшипников;

– вибрация может ослабить ручной винт на фланце приводного блока. Для собственной безопасности следует проверить достаточность затяжки ручного винта;

– сосуды, в которые помещается среда, должны быть закреплены зажимом для предотвращения их прокручивания. При работе со стеклянными сосудами следует использовать эластичные муфты, чтобы избежать разрушения стекла;

– допускается использовать дисперсионные инструменты и мешалки только фирмы-производителя;

– **осторожно:** прежде, чем заменять дисперсионные головки, необходимо отсоединить штепсель от сети;

– **нельзя** закупоривать вентиляционные пазы привода;

– запрещается использовать диспергатор данной модели для обработки воспламеняющихся и взрывчатых сред;

– в случае сбоя устройство не следует запускать снова;

– вскрытие блока для проведения ремонта должно осуществляться только квалифицированным специалистом.

Эмульгирование жира проводят в две ступени:

1) предварительное – в течение 5 мин при скорости вращения диспергирующего устройства 13500 об/мин;

2) повторное – в течение 10 мин при скорости вращения диспергирующего устройства 24000 об/мин.

Далее определяют эффективность диспергирования жирового компонента двумя методами – методом центрифугирования с помощью специальных пипеток и по величине жировых шариков (с помощью микроскопа).

Определение эффективности диспергирования жирового компонента методом центрифугирования

Сущность метода состоит в определении отношения массовой доли жира (%) в части гомогенизированного продукта, содержащей жировые шарики диаметром менее 2 мкм, к массовой доле жира в исходном продукте.

Ход анализа. Исследуемый образец используют сразу после гомогенизации (диспергирования) без подготовки. Анализ проводят с помощью специальной пипетки (рис. 2).

Пипетку через нижний капиллярный конец заполняют образцом продукта до верхней отметки. Верхний конец пипетки закрывают пальцем, а на нижний конец надевают резиновую пробку № 20 с отверстием диаметром, равным диаметру нижнего конца пипетки, на глубину $2/3$ длины пробки.

Заполненные молочно-растительной смесью пипетки (две или четыре) вставляют симметрично в патроны центрифуги пробками к периферии и центрифугируют 30 мин при температуре 38–40 °С и скорости вращения центрифуги 1100 об/мин.

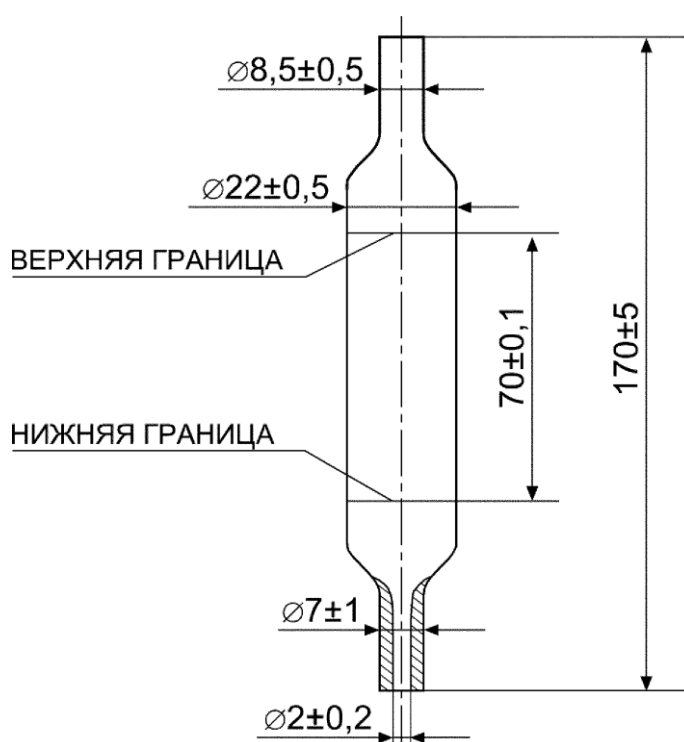


Рис. 2. Пипетка для определения эффективности диспергирования

После центрифугирования пипетки вынимают и помещают в штатив на пробки. Затем закрывают верхний конец пипетки, осторожно снимают пробку с нижнего конца пипетки (не переворачивая и не встряхивая) и сливают в стакан вместимостью 100 см³ часть продукта (от верхней до нижней отметки на пипетке) и в этой части определяют массовую долю жира по ГОСТ 5867–90 применительно к гомогенизированному или восстановленному молоку (п. 2.2.1.7).

Для этого в два молочных жиromeра, стараясь не смочить горловину, наливают дозатором по 10 см^3 серной кислоты (плотностью от 1810 до 1820 кг/м^3) и осторожно, чтобы жидкости не смешивались, добавляют пипеткой по $10,77 \text{ см}^3$ молока, приложив кончик пипетки к горловине жиromeра под углом. Уровень молока в пипетке устанавливают по нижней точке мениска.

Молоко из пипетки должно вытекать медленно. После опорожнения пипетку отнимают от горловины жиromeра не ранее чем через 3 с. Выдувание молока из пипетки не допускается. Дозатором добавляют в жиromeры по 1 см^3 изоамилового спирта.

Уровень смеси в жиromeре устанавливают на 1–2 мм ниже основания горловины жиromeра (по «плечики»), для чего разрешается добавлять несколько капель дистиллированной воды.

Жиromeры закрывают сухими пробками, вводя их немного более чем наполовину в горловину жиromeров. Жиromeры встряхивают до полного растворения белковых веществ, переворачивая не менее пяти раз так, чтобы жидкости в них полностью перемешались. Рекомендуется наносить мел на поверхность пробок для обеспечения закупорки жиromeров.

Затем устанавливают жиromeры пробкой вниз на 5 мин в водяную баню с температурой $(65 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$. Вынув из бани, жиromeры вставляют в стаканы центрифуги градуированной частью к центру, располагая их симметрично напротив друг друга. При нечетном числе жиromeров дополнительно помещают в центрифугу жиromeр, наполненный водой вместо молока, серной кислотой и изоамиловым спиртом в том же соотношении, что и для анализа.

При анализе гомогенизированного или восстановленного молока проводят трехкратное центрифугирование по 5 мин и нагревание в промежутках между центрифугированиями в водяной бане при температуре $(65 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ в течение 5 мин. После центрифугирования и термостатирования, регулируя пробкой, устанавливают нижнюю границу жира на ближайшем целом делении и отсчитывают величину столбика жира, принимая за верхнюю границу среднюю линию между нижней и верхней точками мениска.

За результат испытаний принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений.

Обработка результатов. Эффективность гомогенизации (ЭГ) в процентах определяют по следующей формуле:

$$\text{ЭГ} = (\text{Ж}_n / \text{Ж}_п) 100,$$

где Ж_n – массовая доля жира в нижнем слое продукта, слитом из пипетки, %; $\text{Ж}_п$ – массовая доля жира в исходном продукте (до центрифугирования), %.

В табл. 1 приведены величины эффективности гомогенизации молока и молочно-жировой смеси для различных значений давления гомогенизатора (см. «Инструкцию по техническому контролю на предприятиях молочной промышленности», с. 96). Зная массовую долю жира в нижнем слое продукта и рассчитав эффективность гомогенизации, можно определить, какому давлению гомогенизации равнозначен данный режим обработки на диспергаторе.

Таблица 1

Величины эффективности гомогенизации молока для различных значений давления гомогенизатора

Показатель	Массовая доля жира, %										
	в исходном цельном молоке или исходной смеси	в нижнем слое молока или смеси									
		3,10–3,20	3,30–3,40	3,50–3,60	3,70–3,85	1,43	2,11	2,43	2,51	2,70	2,76
Эффективность гомогенизации, %		39–47	58–67	70–77	75–80	78–85	86–88				
Давление гомогенизации, МПа		4,9	9,8	14,7	17,2	19,6	24,5				

Определение эффективности диспергирования жирового компонента по величине жировых шариков

Ход анализа. На первом этапе необходимо определить цену деления окулярной сетки при двух различных увеличениях микроскопа. Для этого на предметный столик микроскопа следует поместить объектмикрометр таким образом, чтобы его линейка, нанесенная в центре круглого стекла, совпала с оптической осью микроскопа. Так как саму линейку объектмикрометра рассмотреть невооружённым глазом трудно, точное её размещение на предметном столике микроскопа можно сделать, применив слабый объектив (например, с увеличением 10^{\times}). Получив чёткое изображение линейки объектмикрометра при малом увеличении, нужно, не изменяя её положения на предметном столике микроскопа, установить объектив с заданным увеличением и снова настроить микроскоп на чёткое изображение линейки. Если используют иммерсионные объективы ($NA > 0,95$), то на поверхность объектмикрометра следует поместить каплю иммерсионного масла.

Линейка объектмикрометра должна быть закреплена на предметном столике пружинными зажимами, а её перемещение в поле зрения микроскопа необходимо проводить с помощью винтов предметного столика. Окулярная сетка представляет собой стеклянный кружок, на котором размещён квадрат, разделённый штриховыми линиями на 250 маленьких квадратиков. Её нужно поместить внутрь окуляра поверх диафрагмы поля, для чего сначала следует отвинтить оправу верхней линзы окуляра, положить сетку, а затем аккуратно снова навинтить оправу. Если изображение сетки в окуляре будет нечётким, а буквенные и цифровые индексы делений сетки перевернутыми, то операцию необходимо повторить и повернуть сетку другой стороной. Окуляр с сеткой надо вложить в тубус микроскопа и настроить так, чтобы одновременно видеть чёткие изображения делений объектмикрометра и окулярной сетки.

С помощью препаратоводителя (винтов) предметного столика сместить изображение линейки в верхнюю (или нижнюю) часть поля так, чтобы деления линейки выступали за край квадрата окулярной сетки. После этого нужно выбрать отрезок длиной l на линейке объектмикрометра, целое число делений которого совпадало бы с целым числом делений (квадратиков) окулярной сетки. Следует подсчитать

число делений объектмикрометра a и сетки b , уместающихся на отрезке l (рис. 3).

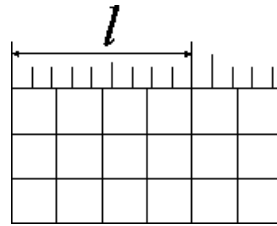


Рис. 3. Совмещение линейки объектмикрометра и делений окулярной сетки

Цену деления окулярной сетки (X , мкм) вычисляют по формуле

$$X = (a \cdot 10) / b,$$

где a – число делений объектмикрометра; b – число делений окулярной сетки; 10 – цена деления объектмикрометра, мкм (0,01 мм).

В примере, изображённом на рис. 2, $a = 9$, $b = 4$, $X = 22,5$ мкм; следовательно, если микрообъект размещён в пределах одного квадрата окулярной сетки, то действительный размер его поперечника составляет 22,5 мкм.

Поступая аналогично, следует определить цену деления окулярной сетки при другом увеличении микроскопа. Результаты измерений, повторенных трижды, свести в таблицу следующей формы (табл. 2).

Таблица 2

Определение цены деления окулярной сетки

Определяемая величина	Результаты измерений		
	1	2	3
Собственное увеличение объектива			
Собственное увеличение окуляра			
Нумерическая апертура объектива			
Примененная иммерсия			
Общее увеличение микроскопа			
Число делений объектмикрометра a			
Число делений окулярной сетки b			
Цена деления окулярной сетки X			

После определения цены деления окулярной сетки объектмикрометр нужно снять с предметного столика, удалить иммерсию (если она применялась) с поверхности объектмикрометра и фронтальной линзы объектива и уложить объектмикрометр в футляр.

Полученные значения цены деления окулярной сетки соответствуют только тем увеличениям микроскопа, при которых они были определены.

Далее необходимо определить размеры жировых шариков молочно-жировой смеси и дать характеристику их распределения по размерам.

Ход анализа. Разбавить молочно-жировую смесь водой в мерной колбе в соотношении 1:100 (1 мл молочно-жировой смеси и 99 мл воды). Поместить одну каплю разведенной молочно-жировой смеси на предметное стекло и накрыть покровным стеклом. Жировые шарики молочно-жировой смеси рассматривать при увеличениях, для которых определена цена деления окулярной сетки (280^x , 400^x , 600^x). Подсчитать число и определить диаметр шариков на площади, ограниченной размерами окулярной сетки, не менее чем в 10 полях зрения.

В зависимости от размеров жировые шарики относят к мелким (с диаметром 2 мкм и менее), средним (от 2 до 6 мкм), крупным (6 мкм и более). Результаты наблюдений свести в табл. 3.

Таблица 3

Распределение жировых шариков по размерам

Номер поля зрения	Число жировых шариков				Общее число жировых шариков
	До 2 мкм	От 2 до 6 мкм	От 6 до 20 мкм	20 и более мкм	
1					
2					
3					
4					
и т. д.					
Всего					
В процентах к общему числу					100 %

На основании полученных данных построить диаграмму или график распределения жировых шариков по размерам, откладывая по оси абсцисс размеры жировых шариков, а по оси ординат – количество жировых шариков каждого размера в процентах к общему их количеству, принятому за 100 %. Для более точной характеристики дисперсности жировых шариков молочно-жировой смеси целесообразно сузить пределы измерений до 1 мкм.

Оформление отчета

Отчет о работе должен содержать: цель работы; краткое описание применяемых методов; результаты расчетов и экспериментальные данные в виде таблиц, графиков, диаграмм; выводы.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение эмульсии.
2. Какие типы эмульсий Вы знаете?
3. Чем отличаются разбавленные, концентрированные и высококонцентрированные эмульсии?
4. Какие вещества используются в качестве эмульгаторов? Каковы их назначение и механизм действия?
5. Приведите примеры использования эмульгаторов в пищевой промышленности.
6. В чем заключается сущность процесса эмульгирования?
7. Назовите основные узлы лабораторного диспергатора и поясните, как осуществляется процесс диспергирования.
8. Что такое эффективность диспергирования (гомогенизации)? Какие существуют методы для ее определения?
9. По каким показателям можно судить об устойчивости эмульсии?

Лабораторная работа № 4

Определение витамина С в объектах растительного и животного происхождения

Витамины занимают особое место среди физиологически активных природных органических соединений. Они незаменимы в питании, необходимы для роста, участвуют в процессах обмена веществ, способствуют повышению защитных функций организма.

Витамин С (аскорбиновая кислота) представляет собой группу соединений – производных *L*-гулоновой кислоты, важнейшие из которых *L*-аскорбиновая и *дегидроаскорбиновая кислоты*. Аскорбиновая кислота хорошо растворима в воде (22,4 %), хуже – в спирте (4,6 %), плохо – в глицерине и ацетоне; в сухом виде устойчива в темноте. В водных растворах, особенно в щелочной среде, она быстро окисляется до *дегидроаскорбиновой кислоты* (обратимо) и далее – до *2,3-дикетогулоновой*, а затем до *щавелевой кислот* (необратимо).

С растворами щелочей образует еноляты, с хлорангидридами высших жирных кислот – сложные эфиры, с катионами металлов – комплексы, под влиянием HCl превращается в *фурфурол*.

Роль витамина С в организме человека трудно переоценить. Он необходим для построения межклеточного вещества, регенерации и заживления тканей, поддержания целостности клеток кровеносных сосудов, обеспечения нормального иммунологического статуса организма и его устойчивости к инфекциям и стрессу. Являясь антиоксидантом, аскорбиновая кислота предохраняет мембраны клеток, в частности лимфоцитов, от повреждающего действия перекисного окисления. Аскорбиновая кислота необходима для гидроксилирования пролиновых остатков в коллагене, а следовательно, для его синтеза, поддержания нормальной структуры и функции; участвует в синтезе кортикостероидных гормонов и гормонов щитовидной железы. Витамин С улучшает метаболизм липидов, способствуя нормализации обмена холестерина, защищает холестерин и липопротеиды от окисления, которое ведет к ускоренному развитию атеросклероза, способствует усвоению железа.

Имеются теоретические и экспериментальные предпосылки для применения витамина С в профилактике раковых заболеваний. Известно, что у онкологических больных развиваются симптомы ви-

таминной недостаточности из-за истощения в организме запасов витамина С, что требует дополнительного его введения.

В качестве пищевой добавки аскорбиновая кислота (Е 300) используется как антиоксидант в пищевых технологиях: при производстве жиров, напитков, фруктовых соков – для увеличения сроков годности; мясных и колбасных изделий – для предотвращения образования канцерогенных нитрозаминов; в хлебопечении – в качестве разрыхлителя теста; в молочной промышленности – для витаминизации молока и молочных продуктов.

Усвоение витамина С при поступлении его в организм происходит очень быстро, буквально за секунды после приема с пищей. Наиболее эффективно витамин С усваивается из пищи, когда он поступает вместе с биофлавоноидами (витамин Р). Эти вещества в естественном состоянии часто содержатся в тех же пищевых продуктах, что и витамин С, например в кожуре апельсинов. Основными биофлавоноидами являются рутин, гесперидин, цитрин.

Уточненная физиологическая потребность взрослых в аскорбиновой кислоте составляет 90 мг/сутки, детей – от 30 до 90 мг/сутки. Верхний допустимый уровень потребления – 2000 мг/сутки.

Дефицит витамина С приводит к рыхлости и кровоточивости десен, носовым кровотечениям вследствие повышенной проницаемости и ломкости кровеносных капилляров.

При избытке витамина С в организме возможны нарушения функции печени и поджелудочной железы. Кроме того, научно доказано, что многие антиоксиданты, в том числе и витамин С, проявляют антиоксидантные свойства только в определенных концентрациях. При передозировке они начинают работать как прооксиданты, т. е. способствовать образованию свободных радикалов.

Потребность организма человека в витамине С при соблюдении принципов рационального питания, достаточном употреблении овощей и фруктов и отсутствии патологических процессов в организме может покрываться за счет количества, поступающего с пищей.

Естественным источником витамина С главным образом являются растительные продукты. Особенно богаты им плоды шиповника, черная смородина, фрукты, ягоды, хрен, лук, калина, хвоя, листовые овощи. В табл. 4 приведено содержание аскорбиновой кислоты в некоторых продуктах.

Содержание аскорбиновой кислоты в некоторых пищевых продуктах и растениях, мг/100 г

Продукт	Содержание витамина	Продукт	Содержание витамина
Плоды шиповника	2500	Лимоны	40
Облепиха	450	Апельсины	30
Смородина черная	300	Яблоки	30
Рябина	160	Картофель свежий	25
Перец красный	130	Томаты	20
Хвоя	130	Молоко	2
Клюква	100	Мясо крупного рогатого скота	0,9

Наиболее частыми причинами дефицита витамина С являются недостаточное количество свежих овощей и фруктов в рационе человека, а также длительная термическая обработка продуктов питания. Витамин С – самый нестойкий и чувствительный к действию факторов внешней среды и кулинарной обработки витамин. Например, хранение петрушки при комнатной температуре в течение двух суток приводит к потере содержащегося в ней витамина С.

К числу факторов, снижающих содержание витамина С, относятся:

– неправильная кулинарная обработка продуктов: длительная тепловая обработка; несоблюдение оптимальных сроков варки; долгое хранение в воде; варка в открытой посуде; варка в присутствии солей железа и меди, ускоряющих окисление витамина С. Например, даже при правильной варке пищи теряется до 60 % витамина С, а при приготовлении овощных пюре, запеканок, котлет – 75–90 %. При повторном нагревании пищи, варке с открытой крышкой, закладке овощей в холодную, а не в кипящую воду витамин С теряется почти полностью;

– измельчение продукта, повышающее ферментативную активность аскорбатоксидазы, содержащейся в растениях, богатых витамином С;

– длительные неблагоприятные условия хранения. Например, в 100 г молодого картофеля содержится 20 мг витамина С, а через шесть месяцев – только 10 мг.

Влияние кулинарной обработки на содержание витамина С в продуктах питания приведено в табл. 5.

Таблица 5

**Сохранность витамина С в продуктах при кулинарной обработке
(по данным [5])**

Наименование блюда	Сохранность витамина С по сравнению с исходным сырьем, %
Капуста с отваром (варка 1 ч)	50
Щи, простоявшие при 70–75 °С в течение 3 ч	20
То же, при подкислении	50
То же, в течение 6 ч	10
Щи из кислой капусты (варка 1 ч)	50
Капуста тушеная	15
Картофель, жареный сырым, мелко нарезанный	35
Картофель в мундире (варка 25–30 мин)	75
То же, очищенный	60
Картофель, очищенный и пролежавший в воде 24 ч при комнатной температуре	80
Картофельное пюре	20
Картофельный суп	50
Морковь отварная	40

Цель работы – определить содержание витамина С в образцах пищевых продуктов растительного и животного происхождения.

Порядок выполнения работы

Работа выполняется группой студентов из трех-четырех человек. Каждое звено получает по два образца пищевого сырья или пищевых продуктов (животного и растительного происхождения) и после соответствующей подготовки определяет содержание в них витамина С.

Упрощенный метод определения аскорбиновой кислоты в витаминизированном молоке

Метод основан на способности аскорбиновой кислоты восстанавливать индикатор 2,6-дихлорфенолиндофенол (реактив Тильманса) до бесцветного соединения. После точки эквивалентности избыток реагента окрашивает раствор в розовый цвет.

Приборы и материалы:

- мерные колбы вместимостью 100 см³;
- конические колбы вместимостью 25–30 см³;
- пипетки градуированные вместимостью 1 и 5 см³;
- весы технические GF-600;
- соляная кислота, 2 %-й раствор;
- раствор 2,6-дихлорфенолиндофенола концентрации 0,001 моль/дм³;
- вода дистиллированная;
- микробюретка с ценой деления не более 0,01 см³.

Ход анализа. В мерную колбу вместимостью 100 см³ отвешивают 50 см³ молока и доводят до метки дистиллированной водой. В коническую колбу вместимостью 25–30 см³ вносят 1 см³ 2 %-й соляной кислоты и 5 см³ разведенного водой молока, объем доводят водой до 15 см³. Полученную смесь, осторожно перемешивая, титруют раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола концентрации 0,001 моль/дм³, приливая его по каплям до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин. Проводят два параллельных определения.

Обработка результатов. Массовую долю аскорбиновой кислоты (X , мг/100 г) определяют по формуле

$$X = \frac{V K V_1 \cdot 0,088}{V_2 m} 100,$$

где V – объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенола, пошедшего на титрование (за вычетом поправки на реактивы), см³; K – поправка на титр раствора 2,6-дихлорфенолиндофенола для перевода на раст-

вор концентрации точно $0,001$ моль/дм³; V_1 – объем, до которого доведена навеска молока при прибавлении к ней воды, равен 100 см³; V_2 – объем анализируемой жидкости, взятой для титрования, равен 5 см³; m – масса молока, г; $0,088$ – количество аскорбиновой кислоты, соответствующей 1 см³ раствора 2,6-дихлорфенолиндофенола концентрации $0,001$ моль/дм³, мг.

За результат измерения принимают среднее арифметическое двух параллельных измерений. Расхождение между параллельными измерениями не должно превышать 3% от среднеарифметического значения содержания аскорбиновой кислоты при $P = 0,95$.

Определение витамина С в растительных объектах

Определение витамина С в сырье и продуктах растительного происхождения проводят в соответствии с ГОСТ 24556–89 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С». Наиболее известен титриметрический метод, основанный на экстрагировании витамина С раствором кислоты (соляной, метафосфорной или смесью уксусной и метафосфорной) с последующим титрованием раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия визуально (для продуктов, дающих светлоокрашенные экстракты) или потенциометрически (для продуктов, дающих темноокрашенные экстракты). Титрование ведут до установления светло-розовой окраски.

Приборы и материалы:

- мерные колбы вместимостью 50 , 100 , 500 и 1000 см³;
- конические колбы вместимостью 25 – 30 см³;
- пипетки градуированные вместимостью 1 , 2 и 5 см³;
- весы технические GF-600;
- гомогенизатор лабораторный;
- соляная кислота, 2% -й раствор;
- раствор 2,6-дихлорфенолиндофенола концентрации $0,001$ моль/дм³;
- вода дистиллированная;
- микробюретка с ценой деления не более $0,01$ см³;
- мешалка магнитная с плавным регулированием частоты вращения;
- воронки лабораторные стеклянные диаметром от 5 до 10 см;

- палочки стеклянные;
- стаканы лабораторные стеклянные вместимостью 50, 100 и 1000 см³;
- ступка и пестик лабораторные фарфоровые;
- цилиндры мерные лабораторные стеклянные вместимостью 100 и 250 см³;
- бумага фильтровальная лабораторная;
- песок кварцевый очищенный и прокаленный;
- 2,6-дихлорфенолиндофенолят натрия, раствор массовой концентрации 0,250 г/дм³;
- кислота аскорбиновая, растворы массовыми концентрациями 1,0 и 0,1 г/дм³;
- кислота соляная плотностью 1,19 г/см³, раствор с массовой долей 2 %.

Ход анализа. Для приготовления экстракта используют раствор соляной кислоты с массовой долей 2 %; метафосфорной – с массовой долей 3 % или смесь уксусной и метафосфорной кислот, которую готовят следующим образом: 15 г метафосфорной кислоты растворяют в 250 см³ дистиллированной воды, прибавляют 40 см³ ледяной уксусной кислоты, доводят водой до объема 500 см³, перемешивают и фильтруют в склянку с притертой пробкой. Хранят в холодильнике не более 10 дней.

Для приготовления стандартного раствора аскорбиновой кислоты концентрации 1,0 г/дм³ взвешивают 0,1000 г аскорбиновой кислоты с погрешностью не более $\pm 0,0001$ г; растворяют в экстрагирующем растворе в мерной колбе вместимостью 100 см³; доводят до метки тем же раствором и перемешивают. Для приготовления раствора концентрации 0,1 г/дм³ вносят пипеткой 10 см³ раствора аскорбиновой кислоты концентрации 1,0 г/дм³ в мерную колбу вместимостью 100 см³; доводят до метки экстрагирующим раствором и перемешивают. Растворы аскорбиновой кислоты неустойчивы, поэтому их готовят перед проведением испытания.

Для приготовления раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия и определения его титра 0,05 г 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия растворяют приблизительно в 150 см³ горячей воды, предварительно прокипяченной в течение 30 мин, охлаждают до комнатной температуры, доводят до объема 200 см³ той же охлажденной водой,

перемешивают и фильтруют в темную склянку. Раствор хранят в холодильнике не более 10 дней.

Титр раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия устанавливают по стандартному раствору аскорбиновой кислоты концентрации 1,0 и 0,1 г/дм³ в день проведения испытания. Для этого в две колбы вместимостью 50 или 100 см³, в которые предварительно прибавлено по 9 см³ воды, вносят пипеткой по 1 см³ раствора аскорбиновой кислоты и быстро титруют раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до светло-розовой окраски, не исчезающей в течение 15–20 с.

Одновременно проводят контрольное испытание. Для этого в колбу вместимостью 50 или 100 см³ вносят 1 см³ экстрагирующего раствора, 9 см³ дистиллированной воды и титруют раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия.

Титр раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия в граммах аскорбиновой кислоты, эквивалентного одному кубическому сантиметру раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, вычисляют по формуле

$$T = \frac{m}{V_1 - V_2},$$

где m – масса аскорбиновой кислоты, содержащейся в 1 см³ стандартного раствора, г; V_1 – объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованного на титрование стандартного раствора аскорбиновой кислоты, см³; V_2 – объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованного на контрольное испытание, см³.

Экстрагирование. Для приготовления экстракта навеску пробы массой от 5 до 50 г взвешивают с погрешностью $\pm 0,01$ г.

При экстрагировании витамина С из сухих продуктов навеску пробы от 5 до 10 г растирают в ступке с небольшими количествами экстрагирующего раствора кислоты или смеси кислот (не менее 1 см³ раствора на 1 г пробы) и песка, переносят в мерную колбу или мерный цилиндр вместимостью 100 см³, смывая ступку и пестик небольшими порциями экстрагирующего раствора до тех пор, пока объем не достигнет метки. Содержимое выдерживают в течение 10 мин, перемешивают и фильтруют.

Для экстрагирования витамина С из продуктов плотной консистенции навеску пробы от 5 до 50 г гомогенизируют не более 2 мин с небольшим количеством экстрагирующего раствора (не менее 1 см³ раствора на 1 г пробы) и переносят в мерные колбу или цилиндр вместимостью 100 см³, смывая гомогенизатор небольшими порциями экстрагирующего раствора до тех пор, пока объем не достигнет метки. Содержимое выдерживают в течение 10 мин, перемешивают и фильтруют.

Экстрагирование витамина С из жидких продуктов проводят следующим образом: навеску пробы от 5 до 50 г переносят в мерные колбы или цилиндр вместимостью 100 см³, смывая стенки стакана небольшими порциями экстрагирующего раствора до тех пор, пока объем не достигнет метки. Содержимое выдерживают в течение 10 мин, перемешивают и фильтруют.

Затем проводят визуальное титрование: в колбу вместимостью 50 или 100 см³ пипеткой вносят от 1 до 10 см³ полученного экстракта, доводят объем водой до 10 см³ и титруют раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия до появления слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 15–20 с.

Одновременно проводят контрольное испытание на содержание в продукте редуцирующих веществ. Для этого в колбу помещают такой же объем экстракта, как указано ранее, прибавляют равный ему объем ацетатного буферного раствора, раствор формальдегида в объеме, равном половине объема буферного раствора, перемешивают и выдерживают в течение 10 мин, закрыв предварительно колбу пробкой. Затем содержимое титруют раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия.

Обработка результатов. Массовую долю аскорбиновой кислоты в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{(V_1 - V_2) T V_3 \cdot 100}{V_4 m},$$

где V_1 – объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованного на титрование экстракта пробы, см³; V_2 – объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, израсходованного на контрольное испытание, см³; T – титр раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, г/см; V_3 – объем экстракта, полученного при

экстрагирования витамина С из навески продукта, см³; V_4 – объем экстракта, используемого для титрования, см³; m – масса навески продукта, г.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений. Вычисления проводят до четырех значащих цифр после запятой, результат округляют до трех значащих цифр и выражают в виде произведения числа на 10^{-3} .

Расхождение между двумя параллельными определениями не должно превышать 3 % от среднего арифметического значения при доверительной вероятности $P = 0,95$.

Оформление отчета

Отчет о работе должен содержать цель работы, краткое описание применяемых методов, результаты расчетов и экспериментальные данные, выводы.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику основных свойств аскорбиновой кислоты.
2. Опишите роль витамина С в организме человека.
3. Какие алиментарно-зависимые заболевания связаны с дефицитом витамина С в организме?
4. Назовите основные источники витамина С в природе.
5. Какие факторы влияют на сохранность витамина С в пищевых продуктах?
6. В чем сущность титрометрического метода определения витамина С в пищевом сырье и продуктах питания?
7. Как ведется подготовка пробы продукта при определении массовой доли витамина С?

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Функциональные продукты питания: определение, виды, роль в питании.
2. Классификация продуктов функционального питания. Характеристика основных групп, основные отличительные признаки.
3. Понятие пищевого статуса человека. Технологии и методы оценки структуры питания и пищевого статуса. Причины и последствия нарушения структуры питания.
4. Роль и функции в организме основных макроэлементов.
5. Роль и функции в организме отдельных микроэлементов.
6. Роль и функции в организме основных водорастворимых витаминов.
7. Роль и функции в организме основных жирорастворимых витаминов.
8. Витаминная недостаточность (виды, причины возникновения). Токсическое и побочное действие витаминов. Гипервитаминозы.
9. Классическая теория сбалансированного питания (А.А. Покровский).
10. Теория адекватного питания (А.М. Уголев) как составная часть междисциплинарной науки трофологии.
11. Сравнительная характеристика теорий сбалансированного и адекватного питания.
12. Концепция оптимального питания (А.А. Покровский, В.А. Тутельян). Роль минорных компонентов пищи в поддержании здоровья человека.
13. Определение функциональных ингредиентов. Требования к функциональным ингредиентам.
14. Классификация функциональных ингредиентов по химическому строению и механизму действия.
15. Понятие метаболического синдрома. Факторы риска метаболического синдрома.
16. Оксидантная (антиоксидантная) система регуляции гомеостаза человека.
17. Роль воды в поддержании здоровья человека и снижении риска заболеваний.

18. Классификация и краткая характеристика биологически активных добавок как одного из элементов пищи будущего.

19. Пищевые волокна. Виды, физиологические и технологические аспекты применения.

20. Фосфолипиды. Физиологическое значение, технологические свойства.

21. Полиненасыщенные жирные кислоты. Физиологические функции, рекомендуемые уровни потребления, основные источники.

22. Понятия «пробиотики», «пребиотики», «синбиотики». Основные виды, физиологические функции.

23. Характеристика, способы получения, пути применения лактулозы.

24. Биоактивные пептиды: источники выделения, функциональная активность, применение.

25. Характеристика, способы выделения и использование биологически активных веществ молока (лактоферрин, ангиогенин).

26. Ферментативная модификация молочного сырья. Применение полученных компонентов в молочной промышленности.

27. Производство продуктов сложного сырьевого состава, имеющих функциональную направленность.

28. Научные принципы и технологии обогащения продуктов микронутриентами.

29. Алгоритм создания функциональных продуктов.

30. Способы обработки сырья для получения биологически активных веществ. Пути повышения выхода целевого продукта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / Под ред. А.А. Кочетковой. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 319 с.
2. **Шендеров Б.А.** Функциональное питание и его роль в профилактике метаболического синдрома. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 472 с.
3. **Юдина С.Б.** Технология продуктов функционального питания. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 280 с.
4. **Тихомирова Н.А.** Технология продуктов лечебно-профилактического назначения на молочной основе: Учеб. пособие. – СПб.: Троицкий мост, 2010. – 448 с.

Дополнительная

5. **Тырсин Ю.А., Королевцев А.А., Чижик А.С.** Витамины и витаминоподобные вещества: Учеб. пособие. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 203 с.
6. **Юдина С.Б.** Технология геронтологического питания: Учеб. пособие. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 228 с.
7. Технология продуктов детского питания. Учеб. пособие / Н.В. Попова, А.Ю. Просеков, Л.Т. Серпунина, С.Ю. Юрьева // Под ред. Э.С. Токаева. – М.: ДеЛи принт, 2009. – 472 с.
8. **Могильный М.П.** Пищевые и биологически активные вещества в питании. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 240 с.
9. **Оттавей П.Б.** Обогащение пищевых продуктов и биологически активные добавки: технология, безопасность и нормативная база / Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2010. – 312 с.
10. **Шендеров Б.А.** Медицинская микробная экология и функциональное питание. Т. 3. Пробиотики и функциональное питание. – М.: ГРАНТЬ, 2001. – 288 с.
11. **Шендеров Б.А.** Медицинская микробная экология и функциональное питание. Т. 1. Микрофлора человека и животных и ее функции. – М.: ГРАНТЬ, 1998. – 287 с.
12. **Ткаченко Е.И., Успенский Ю.П.** Питание, микробиоценоз и интеллект человека. – СПб.: СпецЛит, 2006. – 590 с.

13. **Андреев Л.Г., Антипова Т.А., Симоненко С.В.** Вопросы питания пожилых. – М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2007. – 276 с.
14. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432–08. Утверждены Главным Государственным санитарным врачом РФ 18 декабря 2008 г.
15. Микронутриенты в питании здорового и больного человека / Тутельян В.А., Спиричев В.Б., Суханов Б.П. и др. – М.: Колос, 2003. – 424 с.
16. **Успенский Ю.П., Конюшин А.Н.** Питание и интеллектуальные возможности человека: ключ к познанию // Клиническое питание. 2004. № 3. С. 26–28.
17. **Ткаченко Е.И.** Холистическая теория питания // Клиническое питание. 2004. № 1. С. 2–4.
18. **Шатнюк Л.Н.** Пищевые микроингредиенты в создании продуктов здорового питания // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. 2005. № 2. С. 18–22.
19. Биологически активные добавки в питании человека (оценка качества и безопасности, эффективность, характеристика, применение в профилактической и клинической медицине / В.А. Тутельян, Б.П. Суханов, А.Н. Австриевских, В.М. Поздняковский. – Томск: Изд-во НТЛ, 1999. – 296 с.
20. **Уголев А.М.** Теория адекватного питания и трофология. – СПб.: Наука, 1991. – 272 с.
21. **Ганина В.И.** Пробиотики. Назначение, свойства и основы биотехнологии. – М.: МГУПБ, 2001. – 169 с.
22. **Ткаченко Е.И.** Методология изучения пищевого поведения с позиций холистической теории питания / Е.И. Ткаченко, Ю.П. Успенский, С.Л. Соловьева, В.М. Захарченко, Д.А. Фрейдинова // Клиническое питание. 2006. № 3. С. 58–61.
23. ГОСТ 24556–89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С.
24. **Инихов Г.С., Брио Н.П.** Методы анализа молока и молочных продуктов. – М.: Пищ. пром-сть, 1971. – 423 с.

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы

Электронная библиотека издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>

Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru>;

Библиотека. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru>;

Российская электронная библиотека: <http://www.elbib.ru>;

<http://www.milkbranch.ru/publ/view/118.html>

<http://health-diet.ru/article/vitaminy/norm/>

<http://narod.ru/disk/start/38.dl36sfnarod.yandex.ru/37395018001/h25bf3a908f248fc90a18b5fe3165f039/Normy2008.pdf>

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
ПРАКТИЧЕСКИЕ И СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ	8
Раздел 1. Функциональные пищевые продукты:	
характеристика, назначение, роль в питании.....	8
<i>Занятие № 1.</i> Основные предпосылки появления функциональных пищевых продуктов. История возникновения и основные этапы развития производства продуктов функционального питания.....	8
<i>Занятие № 2 и 3.</i> Роль основных микронутриентов в питании человека.....	11
<i>Занятие № 4.</i> Основные теории и концепции питания. Вклад отечественных и зарубежных ученых в их развитие. Современные взгляды на питание.....	13
<i>Занятие № 5.</i> Альтернативные теории питания	20
Раздел 2. Функциональные пищевые ингредиенты	
Общие представления. Классификация	
Физиологическое действие	21
<i>Занятие № 6.</i> Метаболический синдром	21
<i>Занятие № 7.</i> Основные системы регуляции гомеостаза. Минеральные вещества как базовый элемент гомеостаза живых организмов	23
<i>Занятие № 8.</i> Основные системы регуляции гомеостаза. Оксидантная (антиоксидантная) система регуляции гомеостаза человека.....	24
<i>Занятие № 9.</i> Роль воды в поддержании здоровья человека и снижении риска заболеваний	26
<i>Занятие № 10.</i> Биологически активные добавки как один из элементов пищи будущего	27
Раздел 3. Характеристика основных групп функциональных ингредиентов	29
<i>Занятие № 11.</i> Характеристика отдельных видов пищевых волокон	29
<i>Занятие № 12.</i> Основные виды пробиотиков и пребиотиков. Современные тенденции в производстве синбиотиков	30

<i>Занятие № 13. Лактулоза – основной отечественный пребиотик</i>	32
<i>Занятие № 14. Функциональные свойства аминокислот, белков и пептидов</i>	32
<i>Занятие № 15. Научные и практические аспекты использования молока и его производных для создания функциональных продуктов питания</i>	33
Раздел 4. Современные подходы к созданию функциональных продуктов питания	36
<i>Занятие № 16. Способы обработки сырья для получения биологически активных веществ</i>	36
<i>Занятие № 17. Основные направления и методология создания функциональных продуктов для питания отдельных групп населения</i>	37
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	42
Лабораторная работа № 1. Определение влагоудерживающей и пенообразующей способности пищевых функциональных ингредиентов	42
Лабораторная работа № 2. Исследование гелеобразующей и жирозэмульгирующей способности белковых препаратов	49
Лабораторная работа № 3. Исследование влияния вида и дозы эмульгатора на стойкость пищевых эмульсий	53
Лабораторная работа № 4. Определение витамина С в объектах растительного и животного происхождения	67
ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ	77
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	79

Забодалова Людмила Александровна

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ
СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор
Т.Г. Смирнова

Титульный редактор
Е.О. Трусова

Компьютерная верстка
Н.В. Гуральник

Дизайн обложки
Н.А. Потехина

*Печатается
в авторской редакции*

Подписано в печать 29.05.2015. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 5,12. Печ. л. 5,5. Уч.-изд. л. 5,25
Тираж 50 экз. Заказ № С 38

Университет ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

Издательско-информационный комплекс
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9