

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Е. С. Землякова

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ
В БИОТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ИЗ СЫРЬЯ
ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

Утверждено редакционно-издательским советом ФГБОУ ВО «КГТУ»
в качестве учебно-методического пособия по лабораторным работам
для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению
подготовки Биотехнология
(профиль подготовки «Пищевая биотехнология»)

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 664

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры пищевой биотехнологии
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
Н. Ю. Ключко

Землякова, Е. С.

Функциональные технологические добавки в биотехнологии продуктов из сырья животного происхождения: учеб.-методич. пособие по лаб. работам для студ. бакалавриата, обуч. по направлению подгот. Биотехнология / Е. С. Землякова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 106 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Функциональные технологические добавки в биотехнологии продуктов из сырья животного происхождения». В результате освоения знаний по представленному разделу дисциплины обучающийся должен знать основные классификацию добавок по функциональным свойствам, способы изготовления и применения добавок, их свойства и механизмы взаимодействия с пищевыми системами и организмом человека.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки «Биотехнология» (профиль «Пищевая биотехнология»). Оно будет также полезно студентам других направлений и специальностей, имеющим отношение к пищевой промышленности, биотехнологии и сфере питания.

Рис. - 7, табл. - 20, список лит. – 24 наименования

Учебно-методическое пособие рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией Института агроинженерии и пищевых систем 05 мая 2022 г., протокол № 5

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено кафедрой пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 18 апреля 2022 г., протокол № 5

УДК 664

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г.

© Землякова Е. С., 2022 г.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 Исследование реакции пищеварительной системы человека на функциональные пищевые добавки теории питания	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 Изучение технологических свойств пищевых красителей и стабилизаторов окраски	28
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	44
3.1 Исследование основных функций эмульгирующих солей	44
3.2 Влагоудерживающие агенты при стабилизации вус пищевых фаршей	56
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	70
4.1 Определение качественных показателей натурального подсластителя – меда	70
4.2 Определение качества поваренной соли	80
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 КОНСЕРВАНТЫ В BIOTEХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ИЗ СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ	88
5.1 Определение бензойной кислоты в пищевых продуктах	88
5.2 Определение качества уксусной кислоты	98
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ	103

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебно-методическое пособие предназначено для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки «Биотехнология», выполняющих лабораторные работы по дисциплине «Функциональные технологические добавки в биотехнологии продуктов из сырья животного происхождения», которая входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата. Знания, приобретенные по данной дисциплине, являются базовыми при подготовке биотехнологов, ориентированных на профессиональную деятельность в пищевой промышленности.

В результате освоения знаний по представленному разделу дисциплины обучающийся должен:

знать:

– классификацию добавок по функциональным свойствам, способы изготовления и применения функциональных добавок, их свойства и механизмы взаимодействия с пищевыми системами и биологическими организмами;

уметь:

– осуществлять рациональный подбор функциональных добавок, определять дозировки и способы введения, осуществлять контроль качества и безопасности;

владеть:

– практическими навыками разработки по определению и применению индивидуальных свойств и качественных характеристик функциональных добавок, используемых в биотехнологии продуктов из сырья животного происхождения.

Представленные лабораторные работы являются важной частью дисциплины «Функциональные технологические добавки в биотехнологии продуктов из сырья животного происхождения». Их выполнение позволит обучающимся приобрести необходимые знания и навыки для практической деятельности при производстве продуктов питания из сырья животного происхождения с применением функциональных пищевых добавок, а также оценки качества последних.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ. ТЕОРИИ ПИТАНИЯ

1 Цель лабораторной работы

Сформировать умения и навыки по определению реакции пищеварительной системы человека на пищевой продукт и функциональные добавки, вводимые в его состав.

2 Задание по лабораторной работе

- Используя теоретический материал (с. 6-13), проанализируйте продвижение пищевого продукта, содержащего пищевую добавку;
- Используя теоретический материал (с. 13-27) проанализируйте развитие и содержание современных теорий питания, дайте оценку собственному рациону.

3 Методические указания по выполнению задания

3.1 Проанализируйте продвижение пищевого продукта, содержащего пищевую добавку или обогащенного функциональными компонентами (по выбору, можно проанализировать наиболее любимый продукт), по вашему пищеварительному тракту, охарактеризуйте стимулирующее и тормозящее воздействие его компонентов, возможные меры (при необходимости) профилактики. Результаты оформите в виде таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Характеристика процессов в пищеварительном тракте при употреблении в пищу _____ (название пищевого продукта)

№ п/п	Участок тракта	Функции в процессе пищеварения продукта	Стимулирующие факторы пищевого продукта	Повреждающие факторы пищевого продукта	Меры профилактики

Перечень предлагаемых пищевых продуктов

1. Вареная мясная колбаса, обогащенная каррагинанами.
2. Подкопченая мясная колбаса, обогащенная компонентами дальневосточного бальзама.
3. Сырокопченая мясная колбаса, обогащенная бифидобактериями.

4. Рыборастительные пресервы с добавлением бензойнокислого натрия.
5. Рыба в желе, приготовленного на основе рыбного бульона, копильного ароматизатора и хитозана.
6. Рыба маринованная с овощами (красный перец и морковь).
7. Мороженое с добавлением красителя сахарный колер.
8. Творог жирный, обогащенный ламинарией (морской капустой).
9. Сыр плавленный, обогащенный курагой.
10. Творожный десерт, обогащенный ацидобактериями и сухофруктами.
11. Салат овощной (капуста, морковь, яблоки, лук) с добавлением говяжьей печени и фасоли.
12. Куриные яйца вареные под майонезом с эфирами моно- и диглицеридов жирных кислот.

3.2 Проанализируйте развитие и содержание современных теорий питания, дайте оценку собственному рациону, используя материал теоретической части и личный опыт. Результаты оформите в виде таблицы 1.2. В качестве вывода необходимо обосновать, какой теории питания более всего отвечает ваша практика (рацион, режим) питания.

Таблица 1.2 – Основные теории питания, достоинства и недостатки

№ п/п	Наименование теории питания	Основные принципы теории питания	Достоинства и недостатки

4 Теоретический (справочный) материал

4.1 Пищеварительная система человека

Пищеварительная система (ПС) человека (рисунок 1.1) функционирует по мере поступления пищи, взаимосвязанно по всем участкам и органам. Процесс регулируется центральной нервной и гормональными системами.

Функционирование ПС начинается с **ротовой полости**. Ротовая полость выстлана изнутри слизистой оболочкой, защищающей организм от проникновения чужеродных веществ извне. Язык, предназначенный для органолептической оценки пищи, помогает зубам осуществлять процесс измельчения ее перед актом глотания. При этом из трех пар слюнных желез (околоушная, подъязычные, подчелюстные) обильно выделяется слюна со слабощелочной реакцией ($pH = 7,3-7,7$). В состав слюны входят муцин, неорганические и органические вещества. Пищевой комочек должен находиться в ротовой полости 15–18 с, в течение которых пища пропитывается слюной с ферментами (основные амилаза, мальтаза, лизоцим). У человека за сутки

выделяется до 1,5 л слюны при жевании. В этот период происходит буферирование пищи, отвержение вредных примесей и начинается процесс расщепления углеводной пищи (крахмала до глюкозы). Поэтому при долгом жевании углеводной пищи (хлеб) начинает ощущаться во рту сладковатый привкус. Полезно жевать долго, так как это усиливает приток крови к слюнным железам, нейтрализует кислую реакцию во рту.



Рисунок 1.1 - Схема пищеварительной системы человека

Глотка и пищевод служат для транспортирования пищевого комка, смоченного слюной, в желудок.

Повреждающими факторами ротовой полости, глотки и пищевода являются горячая пища и питьё, сильные кислоты, дефицит ретинола, витаминов группы В, йода, кальция,

аскорбиновой кислоты, чрезмерно острые приправы, плохо пережеванная пища.

Стимуляторами их функционирования являются вкусовые вещества, источники кислот, горечей, экстрактивные вещества мяса, рыбы, грибов, сладостей, витамины.

Желудок – орган депонирования пищи, где начинается гидролиз ее белковых веществ.

Пища попадает из пищевода в желудок в результате расслабления кольцевых мышц. Еще более толстый слой мышц находится на выходе из желудка. В стенках желудка расположены слоями мышечные волокна, которые регулируют его объем. У взрослого человека желудок может вместить 2–3 л пищи. Внутренняя его полость выстлана слизистой для защиты стенок от механических повреждений. Она постоянно выделяет слизь с нейтральной и слабокислой реакцией для защиты от повышенной кислотности.

В стенках желудка находятся также специальные железы, вырабатывающие желудочный сок. Он представляет собой смесь протеолитических ферментов и свободной соляной кислоты (0,3–0,5 %). За сутки у человека выделяется 1,5–2,5 л желудочного сока (до 700–800 мл за один прием пищи). Протеазы желудочного сока включают пепсин (основной фермент, оптимум pH = 1,5–2,5), гастриксин (pH = 3,0), желатиназу, эластазу. Под действием данных ферментов начинается кислотный гидролиз белков. Соляная кислота облегчает этот процесс, денатурируя белки, а также оказывает бактерицидный эффект, уничтожая микрофлору. Кроме того, она способствует усвоению железа и стимулирует секрецию некоторых гормонов.

Фазы секреции желудочного сока:

- мозговая (до поступления пищи);
- желудочная (химическое воздействие компонентов пищи);
- кишечная (под действием кишечных гормонов).

Пища может находиться в желудке от нескольких минут (жидкость) до 3–10 ч (белковые мясные продукты). За этот период под действием и в результате сокращения желудочных мышц она превращается в химус (жидкую полукашицу, пропитанную желудочным соком), после чего происходит ее эвакуация в двенадцатиперстную кишку. Сокоотделение в желудке регулируется нервной системой, количеством и качеством пищи.

Стимуляторами секреции желудочного сока являются навары с экстрактивными веществами мяса, рыбы, грибов; поджаренные продукты с румяной корочкой; свернувшийся яичный белок; черный хлеб и другие источники балластных веществ; специи; копченые и соленые продукты; соки; овощи и др. Торможение секреции сока обусловлено нарушением режима питания; едой всухомятку и крупными закусками; обильным рационом (перееданием); однообразной или жирной пищей; щелочными продуктами;

неприглядным внешним видом еды. Для профилактики нарушений нормальной деятельности желудка пища должна быть богата витаминами А, С, группы В.

Двенадцатиперстная кишка (ДК) – это начальный участок тонкой кишки (24–30 см), куда по желчным протокам из печени впадает желчь, и по другим протокам – сок поджелудочной железы. В начале ДК имеет кислую реакцию (рН = 4,0), а на выходе – щелочную (рН около 8,5). В ДК меняется реакция среды, вследствие чего под действием комплекса ферментов начинается щелочной гидролиз сложных веществ пищи. Здесь инактивируются ферменты желудочного сока (пепсин) и начинают «работать» другие, выделяемые поджелудочной железой – протеазы (трипсин, химотрипсин, эластаза и др.), нуклеазы, амилазы, липазы.

Академик А. М. Уголев назвал ДК «гипоталамо–гипофизарной системой», так как в ее стенках синтезируются важнейшие кишечные гормоны и биологически активные вещества: секретин (гормон секреции поджелудочного сока и желчи), холецистокинин (гормон моторики желчного пузыря), вилликинин (гормон моторики ворсинок кишечника) и др.

Поджелудочная железа (ПЖ) – выполняет две функции в пищеварении: синтез пищеварительных ферментов щелочного спектра действия и синтез гормонов (инсулин, глюкагон и др.); рН сока 7,5–8,5. В состав сока входят: двууглекислый натрий, протеолитические ферменты (трипсин, химотрипсин, трипсиноген, химотрипсиноген, эластаза, проэластаза), липазы, нуклеазы, карбогидразы (α-амилаза, сахараза, мальтаза, лактаза).

Выделение поджелудочного сока начинается уже через 2 мин. после приема пищи. Прекращение его секреции наступает после пропитывания всей пищевой кашицы в ДК (до достижения рН = 7). Этот процесс регулирует вещество секретин, вырабатываемое в стенках ДК.

За сутки у человека вырабатывается примерно 700 мл сока. Стимулирующие процесс секреции сока ПЖ–факторы – те же, что при выделении желудочного сока.

Печень – непарный жизненно важный орган, выполняющий ряд следующих функций:

- участие в пищеварении;
- распределение в организме пищевых веществ;
- депонирование некоторых веществ (гликоген);
- обезвреживание токсичных соединений.

В пищеварении принимает участие желчь, вырабатываемая железистыми клетками печени. Её выделение начинается через 5–7 мин. после еды, и за сутки общий ее объем может достичь 500–1500 мл (жирная пища). Если пища не поступает, желчь накапливается в желудочном пузыре, расположенном на нижней поверхности печени. Она поступает в ДК и имеет рН от 7,3 до 8,0.

В состав желчи входят разные кислоты, пигменты (билирубин), лецитин, мыла, жиры, хлориды, фосфаты, кальций, железо, магний, гормоны, слизь и продукты обмена.

Функции желчи разнообразны:

- инактивация пепсина;
- эмульгирование жиров,
- активация липазы;
- обеспечение всасывания жиров, жирорастворимых витаминов, кальция, магния за счёт образования промежуточных комплексов с жирными кислотами;
- повышение устойчивости холестерина в растворённом состоянии;
- усиление секреторной и двигательной активности тонкого кишечника;
- угнетение микроорганизмов;
- выделение продуктов обмена и ряда вредных веществ;
- стимулирование образования желчи печеночными клетками.

При недостатке желчи в организме развивается желчнокаменная болезнь, связанная с образованием в желчном пузыре и его протоках осадка из желчных кислот, лецитина, холестерина.

При всасывании желчи в кровь развивается болезнь желтуха, обусловленная вирусом гепатита.

Образование и выделение желчи стимулируется актом еды, содержанием в пище жиров, яичного желтка, мяса, молока, магния, балластных веществ, кислот, ксилита, сорбита, экстрактивных веществ, температурой пищи.

Торможение желчеобразования наступает при употреблении холодной, обезжиренной пищи, щелочных продуктов и питья, голодании, недостатке кислорода.

Тонкая кишка (ТК) – важнейший орган пищеварения длиной 5–6 м, включает тощую кишку (2/5 длины от ТК) и подвздошную (3/5 длины от ТК).

Тонкая кишка выстлана изнутри слизистой, поверхность которой имеет множество складок, выпячиваний, ворсинок. Ворсинка ТК имеет еще множество микроворсинок, покрытых гликокаликсом, который играет роль пористого фильтра и катализатора. За счет сокращения микроворсинок (6 раз в минуту) увеличивается скорость всасывания веществ.

За счет огромного количества микроворсинок (на 1 мм² приходится от 20 до 40 шт.) общая внутренняя поверхность ТК увеличивается до 500 мм², что примерно в 3 раза превышает поверхность тела человека. Такая «щетка» («щеточная кайма») обеспечивает эффективное всасывание продуктов пищеварения. За один час может всосаться 2–3 л жидкости.

В стенках ТК находятся либеркюновые железы, секретирующие до 2 л кишечного сока в сутки. Он представляет собой бесцветную, мутную

жидкость и содержит комплекс пищеварительных ферментов широкого спектра действия (всего 22 фермента), а также энтерокиназу – фермент, активатор протеолитических ферментов поджелудочного сока.

Основные функции ТК – завершение переваривания пищевых веществ и всасывание в кровеносные и лимфатические капилляры. Водорастворимые продукты (продукты гидролиза, углеводов и белков в виде глюкозы, аминокислот, минеральных веществ) всасываются в кровь. Продукты расщепления липидов (глицерин, фосфорная кислота, холин, жирные кислоты, холестерин, жирнорастворимые витамины и др.) всасываются в лимфатические сосуды ворсинок, предварительно образуя комплекс с жирными кислотами.

Всасывание требует дополнительной энергии и часто может осуществляться даже с отрицательным градиентом концентраций. При этом активно сокращаются ворсинки и мышцы стенок тонкой кишки. За сутки через мембраны ТК может всосаться 8-9 л жидкости.

Основные типы пищеварения в ТК:

- *полостное* (в полости ТК);
- *пристеночное* («щеточное», пристеночное, около микроворсинок);
- *мембранное* (в мембране ворсинок).

Ферменты локализованы не только в полости, но и на поверхности микроворсинок. Это обеспечивает эффективность расщепления и всасывания, не допуская проникновения микроорганизмов во внутреннюю среду (размер микробной клетки больше, чем расстояние между микроворсинками).

К другим функциям тонкого кишечника относятся: *двигательная* (обеспечение продвижения пищи); *гомеостатическая* (окисление канцерогенных углеводов, обезвреживание других вредных веществ); *гормональная* (синтез многих важнейших гормонов для организма); *регуляторная* (синтез биологически активных веществ при недостаточном поступлении из пищи: фосфолипиды, ретинол).

Особенно важна *гормональная функция ТК*, открытая недавно. ТК как железа внутренней секреции вырабатывает более двадцати видов гормонов, регулирующих нервную, дыхательную, сердечную и другие виды деятельности организма.

Деятельность тонкого кишечника стимулируют балластные вещества пищи, лактоза, тиамин, холин, пищевые кислоты, щелочные элементы, пряности, жирные кислоты.

Повреждающими факторами для ТК являются запоры, обусловленные белковой рафинированной пищей с острыми приправами и эфирными маслами.

Толстый кишечник (ТлК) – завершающий орган пищеварения (длина – около 2 м), называемый также *сигмовидной кишкой* за сходство с греческой

буквой «сигма». Ежедневно в нем перерабатывается от 400 до 2000 г пищевой кашицы, а после всасывания остается только 200–300 г (кал).

ТлК имеет диаметр 2–3 см (в начале) и до 7–8 см (в конце). Нормальная реакция среды в нем слабокислая.

Основные функции ТлК:

- *Всасывательная:* всасываются питательные вещества и витамины, вырабатываемые бактериями из балластных веществ, а также 95 % воды и электролиты.

- *Эвакуаторная:* удаляется кал, содержащий нерасщепленные балластные вещества, токсины, неорганические продукты распада, газы, микробы и др. Задержка эвакуации более 24 ч считается запором и может привести к накоплению в складках – карманах ТлК – каловых камней и кишечной аутоинтоксикации (всасывание в кровь токсинов). Следствием этого являются болезни колит, геморрой, полипы и рак ТлК.

- *Выделительная:* в просвет ТлК выделяет пищеварительные соки с небольшим количеством ферментов, из крови выделяются соли, алкоголь и другие вещества, вызывающие раздражение слизистой ТлК.

- *Эндоекологическая:* в ТлК существует около 500 видов различных микроорганизмов, среди которых 90 % составляют облигатные анаэробы, 10 % – молочнокислые бактерии, кишечные палочки, стрептококки, спороносные анаэробы, гнилостная микрофлора.

В 1 г кала содержится от 30 до $40 \cdot 10^9$ микроорганизмов, за сутки там образуется их около 17 трлн. Они индивидуальны у каждого человека и выполняют в ТлК важную функцию: пищеварительную (симбиозное пищеварение); расщепление балластных веществ с образованием витаминов, аминокислот, энзимов, гормонов; подавление и уничтожение гнилостной микрофлорой (например, молочной); снабжение энергией (6–9 % энергии человек получает из ТлК в виде летучих жирных кислот). Условиями нормальной эндоекологии является слабокислая среда в ТлК и наличие пищевых волокон.

- *Теплообразовательная:* в подслизистом слое ТлК концентрируется огромное количество кровеносных сосудов, которые аккумулируют тепло, выделяемое микрофлорой. Жировая ткань вокруг ТлК предотвращает потерю тепла в окружающую среду, оно расходуется на обогрев организма.

- *Стимулирующая:* ТлК соприкасается в брюшной полости со многими важнейшими внутренними органами человека; доказана прямая связь между нормальной деятельностью ТлК или его «забитостью накипями» и болезнями половых органов, мочевого пузыря и многих других.

Повреждающими факторами ТлК являются потребление рафинированной белково-углеводной пищи, дефицит витаминов, особенно группы В.

Стимулирующими факторами являются балластные вещества, источники сахаров (мед, красная свекла, морковь), сухофрукты, молочнокислые продукты, витамины группы В, ксилит, сорбит, высокоминерализованные воды.

4.2 Теории питания

4.2.1 Эволюция теорий питания

Наука о питании – нутрициология, основанная на физиологии, биохимии и гигиене питания, занимается научным обоснованием физиологических потребностей человека в пищевых веществах и энергии. Теоретической основой нутрициологии являются теории питания, сформировавшиеся в последнее столетие. Схематичная эволюция научно обоснованных теорий питания представлена на рисунке 1.2.

Теория рационального питания была впервые предложена в 1930 г. М. Н. Шатерниковым, в современном виде, претерпев трансформацию через концепцию сбалансированного питания, была сформулирована в 80-е годы XX столетия академиком А. А. Покровским. Теория функционального питания основана на лечебно-профилактическом эффекте компонентов пищи, специально вносимых при обогащении продукта. Теория адекватного питания дополнительно учитывает учения о пищевых волокнах, симбиотическом пищеварении, внутренних потоках веществ и другие аспекты превращения веществ в организме, она впервые сформулирована академиком А. М. Уголевым. Теория оптимального питания основана на положительных постулатах всех предыдущих научно обоснованных теорий, ее автором являются академик В. М. Тутельян и сотрудники Института питания РАМН РФ. Учеными впервые обоснована роль многих микроэлементов, минорных компонентов, БАВ в физиологии питания, введен принцип индивидуализации питания, разработана формула оптимального питания человека.

Современные концепции питания многогранны. Наиболее известными являются вегетарианство, раздельное питание, сыроедение, голодание и другие, к каждой из которых необходимо подходить индивидуально и обоснованно.

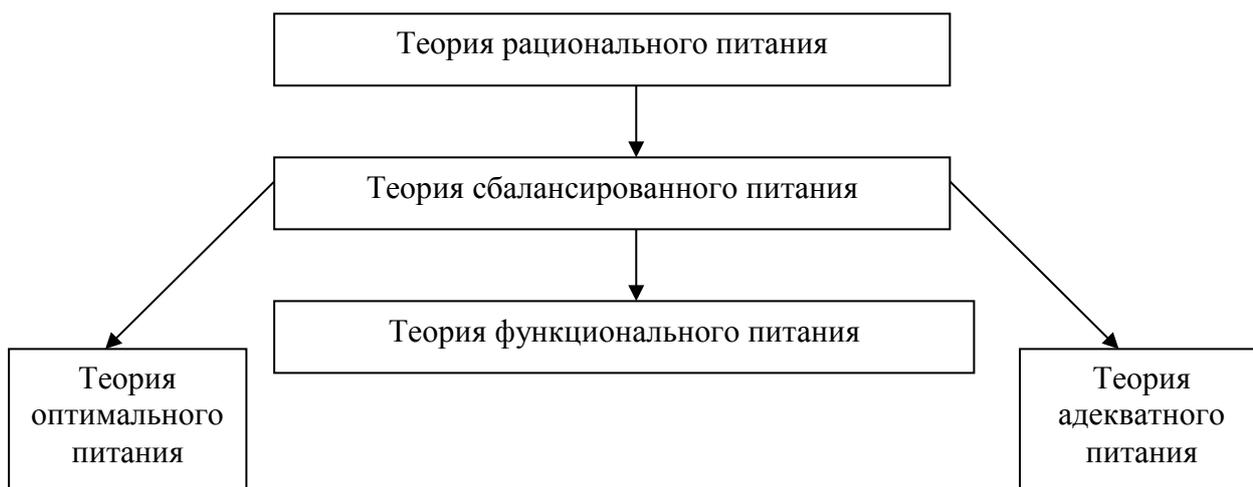


Рисунок 1.2 - Эволюция теорий питания

Схема взаимосвязи основных научных теорий питания приведена на рисунке 1.3.

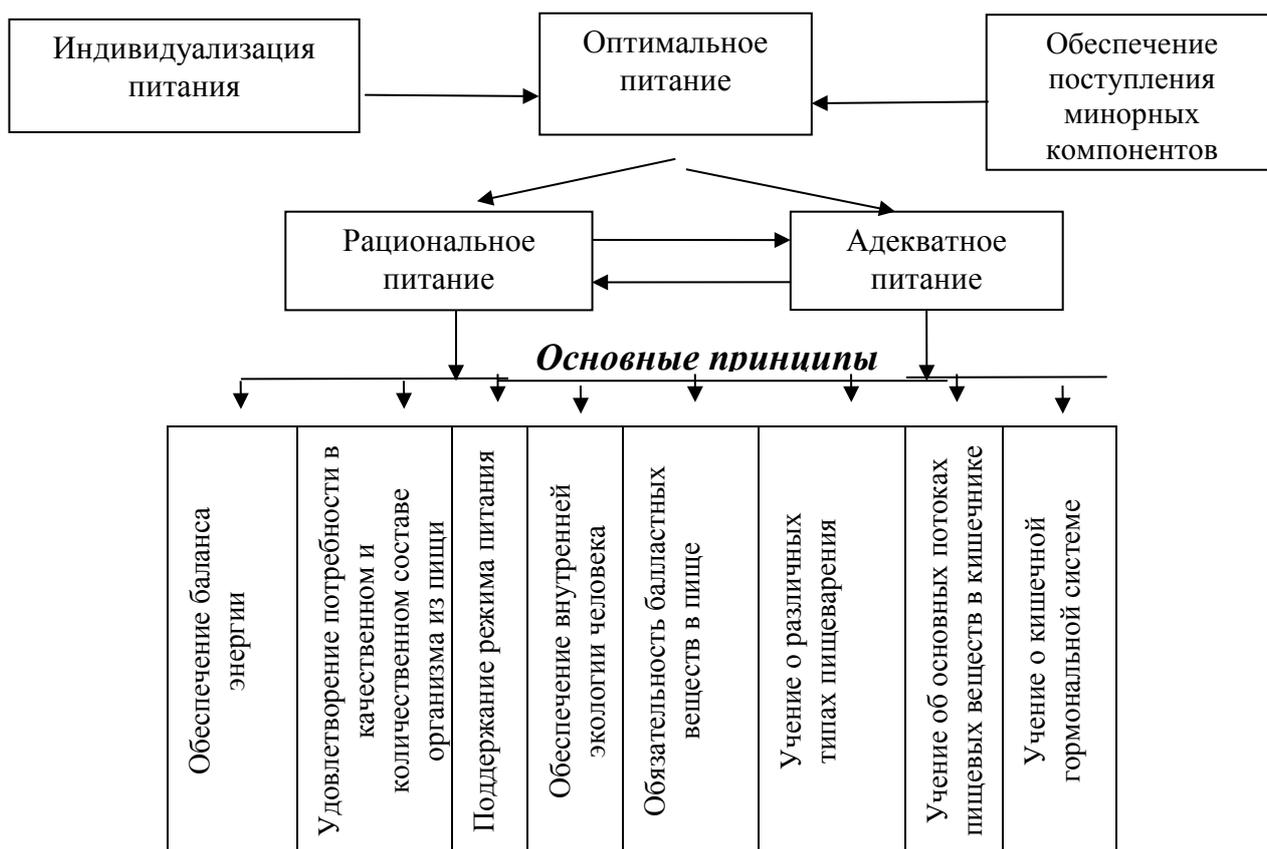


Рисунок 1.3 - Схема взаимодействия и содержания основных теорий питания

Рациональное питание – сбалансированное питание по основным показателям (энергии, макро- и микронутриентам) и основным потребностям (в эндоэкологии, обеспечении основных потоков веществ в кишечнике и т. д.).

Адекватное питание – *сбалансированное питание*, которое соответствует не только пластическим и энергетическим потребностям организма, но и его особенностям, а также возможностям, сформировавшимся на протяжении тысячелетий существования человека (обмена веществ, работы гормональной системы, функционирования толстого кишечника и др.).

Оптимальное питание – включает *понятия рационального и адекватного питания*, в его структуре учитывается не только обеспечение организма макро- и микронутриентами, но и так называемыми минорными компонентами, роль и количество которых обоснованы с учетом индивидуальных особенностей человека.

4.2.2 Научно обоснованные теории питания

Теория сбалансированного питания

Теория *сбалансированного питания*, систематизированная академиком А. А. Покровским, базируется на следующих основных критериях:

1) Соответствие энергетической ценности пищи затратам энергии на все виды жизнедеятельности организма. В среднем в состоянии покоя человек расходует 1 ккал на 1 кг массы тела за 1 ч.

2) Наличие в пище всех незаменимых пищевых веществ (витаминов, ряда минеральных веществ, незаменимых аминокислот, фосфолипидов и т. д.).

3) Оптимальное соотношение отдельных компонентов пищи в соответствии с потребностями данного индивидуума, в том числе:

3.1. Соотношение «кислой» пищи (источники ионов P, S, Cl – в основном «белковые» продукты) и «щелочной» пищи (источники ионов Na, Ca, Mg – в основном растительные продукты) должно быть: $P_{\text{кисл}}:P_{\text{щел}} = 1:6$. Данное соотношение необходимо для поддержания кислотно-щелочного равновесия в организме человека.

Перечень некоторых окисляющих или ощелачивающих организм продуктов приведен в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Продукты – источники «кислых» и «щелочных» радикалов

Продукт	Окисление	Ощелачивание	Продукт	Окисление	Ощелачивание
1	2	3	4	5	6
Яблоки		++	Хлеб черный	+	
Вишня		++	Хлеб белый	++	
Арбузы		+++	Молоко цельное		+++
Дыни		+++	Сыр твердый	++	

Окончание таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6
Смородина		+++	Яйца (в целом)	+++	
Капуста		+++	Яйца (белок)	++++	
Огурцы		++++	Говядина	+	
Лук		++	Печень говяжья	+++	
Редис		+++	Цыплята	+++	
Помидоры		++++	Ветчина постная	++	
Морковь		++++	Бекон жирный	+	
Картофель		+++	Рыба (всякая)	+++	

Примечание. +, ++ +++ означают степень ощелачивания или закисления организма.

3.2. Соотношение основных пищевых компонентов должно ориентировочно быть близким к следующему:

белки : жиры : углеводы	1:1,2:4
животные белки : растительные белки	55:45
животные жиры : растительные жиры	7:3
моно- и дисахара : крахмал	25:75
суточная норма пищевых волокон (г)	25-30

4) Наличие защитных компонентов в пище.

5) Обеспечение органолептических достоинств пищи, способствующих ее перевариванию и усвоению.

6) Применение щадящих методов технологической обработки пищи, обеспечивающих удаление вредных веществ и не вызывающих уменьшения ее биологической ценности, а также образования токсических соединений.

7) Распределение пищи по приемам в течение суток в соответствии с биоритмами, режимом и характером трудовой и иных видов деятельности.

Оптимальным признан трех-четырёхразовый прием пищи в течение суток при перерывах между едой 4–5 ч днем и 8–10 ч – ночью. В среднем у взрослого человека при четырехкратном приеме пищи первый завтрак должен удовлетворять по составу 20–25 % суточной потребности в нутриентах, второй завтрак или полдник – 10–15 %, обед – 40–45 %, ужин – 20–25 %.

Возможны и другие варианты питания в зависимости от характера деятельности, сезона года, особенностей организма и т. д.

Коллективом ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» под руководством академика РАН, профессора В. А. Тутельяна разработаны новые нормы физиологической потребности человека в энергии и пищевых веществах, в зависимости от группы физической активности населения, возраста и пола [1].

Усвоению пищи способствует правильная последовательность потребления блюд. Наиболее целесообразен следующий порядок (для обеда): сначала закуска или салат, а затем - первое жидкое блюдо. Они содержат вещества, увеличивающие секрецию пищеварительных соков. Второе блюдо

должно являться основным источником пластических, энергетических ресурсов, оно попадает в «подготовленные» пищеварительные органы. Третье блюдо – сладкое. Оно «балует» вкус (И. П. Павлов), доставляя удовольствие.

Теория адекватного питания

В обоснование теории адекватного питания большой вклад внес академик А. М. Уголев. Она учитывает основные критерии теории сбалансированного питания, а также развивает их с учетом современных данных. Основные положения теории:

1. Пища должна быть *нерафинированной*, так как балластные вещества – эволюционно важный компонент пищи.

2. Пища должна способствовать нормальному функционированию *кишечной гормональной системы*, влияющей на все виды деятельности организма.

Учение о различных типах пищеварения (полостное, пристеночное и мембранное – последнее открыто академиком А. М. Уголевым) привело к открытию кишечной гормональной системы: при нормальном функционировании пищеварительной системы стенки кишечника, подобно железам внутренней секреции, вырабатывают более 20 видов гормонов.

Некоторые из них:

секретин – стимулирует секрецию жидкой части панкреотического сока, выработку инсулина;

холецистокинин – стимулирует секрецию ферментов поджелудочной железы, сокращение желчного пузыря, моторику кишечника;

гастрон – стимулирует секрецию соляной кислоты желудка, торможение моторики двенадцатиперстной кишки, эвакуации содержимого из желудка;

глюкагон – мобилизует гликоген печени, стимулирует дыхание печени.

3. Пища должна поддерживать внутреннюю экологию человека (*эндоэкологию*).

Пища и пищеварительные соки, микроорганизмы пищи и собственно пищеварительной системы создают в организме этеральную среду, которая является буферной между внешней (воздух, почва и т. д.) и внутренней (кровь, лимфа и т. д.). Последняя является стерильной и микрофлоры не содержит.

Учение о симбиозном пищеварении, т. е. о расщеплении пищевых веществ с помощью симбиотов – микрофлоры в толстом кишечнике, – одно из важнейших в теории адекватного питания. Пища извне должна обеспечивать постоянную работу «своей» микрофлоре, иначе будет развиваться гнилостная микрофлора, а полезная – подавляться. Это может привести к интоксикации организма, болезни – дисбактериозу и даже гибели.

Симбиозное пищеварение представляет собой взаимоотношения между хозяином и бактериями его желудочно-кишечного тракта. Между ними осуществляется обмен продуктами жизнедеятельности (органические, неорганические вещества, стимуляторы, ингибиторы, гормоны и т. д.). Бактериальная флора служит своеобразным трофостатом в организме человека.

Заселенность желудочно-кишечного тракта микроорганизмами различна и специфична: во рту – много; в желудке – мало без пищи, при поступлении пищи – много; в толстом кишечнике – очень много (до 17 трлн клеток в 1 г, более 400 видов). «Своя» микрофлора организма выработалась на протяжении всей эволюции человека, она специфична, закреплена по участкам и вся работает взаимосвязанно.

Условия нормальной эндоэкологии человека, обеспеченной нормальной жизнедеятельностью бактерий, – слабокислая среда в толстом кишечнике и наличие в пище пищевых волокон (балластных веществ).

Функции симбиозного пищеварения разнообразны и незаменимы: разрушают избыток ненужных компонентов, синтезируют недостающие полезные продукты, вырабатывают тепловую энергию, биостимулируют внутренние органы.

Например, кишечные палочки синтезируют девять видов витаминов: В₁, В₂, В₆, В₁₂, биотин, пантотеновую, никотиновую и фолиевую кислоты, витамин К. Кроме этого они синтезируют ацетилхолин, способствует усвоению организмом железа, вырабатывает регуляторы нервной системы, стимуляторы иммунной системы.

Для поддержания нормальной эндоэкологии человеку необходимо употреблять больше свежей растительной пищи с минимальной кулинарной обработкой. Авитаминоз, недостаток витаминов групп А, В, антибиотики, стрессы, неправильное питание извращают нашу микрофлору, приводят к дисбактериозу и интоксикации организма.

4. Пища должна обеспечивать непрерывность *трех основных потоков* в организм человека, а из него – вовне, в том числе:

1 – *регуляторные* вещества, вырабатываемые эндокринными клетками тонкого кишечника (гормоны и гормоноподобные соединения); этот поток веществ положительный, они поступают в кровь и лимфу;

2 – *вторичные полезные пищевые соединения* (витамины, аминокислоты, жирные кислоты и другие продукты расщепления и синтеза микроорганизмами в основном ингредиентов пищевых волокон). Этот поток также положительный, и его компоненты поступают в кровь и лимфу;

3 – *токсичные соединения*, выделенные из пищи, или продукты жизнедеятельности микрофлоры кишечника. Этот поток является отрицательным, и его составляющие выводятся наружу из организма.

Теория оптимального питания

Является производной от концепции сбалансированного питания. Она позволяет переводить рекомендуемые нормы физиологических потребностей человека в энергию и пищевые вещества с учетом индивидуального фактора. Академик В. А. Тутельян, один из авторов теории оптимального питания, предложил механизм расчета *индивидуальной диеты*, исходя из массы тела, пола, возраста, характера труда и других показателей, учитывающий не только обеспечение потребностей организма в энергии, эссенциальных макро- и микронутриентах, но и в целом ряде *минорных непищевых биологически активных компонентов пищи* (флавоноиды, флавоны, гликозиды, органические кислоты и т. д.).

Теория функционального питания

Зародилась в начале 1980-х годов в Японии, где приобрели большую популярность так называемые *функциональные продукты*, т. е. продукты питания, обогащенные ингредиентами, которые приносят пользу здоровью человека, повышают его сопротивляемость заболеваниям, улучшают физиологические процессы в организме, позволяя долго сохранять активный образ жизни. Концепция формулирует новый взгляд на пищу как на средство профилактики и лечения некоторых заболеваний.

На основании изложенного была сформулирована концепция *функционального питания*. Все продукты функционального питания должны содержать функциональные ингредиенты, придающие им *функциональные свойства*.

По ГОСТ Р 52349-2005 к функциональным ингредиентам относятся биологически активные, безопасные, имеющие точные характеристики ингредиенты, для которых установлены нормы ежедневного потребления, полезные для сохранения и улучшения здоровья: *пищевые волокна* (растворимые и нерастворимые), *витамины*, *минеральные вещества* (кальций, магний, железо, селен и др.), *полиненасыщенные жирные кислоты* (растительные масла, рыбий жир, омега-3-жирные кислоты), *вторичные растительные соединения* (флавоноиды/полифенолы, каротиноиды, ликопин и др.), *пребиотики* (комплекс веществ, например, олигосахаридов, как субстрат для полезной микрофлоры кишечника), *пробиотики* (полезные для человека живые микроорганизмы – бифидобактерии и др.) *и синбиотики* (комбинация пребиотиков и пробиотиков).

Функциональным пищевым продуктом (ГОСТ Р 52349-2005) можно назвать обогащенный продукт, получаемый добавлением к традиционным

пищевым продуктам одного или нескольких физиологически функциональных пищевых ингредиентов, оказывающих благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций в организме человека, в количестве не менее 15 % от суточной физиологической потребности, в расчете на одну порцию продукта.

По мере накопления данных в этом направлении возникают проблемы нормирования специфических веществ пищи, оказывающих положительное влияние на обменные и физиологические функции организма, а также изучения профилактического и лечебного действия конкретных микронутриентов и биологически активных веществ применительно к отдельным патологиям.

Другие концепции питания

Традиции питания в каждом регионе складывались столетиями. Однако в последние десятилетия появилось много новых оригинальных диет и концепций питания, которые не вписываются в рамки традиционных и научно обоснованных представлений. Среди них наибольшее распространение получили *вегетарианство, теории раздельного питания и лечебного голодания*. Немало сторонников и у концепций сыроедения и дифференцированного питания (в соответствии с группой крови).

Вегетарианство

Вегетарианство – общее название систем питания, исключающих или ограничивающих потребление продуктов животного происхождения. Этот термин происходит от латинского слова «вегетариус» – растительный. Основной принцип вегетарианцев: «Я никого не ем».

На сегодня вегетарианство как система питания охватило около 14 % населения мира, больше половины – это жители Индии.

Различают старовегетарианцев, которые питаются только растительной пищей (исключают все продукты животного происхождения: мясо, птицу, рыбу, яйца, молочные продукты), и младовегетарианцев (или оволактовегетарианцев), которые потребляют кроме растительной пищи животные продукты безубойного происхождения (молоко, яйца).

Приверженцами этой теории питания были и есть многие известные люди: древнегреческий ученый Пифагор (родоначальник младовегетарианства), Эпикур, Платон, Сократ, Овидий, Плутарх, Вольтер, Руссо, Байрон, И. Репин, Л. Толстой и др. Почти все они прожили долгую и плодотворную жизнь.

Вегетарианство – это еще и философское учение, которое зиждется на своеобразной нравственной основе. Основные аргументы вегетарианцев в пользу отказа от употребления мяса и рыбы:

1. Мясные и рыбные продукты любой степени свежести и вида обработки содержат продукты распада белка щелочного характера, многие из которых являются токсинами.

2. Азотистые экстрактивные вещества, содержащиеся в отварах и супах, оказывают возбуждающее действие на нервную систему, давая обманчивое впечатление «силы». У людей вырабатывается потребность в мясе как в своеобразном стимуляторе организма.

3. Потребление мяса приводит к нарушению кислотно-щелочного баланса в организме, так как смещает реакцию среды в щелочную сторону, возникают такие заболевания, как мочекаменный диатез, подагра.

4. Мясная пища требует обильного потребления соли, что также вредно для организма.

5. Мясо и птица являются продуктами с высоким содержанием пестицидов (в 13 раз больше, чем в овощах и зерновых), гормональных препаратов, антибиотиков, различных вакцин и сывороток.

6. Во время убоя в организме животных вырабатывается большое количество отрицательно влияющих на здоровье гормонов и биологически активных веществ (адреналин и др.).

7. Около 30 видов возбудителей различных заболеваний (от поражения глистами до вирусных заболеваний) могут быть получены в результате потребления зараженных продуктов животного происхождения.

8. Потребление мясных и рыбных продуктов, стимулировавшее у наших предков желание охотиться, влияет на поведенческие реакции человека – вызывает повышенную раздражительность, возбудимость, агрессивность.

9. Строение пищеварительной системы человека идентично со строением её у травоядных, но не плотоядных животных (вытянутый желудок, длинный кишечник). Это свидетельствует о том, что наши предки занимались сначала только собирательством плодов, а затем научились охоте и рыболовству. Причинами этого могли быть изменение климата, наступление ледников и др.

10. Растительная пища создает чувство наполненности пищеварительного тракта.

Положительными сторонами вегетарианства являются уменьшение риска заболевания атеросклерозом, опухолями, нормализация артериального давления, снижение вязкости крови, улучшение функции печени.

С растительной пищей организм получает в основном достаточно витаминов, минеральных солей, органических кислот, углеводов, пектиновых

веществ и клетчатки. Если широко комбинировать источники белка растительного происхождения, то можно иметь адекватное количество незаменимых аминокислот.

У старовегетарианцев может развиваться дефицит белков, ненасыщенных жирных кислот, витаминов группы В, Д, F, железа, цинка, кальция, аминокислот лизина и треонина.

Младовегетарианская система питания никакого вреда для здоровья не представляет и даже настоятельно рекомендуется людям, страдающим нарушением обмена веществ, ожирением, подагрой, атеросклерозом, запорами. В диете вегетарианцев должны широко варьироваться такие белковые растительные продукты, как соя (41 % белка), орехи (18–25 %), капуста, картофель, фасоль, горох, пшеница и др.

Педиатры негативно смотрят на вегетарианство детей, так как в молодом возрасте происходит активный рост и формирование организма, и ребенок должен получать все виды питательных веществ. Прежде всего, с помощью белка идет построение скелета и мышечного корсета. Если родители ребенка стали вегетарианцами или веганами во взрослом возрасте и не кормят его животным белком, он изначально недополучает белок и незаменимые микроэлементы для роста. Он лишен цинка, кальция, железа, витаминов В₁₂, Д, Омега-3 и незаменимых аминокислот. Если диета не сбалансирована и организм не получает эти вещества из БАДов, это грозит последствиями, как минимум – для роста ребенка. Такие дети вырастают ниже среднего: мужчины ниже 170 см, а женщины ниже 155 см. У таких детей может быть постоянный недостаток калорий, а также хронический дефицит сил и энергии. В физическом развитии они уступают своим сверстникам. В молодом возрасте веганство противопоказано, так как юноши растут и формируются вплоть до 26 лет, а девушки – до 18 лет.

Теория раздельного питания

Данная теория регламентирует совместимость и несовместимость пищевых продуктов. При этом во главу угла ставится пищеварение в желудке. Родоначальником концепции является американский диетолог Г. Шелтон.

Основной принцип данной теории: нельзя одновременно есть белковую и крахмалистую пищу, а сахар, сладкие фрукты и кислые продукты – есть отдельно от всего остального.

Согласно этой теории мясо, рыба, яйца, сыр, молоко, творог несовместимы с хлебом, мучными изделиями и кашами, а пельмени и чебуреки надо полностью исключить из рациона.

По мнению сторонников теории раздельного питания, несовместимость названных продуктов объясняется тем, что белки перевариваются в кислой

среде в нижнем отделе желудка под действием пепсина, а крахмалы – в верхних его частях под действием фермента слюны амилазы. В кислой среде желудка активность амилазы угнетается, и переваривание крахмала прекращается.

В этой концепции доминируют механические представления о пищеварении. В природе не существует чистых белков, жиров или углеводов. Большинство продуктов питания содержит в себе несколько компонентов. Даже в мясе жира бывает больше, чем белка. В злаковых растениях углеводы сочетаются с белком. В чистом виде трудно доставить в организм пищевые вещества.

Переваривание и всасывание пищи происходит в основном не в желудке, а в кишечнике. Пищеварительные соки содержат набор разных ферментов и готовы к перевариванию многокомпонентной пищи. В желудке под влиянием перистальтики все содержимое – и пища, и желудочный сок – тщательно смешивается, а перевариваться в нем начинают только белки

Рациональным в теории раздельного питания являются рекомендации по умеренности питания, увеличению в рационах фруктов, овощей, молока, совмещение овощей с жирами. Но это – общеизвестные рекомендации.

Принцип разнообразия питания должен сохраняться для каждого приема пищи. Народная мудрость давно обосновала разумное сочетание мяса и овощей, каши и масла и т. п.

Не следует механически переносить свой индивидуальный опыт питания, в том числе непереносимость совмещения отдельных пищевых веществ, на других людей.

Лечебное голодание

Способность переносить относительно длительные периоды голодания человек унаследовал от своих предков. Древние врачи (Гиппократ, Авиценна) нередко прописывали голодание своим пациентам как эффективное и самое дешевое лекарство.

Лечебное голодание называют еще методом разгрузочно-диетической терапии, направленным на мобилизацию защитных сил организма.

Период полезного воздержания от пищи может быть кратковременным (1–3 дня) или длительным (до 40–50 дней). Его условно можно разделить на фазы.

Первая фаза – пищевого возбуждения (2–4 дня): беспокоит мучительное ощущение голода; расходуется запас углеводов в виде гликогена печени и мышц.

Вторая фаза – нарастающего ацидоза (около недели): чувство голода пропадает, нарастает заторможенность организма, слабость. В качестве

энергетического материала используются жиры, накапливаются кетоновые тела, внутренняя среда сдвигается в кислую сторону.

Третья фаза – компенсации (с 9–10 дня): приспособление организма к ситуации, переход на эндогенное питание за счет наименее биологически значимых тканей организма; самочувствие улучшается. В период голодания пациенты выполняют ряд процедур (питье воды, душ, массаж и др.), способствующих выведению из организма токсинов. При появлении отрицательных симптомов (учащается пульс, повышается давление и др.) период голодания должен быть завершен.

Четвертая фаза – восстановительный период (10–15 дней после голодания). Чаще всего его начинают с морковного сока, добавляя воду и постепенно вводя растительную пищу, а затем и продукты животного происхождения.

При желании закрепить эффект лечебного голодания после окончания курса следует перейти на вегетарианскую диету. Первый курс лечебного голодания следует проводить исключительно под контролем врача. Это серьезная нагрузка организма, своеобразная стрессовая ситуация.

Широкое распространение в лечении ряда заболеваний получило однодневное (24-часовое) голодание. Его применяют при остром гастрите, энтероколите, холецистите, панкреатите, сердечной астме и др. Механизм оздоровления при лечебном голодании заключается в активизации иммунных систем организма, защитных реакций, в результате которых он сам избирательно выводит наружу излишки, в том числе токсины и шлаки. При этом поддерживается поразительное постоянство внутренней среды организма – гомеостаз.

Применять лечебное голодание нужно только посоветовавшись с врачом. Это не панацея от всех болезней, а лишь весьма эффективный метод лечения. «Голодание – великий очиститель, но не средство от недугов. Беспорядочный образ жизни – вот причина нашей слабости, преждевременного старения, всех наших болей и страданий, превращающих человека в груды развалин» (П. Брегг).

Сыроедение

Эта теория основывается на употреблении в пищу продуктов без кулинарной обработки. Сыроеды питаются злаками в молодом и пророщенном виде, размоченными крупами, овощами, орехами, семечками, ядрами косточек, фруктами и ягодами, финиками. Даже мясо и рыбу они едят в сыром виде.

Сыроеды считают, что такая система питания позволяет сохранять все биологически активные вещества, а продукты при этом лучше усваиваются

организмом. По их мнению, древний человек питался именно продуктами в сыром виде.

С научной позиции опыт сыроедов может быть принят лишь на короткий срок в качестве лечебного питания (при запорах, болезнях печени, почек и т. д.).

Доказано, что термическая обработка повышает усвояемость и безопасность продуктов питания, улучшает их вкусовые качества, разрушает антипищевые вещества (антиферменты в бобовых и т. д.).

Термообработка должна быть проведена лишь при необходимости и по возможности при более мягких щадящих режимах. При употреблении продуктов в сыром виде они должны быть тщательно вымыты и гарантированно свободны от вредностей.

4.2.3 «Модные», антинаучные концепции питания

Среди разнообразных модных концепций питания, не имеющих научного обоснования, можно выделить теории главного пищевого фактора, индексов пищевой ценности, «живой» энергии, «мнимых» лекарств, абсолютизации оптимальности, по крови и др.

Концепция главного пищевого фактора делает упор на преимущественное обеспечение организма каким-то одним или несколькими пищевыми факторами (злаковые культуры, мед, яблочный уксус и др.) и исключение из питания других (яйца, молоко, мясо и др.). Наибольшее распространение получило учение макробиотиков и диета Д. Джарвиса, целью которых является долгожительство. По их мнению, необходимо соблюдать в рационе правильное соотношение натрия и калия с преимущественным питанием «щелочными» продуктами (например, злаковыми культурами, овощами). Такого рода диеты противоречат теории сбалансированного питания. С позиции научной медицины главного пищевого фактора не существует.

Концепция индексов пищевой ценности заключается в том, что ценность пищевых продуктов пытаются выразить путем сложения неких количественных величин, зачастую научно не обоснованных. Представителем этой концепции является очковая диета (автор Э. Каризе, Германия). Каждый продукт наделяется определенным количеством очков, подчас без всякого здравого смысла. Например, 20 г свиного сала заслужили 0 очков, жареный гусь – 0 очков, 20 г сливочного масла – 1 очко, а две груши – 23 очка, 10 г шоколада – 54 очка, стакан кефира – 13 очков. Согласно очковой диете, человеку ежедневно необходимо около 70 очков. Произвольное и неверное

определение пищевой ценности продуктов является антинаучным и вредным для организма.

Концепция «живой» энергии во главу угла ставит не калорийность и сбалансированность рационов, а наличие в организме некой «живой» энергии. Она передается через нематериализованные структуры из продуктов питания, не прошедших термическую обработку. Последние берут ее от солнечных лучей (в основном растительной пищи). Сторонники данной концепции проповедуют калорийность пищевого рациона в пределах 1000 ккал в сутки и ниже, причем белка должно быть не более 12 г. Данные ограничения не являются научными и приводят к дисбалансу основных пищевых веществ.

Концепция «мнимых» лекарств приписывает отдельным продуктам особые целебные свойства, и они рекомендуются при всех заболеваниях без исключения и для всех людей (лекарства-панацеи). Примером могут являться рекомендации по применению проросших зерен, содержащих растительные гормоны (ауксины). Последние якобы участвуют в регуляции деятельности человеческого организма. Это утверждение опровергнуто исследованиями на крысах. Благоприятное воздействие оказывают лишь витамины и пищевые волокна проросших зерен, что общеизвестно. Другими примерами является «мода» на перепелиные яйца, противораковый витамин В₁₇ (ластрил), эстонские гидролизаты АУ-8 и И-1 и т. д. Человеческий организм сложен и тонок. Природа пока не смогла создать чудодейственных пищевых продуктов для него.

Концепция абсолютизации оптимальности пытается обосновать состав «идеального» рациона, который был бы оптимальным сразу для всех людей, независимо от возраста и вида жизнедеятельности. Эта теория не учитывает, что среднестатистического человека не существует. Каждый человек индивидуален. Индивидуальным должно быть и его питание. Из разнообразных продуктов организм каждого человека сам выбирает необходимые ему пищевые факторы. В последние годы, особенно среди молодежи, популярными становятся различные редуцированные диеты, основная цель которых – быстрая потеря массы тела. Нередко эти рационы по-настоящему аскетичны, ничего общего не имеют со здоровым образом жизни. В обращении с этими диетами всегда следует придерживаться разумной осторожности.

Концепция дифференцированного питания (по группе крови) основана на наиболее современных данных о составе пищевых продуктов и биологической концепции (генотипе) человека. Сторонники этой концепции рассматривают состав продуктов и индивидуальные особенности обмена в качестве основных составных частей практического питания, в то время как сторонники традиционного питания учитывают только один из них (состав продуктов). Считают, что при разработке рациона необходимо принимать во внимание не

только состав продуктов, но и взаимодействие различных пищевых веществ с индивидуальной системой обмена того или иного человека. Авторами одного из направлений этой концепции являются П. Д'Адамо и его коллеги, которые, изучая пищевые пектины, их свойства и реакции на кровь разных групп, утверждают, что у каждого человека должен быть свой тип питания, свои методы борьбы с лишним весом, основанные на рецептах диет, которые передали нам далекие предки вместе с группой крови.

Неандертальцы и кроманьонцы, от которых, как считается, произошел человек, согласно этой теории, имели группу крови 0 (I). Они жили в окружении первозданной дикой природы среди изобилующих всякой живностью лесов, добывая пропитание охотой и собирательством. Их система пищеварения приспособилась к богатой животными белками пище с низким содержанием углеводов. По мнению авторов, люди, имеющие группу крови 0 (I), не могут обойтись без ежедневного куска мяса, особенно темного – говядины или баранины, а также птицы, а вот к продуктам из зерна, которые вошли в пищу человека гораздо позже, у них нет генетической предрасположенности. Лишь очень ограниченный набор круп: гречка, просо, рис, ячмень и рожь – подходит людям с группой крови 0 (I). Молочные продукты – тоже не для них. Зато рыба может стать главной составляющей диеты.

Группа А (II) возникла за 25–15 тыс. лет до н. э., в то время, когда охотник стал превращаться в земледельца, отвоевывая у леса участки для посевов и занимаясь одомашниванием диких животных. Самый полезный тип питания для обладателей группы А (II) – вегетарианский.

Группа крови В (III) появилась примерно за 15–10 тыс. лет до н. э. в предгорьях Гималаев. Ее носители – потомки азиатских кочевых племен. Здоровое питание для них значит сбалансированное, а рацион может сочетать продукты как животного, так и растительного происхождения. При составлении диеты имеющие данную группу крови должны по возможности исключить пшеницу, ячмень, кукурузу, гречку и рожь, которые замедляют обмен веществ, мешают эффективно расходовать энергию. Овес, рис и просо пойдут на пользу.

Группа крови АВ (IV) самая молодая – она появилась около 1000 лет назад. Во всяком случае, в более древних захоронениях археологи не находили останков людей с такой кровью. У людей с этой группой крови обычно низкая кислотность желудочного сока. И хотя организм таких людей не враждует с мясом благодаря наличию β-антигена, из-за низкой кислотности оно плохо усваивается. Замедляют обмен веществ и некоторые крупы – гречка, пшеничная, кукуруза, которые желательно заменить рисом, рожью и овсом. Надо много есть свежих овощей, фруктов и побольше рыбы.

Успех дифференцированного питания может зависеть только от методов оценки пищевого статуса во взаимосвязи с особенностями обмена веществ и факторами окружающей среды. К сожалению, эффективных методов оценки до настоящего времени не разработано.

5 Контрольные вопросы

1. Что такое пищеварительная система человека, какие функции она выполняет?
2. Охарактеризуйте строение и функции ротовой полости, пищевода и желудка ПС человека, повреждающие и стимулирующие факторы пищи.
3. Роль двенадцатиперстной кишки, печени и поджелудочной железы в пищеварении. Назовите повреждающие и стимулирующие факторы пищи для этих участков ПС человека.
4. Опишите строение и роль тонкого кишечника в пищеварении. Что способствует нормальному функционированию данного участка ПС?
5. Строение и функции толстого кишечника, меры профилактики его нормального функционирования.
6. Опишите основные научно обоснованные теории питания и их взаимосвязь в эволюции науки о питании.
7. Опишите основные принципы теории сбалансированного питания.
8. Что такое теория адекватного питания? Назовите основные постулаты.
9. Назовите основные постулаты теории функционального питания.
10. Что такое теория оптимального питания, ее место в современной теории формирования здорового человека?
11. Охарактеризуйте современные «модные» концепции питания, опишите достоинства и недостатки.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ И СТАБИЛИЗАТОРОВ ОКРАСКИ

1 Цель лабораторной работы

Приобрести навыки работы с функциональными добавками - пищевыми красителями и стабилизаторами окраски с учётом механизмов взаимодействия с пищевыми системами и биологическими субстанциями, применяя знания о требованиях к качеству, условиям применения и хранения.

2 Задание по лабораторной работе

- Освоить технологию получения сахарного колера (п. 3.1);
- Провести анализ сахарного колера, сравнить с данными теоретического материала (п. 4.4.);
- Изучить влияние нитритов на цвет мясопродуктов в процессе обработки (п. 3.2).

3 Методические указания по выполнению задания

3.1 Расчёт рецептуры, приготовление и анализ натурального пищевого красителя Е 150 (сахарного колера)

Порядок выполнения работы:

- рассчитать количество сахара-песка, воды и жира для приготовления сахарного колера (таблица 2.1);
- изготовить сахарный колер;
- провести анализ сахарного колера.

Таблица 2.1 – Рецептура для получения сахарного колера ($W = 22\%$)

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья			
		на 1 т готовых изделий		на загрузку, г	
		в натуре	в СВ	в натуре	в СВ
Сахар-песок	99,85	867,97	866,67	<i>рассчитать</i>	<i>рассчитать</i>
Итого	-	867,97	866,67	<i>рассчитать</i>	<i>рассчитать</i>
Выход	78,00	1000,00	780,00	150,00	<i>рассчитать</i>

Технология приготовления сахарного колера

Взвешенный сахар загружают в ковш, смачивают кипятком и ставят на разогретую плитку (нагрев должен быть максимальным). При нагревании сахар перемешивают деревянной лопаткой с длинной ручкой, при этом он плавится и постепенно превращается в темно-коричневую массу.

По окончании процесса плавления добавляют кипяток в количестве 40 % от массы сахара. Воду приливают в 6–8 порций, так как может произойти бурная реакция пенообразования и выброс массы из емкости. Для снижения вспенивания добавляют жир в количестве 0,8 % от массы сахара.

При перемешивании необходимо быть аккуратными и использовать лопатку с длинной ручкой для предохранения от брызг горячего колера.

Готовность сахарного колера можно определить путем нанесения мазка деревянной лопаткой на лист белой бумаги: цвет полосы должен быть темно-коричневым.

Готовый колер снимают с плитки и выливают на мраморную плиту, предварительно смазанную растительным маслом. Приготовленный сахарный колер анализируют.

Определение экстрактивных веществ

Материалы и оборудование: рефрактометр РПЛ-3 либо ИРФ-454М, колер, дистиллированная вода, фильтровальная бумага, стеклянная палочка.

Техника определения. К исследуемому колеру добавляют горячую дистиллированную воду для получения 80 % раствора. Несколько капель колера помещают между осветительной и измерительной призмами рефрактометра, при этом палочка не должна касаться призм. Снимают показания, при необходимости учитывают поправку на температуру. Сразу же после определения поверхность призм протирают фильтровальной бумагой, а затем промывают дистиллированной водой.

Определение цветности

Материалы и оборудование: весы лабораторные, стеклянный стакан, градуированная пипетка, колер, раствор йода молярной концентрации эквивалента 0,1 моль/дм³, вода дистиллированная.

Техника определения. Цвет 100 см³ 1 %-го раствора колера принимают эквивалентным цвету раствора йода молярной концентрации эквивалента 0,1 моль/дм³.

Образец колера (около 1 г) растворяют в 99 см³ дистиллированной воды; 50 см³ полученного раствора вносят в цилиндр или колориметрический стакан; 48 см³ дистиллированной воды наливают в другой цилиндр или колориметрический стакан, раствор йода добавляют по каплям при помощи градуированной пипетки емкостью 1 см³ при постоянном перемешивании до выравнивания цвета в обоих сосудах. Цветность колера определяют по формуле (2.1):

$$Ц = 2 \cdot А, \quad (2.1)$$

где Ц – цветность колера, см³ 0,1 моль/дм³ раствора йода; А – объем затраченного на титрование раствора йода молярной концентрации эквивалента 0,1 моль/дм³, см³.

Запись в рабочей тетради:

- объем затраченного на титрование раствора йода молярной концентрации эквивалента 0,1 моль/дм³ (А), см³;
- цветность колера (Ц), см³ 0,1 моль/дм³ раствора йода;
- массовая доля экстрактивных веществ колера, %.

3.2 Исследование влияния цветокорректирующих материалов для сохранения цвета мяса при тепловой обработке

Два кусочка мяса по 30–50 г, предварительно посоленные при различных условиях, сварить в дистиллированной воде до готовности. Визуально оценить окраску варёного мяса и определить, в каком случае при посоле использовались цветокорректирующие материалы.

Сделать вывод о роли нитрита натрия в технологии мясопродуктов.

Приготовление посолочной смеси

Куски мяса прокалывают по всей длине с двух сторон толстой, острой иглой через 2–3 см, укладывают в посолочные ёмкости и заливают рассолом. Рассол плотностью 1,050 г/см³ содержит 7 % поваренной соли (8,05 кг на 100 л воды), 0,02 % нитрита натрия и 0,15 % сахара.

Во втором случае нитрит натрия не добавляется.

4 Теоретический (справочный) материал

4.1 Характеристика и классификация пищевых красителей

Среди веществ, определяющих внешний вид пищевых продуктов, важнейшее место принадлежит красителям.

Пищевые красители вносятся в продукты с целью:

- восстановления природной окраски, утраченной в процессе производства и (или) хранения;
- окрашивания бесцветных продуктов для придания им привлекательного вида и цветового разнообразия.

В качестве красителей применяют натуральные, синтетические и минеральные вещества.

Перечень разрешенных пищевых красителей представлен в Техническом регламенте Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» ТР ТС 029/2012.

Натуральные (природные) красители – красящие вещества, выделенные из природных источников (растительных или животных).

Интерес к натуральным пищевым красителям в последнее время значительно возрос, поскольку в них содержатся биологически активные, вкусовые и ароматические вещества, придающие продуктам не только привлекательный вид, но и естественный аромат, вкус и дополнительную пищевую ценность.

Из природных красителей, придающих красную, оранжевую или желтую окраску, чаще всего используются каротиноиды (E160 и E161). Наиболее важный из них – β-каротин (E160a), который является провитамином А и антиоксидантом. Природные желтые красители – куркума, турмерик (E100). К красным красителям относят антоцианы, содержащиеся в черной смородине и красном винограде (E163), красный свекольный или бетанин (E162), кармины (E120).

В качестве зеленого природного красителя используется хлорофилл (E140), который присутствует во всех растениях. Более стойкое окрашивание дает химически модифицированный хлорофилл, где магний замещен на медь (E141).

К природным красителям относят сахарный колер (E150), который еще называют карамельным красителем.

Синтетические красители обладают значительными технологическими преимуществами, т. к. они более устойчивы к технологической обработке, хранению и дают яркие, легковоспроизводимые цвета. Многие красители хорошо растворимы в воде, но некоторые из них образуют нерастворимые комплексы (лаки) с ионами металлов и в такой форме в виде пигментов применяются для окрашивания порошкообразных продуктов, таблеток, драже, жевательной резинки.

В зависимости от химической структуры синтетические красители подразделяются на классы:

- азокрасители: тартразин (E102), желтый «солнечный закат» (E110), кармуазин (E122), пунцовый (Понсо) 4R (E124), черный блестящий (E151);
- триарилметановые красители: синий патентованный V (E131), синий блестящий (E133), зеленый S (E142), коричневый НТ (E155);
- хинолиновые красители: желтый хинолиновый (E104);
- индигоидные: индигокармин (E132).

Минеральные красители. В качестве пищевых красящих веществ используются некоторые пигменты и металлы. Так, оксид железа (E172) дает черный, красный и желтый цвета, а карбонат кальция (E170) – белый. Из металлов применяются также золото (E175) и серебро (E174).

4.2 Гигиенические требования к применению пищевых красителей

Подкрашивание пищевых продуктов может осуществляться как отдельными красителями, так и комбинированными, состоящими из двух и более красителей.

Не допускается применение пищевых красителей для маскировки изменения цвета продукта, вызванного его порчей, нарушением технологических режимов или использованием недоброкачественного сырья. В таблице 2.2 указаны пищевые продукты, в которых *не допускается* использовать красители (за исключением специально оговоренных случаев).

Таблица 2.2 – Пищевые продукты, в которые не допускается добавление красителей

№ п/п	Пищевые продукты
1	2
1	Необработанная пищевая продукция
2	Молоко пастеризованное или стерилизованное, шоколадное молоко неароматизированное
3	Кисломолочные продукты, пахта неароматизированные

1	2
4	Молоко, сливки консервированные, концентрированные, сгущенные неароматизированные
5	Овощи (кроме маслин), фрукты, грибы свежие, сушеные, консервированные, в том числе пюре и пасты
6	Яйца и продукты из яиц
7	Мясо, птица, дичь, рыба, ракообразные, моллюски цельные или куском или измельченные, включая фарш, без добавления других ингредиентов, сырые
8	Мука, крупы, крахмалы
9	Фрукты, овощи, грибы свежие, сушеные, консервированные (в т. ч. пасты и пюре); соковая продукция (за исключением сокосодержащих напитков), пасты, пюре
10	Томатные паста и соус, консервированные помидоры
11	Сахар, глюкоза, фруктоза, лактоза
12	Мед
13	Какаопродукты, шоколадные ингредиенты в кондитерских и других изделиях
14	Макаронные изделия
15	Кофе жареный, цикорий, чай, экстракты из них; чайные, растительные, фруктовые препараты для настоев и их растворимые смеси
16	Солод и солодовые напитки
17	Пряности и смеси из них
18	Соль поваренная, заменители соли
19	Вода питьевая бутилированная
20	Вино, фруктовый спирт, фруктовые спиртные напитки и винный уксус
21	Масло и жир животного происхождения, масла растительные прямого и холодного отжима
22	Зрелые и незрелые сыры неароматизированные
23	Хлеб
24	Специализированная пищевая продукция для питания здоровых и больных детей до трех лет

Пищевые продукты, в производстве которых разрешаются *только определенные красители*, представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Пищевые продукты, в производстве которых допускаются только определенные красители

Наименование пищевой продукции	Наименование добавки	Максимальный уровень в продукции
1	2	3
Солодовый хлеб	Сахарный колер (E150a, b, c, d)	согласно ТД
Пиво, сидр	Сахарный колер (E150a, b, c, d)	согласно ТД
Масло коровье (сливочное), в т. ч. со сниженным содержанием жира; масло коровье топленое	Каротины (E160a)	согласно ТД

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3
Мargarины, жиры специального назначения, заменители молочного жира, эквиваленты масла какао, улучшители масла какао SOS-типа, заменители масла какао POP-типа, заменители масла какао нетемперированные нелауринового типа, заменители масла какао нетемперированные лауринового типа	Аннато (E160b, биксин, норбиксин)	10 мг/кг <1>
	Каротины (E160a)	25 мг/кг
	Куркумин (E100)	5 мг/кг (определяется по суммарному куркумину)
Спреды растительно-сливочные, растительно-жировые, смеси топленые растительно-сливочные, растительно-жировые	Куркумин (E100)	10 мг/кг
	Рибофлавины (E101i, ii),	300 мг/кг
	Кармины (E120)	500 мг/кг
	Сахарный колер (E150b, c, d)	500 мг/кг
	Каротины (E160a, i)	1000 мг/кг
	Каротины (E160a, ii)	35 мг/кг
	Каротины (E160a, iii)	
	бета-апо-8'-Каротиновый альдегид (C30) (E160E)	
	бета-апо-8'-Каротиновой кислоты (C30) этиловый эфир (E160г)	100 мг/кг
Аннато (E160b, биксин, норбиксин)		
Плавленые сыры ароматизированные	Аннато (E160b, биксин, норбиксин)	15 мг/кг <1>
Некоторые виды сыров, изготовленных по рецептурам, согласованным с уполномоченным органом	Аннато (E160b, биксин, норбиксин)	50 мг/кг <1>
	Кармины (E120)	125 мг/кг
	Антоцианы (E163)	согласно ТД
	Каротины (E160a)	согласно ТД
	Экстракт паприки, капсантин, капсорубин (E160c)	согласно ТД
	Уголь растительный (E153)	согласно ТД
	Хлорофилл (E140) и его медные комплексы (E141i, ii)	согласно ТД
Уксус	Сахарный колер (E150a, b, c, d)	согласно ТД
Виски, зерновой и винный спирт, ром, бренди	Сахарный колер (E150a, b, c, d)	согласно ТИ

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3
Ароматизированные вина и ароматизированные напитки на винной основе, изготовленные по рецептурам, согласованным с уполномоченным органом	Сахарный колер (E150a, b, c, d)	согласно ТД
Горькие содовые напитки и горькие вина, изготовленные по рецептурам, согласованным с уполномоченным органом	Сахарный колер (E150a, b, c, d)	согласно ТД
	Куркумин (E100), Рибофлавины (E101i, ii), Тартразин (E102), Понсо 4R (E124), Азурubin (E122), Желтый хинолиновый (E104), Красный очаровательный АС (E129), Кармины (E120), Желтый «солнечный закат» FCF (E110) – по отдельности или в комбинации	100 мг/л
Овощи в уксусе, рассоле или масле, за исключением оливок	Антоцианы (E163)	согласно ТД
	Каротины (E160a)	согласно ТД
	Красный свекольный (E162)	согласно ТД
	Рибофлавины (E101)	согласно ТД
	Сахарный колер (E150a, b, c, d)	согласно ТД
	Хлорофиллы, хлорофиллины (E140) и их медные комплексы (E141)	согласно ТД
Сухие завтраки из зерновых, экструдированные и вздутые и/или ароматизированные фруктами	Аннато (E160b, биксин, норбиксин)	25 мг/кг <1>
	Каротины (E160a)	согласно ТД
	Маслосмолы (экстракты) паприки (E160c, капсантин, капсарубин)	согласно ТД
	Сахарный колер (E150c)	согласно ТД
	Антоцианы (E163), Кармины (E120), Красный свекольный (E162) – по отдельности или в комбинации	200 мг/кг

Окончание таблицы 2.3

1	2	3
Джемы, желе, конфитюры, в т. ч. с ломтиками плодов, и другие подобные продукты переработки фруктов, включая низкокалорийные	Антоцианы (E163)	согласно ТД
	Каротины (E160a)	согласно ТД
	Красный свекольный (E162, бетанин)	согласно ТД
	Куркумин (E100)	согласно ТД
	Экстракт паприки, капсантин, капсорубин (E160c)	согласно ТД
	Сахарный колер (E150a, b, c, d)	согласно ТД
	Хлорофиллы и хлорофиллины (E140) и их медные комплексы (E141)	согласно ТД
	Желтый «солнечный закат» FCF (E110), Желтый хинолиновый (E104), Зеленый S (E142), Кармины (E120), Ликопин (E160d), Лютеин (E161b), Понсо 4R (E124) – по отдельности или в комбинации	100 мг/кг
Сосиски, сардельки, вареные колбасы, паштеты, вареное мясо	Куркумин (E100)	20 мг/кг
	Кармины (E120)	100 мг/кг
	Сахарный колер (E150a, b, c, d)	согласно ТД
	Каротины (E160a)	20 мг/кг
	Экстракт паприки, капсантин, капсорубин (E160c)	10 мг/кг
	Красный свекольный (E162, бетанин)	согласно ТД
	Красный рисовый	согласно ТД
Свинные копченые и вяленые колбасы, в том числе с перцем (тип "Чоризо", "Сальчичон")	Кармины (E120)	200 мг/кг
	Понсо 4R (E124)	250 мг кг
	Красный рисовый	согласно ТД
Сосиски с содержанием зерновых и бобовых более 6 %; изделия из измельченного мяса («городское мясо») с содержанием зерновых, бобовых и овощей более 4 %	Красный очаровательный АС (E129)	25 мг/кг
	Кармины (E120)	100 мг/кг
	Сахарный колер (E150a, b, c, d)	согласно ТД
Картофель сухой гранулированный, хлопья	Куркумин (E100)	согласно ТД
	Тартразин (E102)	100 мг/кг

В силу недостаточной изученности токсических свойств ряд красителей в нашей стране, в отличие от некоторых зарубежных стран, не имеет разрешения к применению: E121 – цитрусовый красный 2, E123 – амарант, E127 – эритрозин, E154 – коричневый FK, E 171 – диоксид титана (с 2021 г.), E173 – алюминий и др.

При использовании красителей в производстве пищевого продукта необходимо учитывать следующие положения:

- термообработка не меняет интенсивность и оттенок цвета продукта;
- при увеличении жирности продукта интенсивность окрашивания уменьшается, поэтому дозировка красителя увеличивается;
- введение этилового спирта не меняет интенсивность и оттенок цвета готового продукта;
- увеличение и взбитость продукта уменьшают интенсивность окрашивания;
- кислая среда может влиять на интенсивность окраски и оттенок цвета;
- увеличение дозы аскорбиновой кислоты снижает интенсивность окрашивания готового продукта;
- в кисломолочных продуктах, приготовленных на мезофильных заквасках, красители могут обесцвечиваться в течение несколько часов;
- краситель индигокармин обесцвечивается в безалкогольных и алкогольных напитках, приготовленных на «белом» сахарном сиропе, – на 30 % в течение 1 мес., а приготовленных на инвертном сахарном сиропе – на 50 % в течение 3 сут.

4.3 Стабилизация окраски мяса при посоле, механизм формирования нитритной окраски

В формировании специфической окраски мясопродуктов значительная роль принадлежит посолу. Здесь большое значение имеет природный пигмент – белок миоглобин (рисунок 2.1), который может существовать в трех молекулярных формах, отличающихся цветом.

Естественная окраска мяса обусловлена наличием в мышечной ткани миоглобина (Mb) – хромопротеина, состоящего из белкового компонента (глобина) и простетической группы (гемма) и составляющего около 90 % общего количества пигментов мяса (10 % представлены гемоглобином крови).

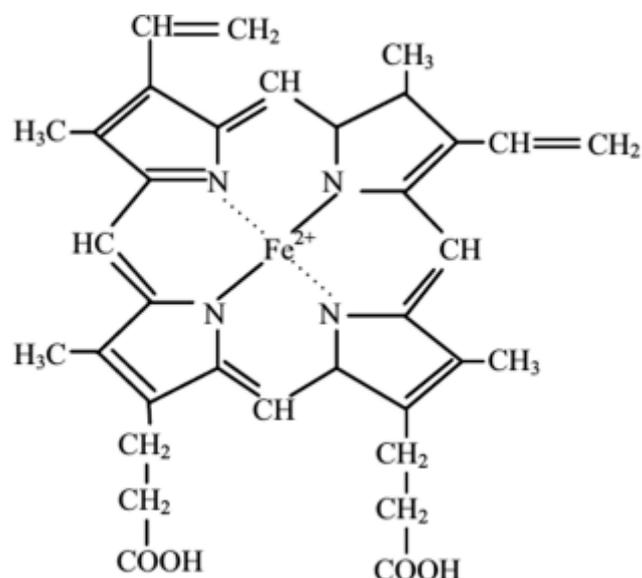


Рисунок 2.1 – Структура миоглобина

Небелковая часть миоглобина – гем – состоит из атома железа и четырех гетероциклических пиррольных колец, связанных метиленовыми мостиками. Именно атом железа ответствен за формирование различного цветового оттенка мяса, так как, легко окисляясь и отдавая один электрон, он может образовывать три формы миоглобина – собственно миоглобин, оксимиоглобин и метмиоглобин.

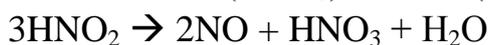
В присутствии кислорода воздуха миоглобин окисляется с образованием оксимиоглобина – MbO₂, который придает мясу приятный яркий розово-красный цвет. Однако это соединение нестойко: под воздействием света, воздуха, времени выдержки, нагрева происходит более глубокое окисление, сопровождающееся переходом железа гемма из двухвалентного в трехвалентное. Образуется метмиоглобин – Met Mb коричнево-серого цвета.

К числу важнейших биохимических процессов, протекающих при посоле мяса, относится образование нитрозопигментов. Хлорид натрия при отсутствии нитрита натрия ускоряет окислительные процессы и приводит к образованию метмиоглобина, придающего мясу серовато-коричневую окраску. В практике во избежание нежелательных изменений окраски мяса и мясопродуктов в рассол добавляют нитрит натрия (NaNO₂), в результате чего образуется нитрозомиоглобин (NOMb), который придает соленым мясным продуктам розовато-красную окраску. При этом должный эффект достигается довольно быстро, но полученная окраска не всегда устойчива, что связано с окислительным воздействием кислорода воздуха на нитрозопигменты мяса. Под действием кислорода нитрозомиоглобин может окисляться в метмиоглобин, придающий мясу коричнево-бурую окраску с различными оттенками.

Неустойчивость окраски мяса при использовании нитритов связана и с деятельностью микроорганизмов. Некоторые из них продуцируют перекись водорода, способную окислять окись азота, другие образуют сероводород, который в присутствии кислорода превращает миоглобин в сульфомиоглобин зеленого цвета, третьи вызывают восстановление нитрита до молекулярного азота, в результате чего продукт частично или полностью обесцвечивается.

Большое влияние на развитие окраски оказывает температура обрабатываемого сырья: с повышением температуры количество нитрозопигментов увеличивается и соответственно улучшается цвет мяса. В образовании цвета соленого мяса важную роль играет и pH среды. При pH ниже 5,0 азотистая кислота быстро разлагается, оксид азота улетучивается, в связи с чем получить хорошую окраску мясных продуктов не удастся.

Для получения нитрозомиоглобина необходима окись азота, которая может образовываться различными путями и с различной скоростью. При использовании нитритной посолочной смеси в первую очередь следует учитывать распад нитрита, катализированный кислотой, при котором из трех молекул азотистой кислоты (HNO_2) образуются две молекулы окиси азота (NO) и по одной молекуле азотной кислоты (HNO_3) и воды (H_2O):



В интервале обычных для мясных продуктов значений pH от 5 до 6,5 эта реакция протекает очень медленно. Она может быть ускорена за счет внесения понижающих величину pH добавок (например, глюконо-дельта-лактона – ГДЛ или сахаров), которые разлагаются под действием микроорганизмов до кислот. Влияние ГДЛ основано на медленном превращении лактона в глюконовую кислоту.



ГДЛ

*Глюконовая
кислота*

Значительно быстрее происходит образование окиси азота (NO) из нитрита натрия при реакции с такими восстановителями как аскорбиновая кислота или ее натриевая соль.

По современным представлениям нитрат как цветообразующее средство действует только после восстановления в нитрит под действием бактериальных энзимов. Необходимая для этого флора микроорганизмов в мясных продуктах не всегда присутствует. В этой связи становится возможным создание оптимальных условий для восстановления нитрата в нитрит за счет внесения денитрифицирующих штаммов микроорганизмов в мясо или рассол.

Независимо от того, что применяется в качестве цветообразующего средства: нитрит натрия, нитритная посолочная смесь или нитрат натрия, в готовом продукте всегда имеются остатки нитрита и нитрата, хотя и в различных количествах. Нитрит, имеющийся в «свободном»

(т. е. непосредственно реакционно-способном) виде, так же как и так называемый «связанный нитрит», к которому в широком смысле относится и нитрат, следует рассматривать как резервуар, из которого в процессе созревания и хранения продукта пополняются реакционно-способные формы нитрита.

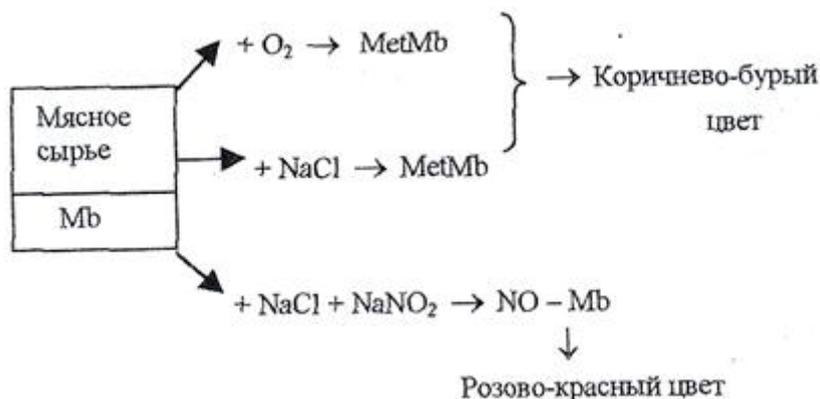


Рисунок 2.2 - Образование производных миоглобина при посоле

Нитрит натрия является антиокислителем, участником реакций образования вкусоароматических веществ, а также ингибитором развития ботулинуса и токсигенных плесеней. Учитывая его вредное физиологическое действие на организм, к мясу следует добавлять минимально необходимое количество нитрита натрия, достаточное для получения устойчивой окраски. Оно составляет 5–6 мг % к массе мяса.

Механизм образования цвета соленого мяса весьма сложен. Розово-красную окраску можно получить лишь при равномерном введении окиси азота в виде нитрита натрия (или калия). Применение окиси азота в газообразном виде опасно в связи с ее токсичностью.

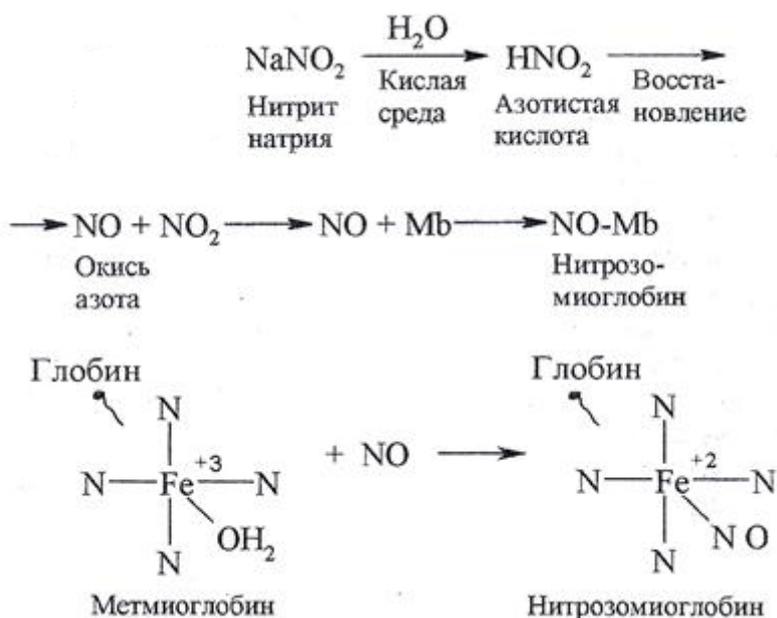
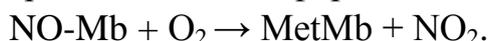
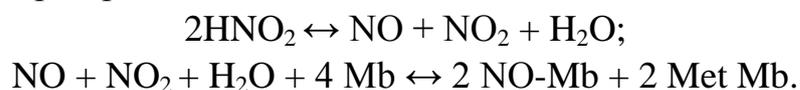


Рисунок 2.3 - Процесс образования нитрозомиоглобина

При длительной выдержке NO-Mb в присутствии воздуха, света и низких рН возможна реакция с образованием мет-формы:



В глубине мяса при анаэробных условиях нитрит взаимодействует с Mb, и образуются примерно равные количества NO-Mb и MetMb:



Разнообразные превращения нитритов в мясе при посоле в конечном итоге сопровождаются значительным их разрушением, поэтому при изготовлении колбасных изделий свободного нитрита остается 45–25 % по отношению к введенному его количеству.

4.4 **Натуральный пищевой краситель E150 Сахарный колер**

В производстве пищевых продуктов для придания различных оттенков коричневого и желтого цветов широко используют натуральный краситель E150 Сахарный колер (синонимы – карамельный колер, карамельный краситель, жженный сахар, карамелизованный сахар, краситель пищевой натуральный «Карамель»).

Получение сахарного колера.

Колер получают путем контролируемого нагревания товарных форм пищевых углеводов: мономеров и(или) полимеров глюкозы и фруктозы, например, сиропов глюкозы, сахарозы и(или) инвертного сиропа, декстрозы. Для ускорения карамелизации могут использоваться кислоты или щелочи (прежде всего едкий натр и соли, кроме сульфитов и аммиачных соединений).

В зависимости от технологии получения различают следующие виды сахарного колера:

- сахарный колер I простой (E150a);
- сахарный колер II (E150b), полученный по щелочно-сульфитной технологии;
- сахарный колер III (E150c), полученный по аммиачной технологии;
- сахарный колер IV (E150d), полученный по аммиачно-сульфитной технологии.

Простой сахарный колер готовится путем термической обработки сахарозы при температуре 180–200 °С, т. е. при температуре, превышающей температуру ее плавления. Окраску колеру сообщают буроокрашенные продукты разложения сахарозы, называемые карамелями.

Карамелизация сахаров основана на реакциях дегидратации и конденсации, продуктами которых являются ангидриды, оксиметилфурфурол, органические кислоты, гуминовые вещества.

Нагревание сахарозы прежде всего сопровождается отнятием от ее молекулы одной–двух молекул воды с образованием ангидридов.

В зависимости от степени дегидратации сахарозы различают следующие ангидриды: карамелан, карамелен и карамелин. Карамелан ($C_{12}H_{18}O_9$) образуется при потере молекулой сахарозы двух молекул (10,5 %) воды. При потере тремя молекулами сахарозы восьми молекул (14 %) воды образуется карамелен ($C_{36}H_{50}O_{25}$); при потере двумя молекулами сахарозы семи молекул (18,4 %) воды – карамелин ($C_{24}H_{30}O_{15}$).

Карамели различной степени дегидратации отличаются интенсивностью окраски, температурой плавления, удельным вращением, растворимостью в воде и спирте (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Свойства карамелей

Показатель	Карамель		
	Карамелан	Карамелен	Карамелин
Цвет	Желтый	Ярко-коричневый	Тёмно-коричневый
Температура плавления, °С	145	205	Не плавится
Удельное вращение ед?	80	64,5	-
Растворимость	Легко растворим в воде и в 80 %-ном этиловом спирте	Растворим в воде	Растворим в воде при кипячении

Карамели обладают высокой редуцирующей способностью и интенсивностью светопоглощения, которая увеличивается пропорционально степени дегидратации. Продукты первой и второй степени дегидратации имеют максимум светопоглощения при 225–235 нм. Продукты более глубокой дегидратации имеют больший максимум светопоглощения – 282 нм.

В присутствии воздуха при термическом разложении сахарозы также образуются такие продукты окисления, как ацетон и другие малоизученные соединения.

Из продуктов карамелизации наиболее ценными составными веществами колера являются буроокрашенные водорастворимые ангидриды карамелан и карамелен.

На производстве колер приготавливают в колероварочных котлах с электрическим обогревом, которые устанавливают в изолированном помещении с искусственной вентиляцией, так как выделяющиеся при варке колера газы действуют на глаза и дыхательную систему.

Для варки колера котел на 50–55 % его объема загружают сахаром. Большее заполнение недопустимо, так как при нагревании масса вспучивается и может перелиться через край. Затем к сахару добавляют 1–2 % воды и производят нагрев при непрерывном размешивании. При температуре 160 °С сахар расплавляется и постепенно буреет. Затем карамелизация протекает при 180–200 °С. Варка колера продолжается 6–8 ч. Конец карамелизации определяется органолептически. Колер считается готовым, если капля его, нанесенная на стекло, после непродолжительного погружения в холодную воду имеет темно-бурую окраску, крошится при снятии со стекла и не прилипает к пальцам.

По окончании варки массу дают остыть до температуры 60–65 °С, прибавляют к ней горячую воду в количестве, необходимом для получения 79–81 %-ного раствора. Выход колера, содержащего 20 % воды, составляет 108 % от массы сахара. Правильно приготовленный колер полностью растворяется в воде и имеет интенсивную окраску. Раствор 0,5 г колера в 1 л воды должен иметь такую окраску, как раствор 5 мл 0,1 н. раствора йода в 1 л воды. До использования колер хранится в сухом прохладном помещении.

Свойства сахарного колера

Органолептические свойства: вязкая жидкость или твердое вещество от темно-коричневого до черного цвета с запахом жженого сахара и горьким вкусом. Физико-химические свойства: сахарный колер хорошо смешивается с водой, почти не растворяется в спирте, не растворяется в жирах. Свето- и термостойкость (до 150 °С) очень хорошие. Сахарный колер имеет высокую микробиологическую стабильность.

Применение сахарного колера

Гигиенические нормы для пищевой добавки E150a: ДСП не уточнено. Согласно Codex Alimentarius, сахарный колер разрешен в ряде стандартов на пищевые продукты в качестве красителя: джемы, варенья, желе – в количестве до 200 мг/кг; соленые огурцы – до 300 мг/кг; ароматизированные йогурты и другие кисломолочные продукты после ферментации – до 150 мг/кг.

Сахарный колер в РФ разрешен в качестве красителя для пива, сидра, уксуса, некоторых вин и ароматизированных напитков на винной основе, горьких содовых напитков, вин с горьким вкусом, овощей в уксусе, рассоле или масле, за исключением оливок, джема, желе, мармелада и других подобных продуктов переработки фруктов, включая низкокалорийные, сосисок, сарделек, вареных колбас, вареного мяса, паштетов (ТР ТС).

В странах ЕС и США сахарный колер разрешен и используется для окрашивания всех лекарственных препаратов и косметических средств.

5 Контрольные вопросы

1. В чем заключается практическое значение пищевых красителей?
2. Какие гигиенические требования предъявляются к пищевым красителям?
3. В каких случаях не допускается применение пищевых красителей?
4. Как классифицируются пищевые красители?
5. Какие натуральные красители вам известны? Каковы источники их получения?
6. Какие красители относятся к синтетическим? Каковы их особенности по сравнению с натуральными красителями?
7. Каковы основные способы получения и области применения карамельного колера?
8. Какая реакция лежит в основе образования сахарного колера?
9. Какие продукты образуются в результате карамелизации сахаров?
10. Что используют для снижения вспенивания колера при его приготовлении?
11. Как оценивается цветность сахарного колера?
12. В чём состоит биохимическая сущность использования нитритов при обработке мяса?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

3.1 ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ ЭМУЛЬГИРУЮЩИХ СОЛЕЙ

1 Цель лабораторной работы

Сформировать умения и навыки по использованию солей-плавителей в процессе плавления сырной массы; по производству плавленого сыра; определению показателей качества и возможных дефектов.

2 Задание по лабораторной работе

- Выбрать и обосновать температурный и временной режимы плавления сырной массы в зависимости от кислотности и используемого сыра (п. 2.2);
- Произвести плавку сыра с использованием эмульгирующей соли и без;
- Используя сведения теоретической части (п. 4.5), дать сравнительную органолептическую оценку полученным образцам плавленого сыра.

3 Методические указания по выполнению задания

3.1 Подготовить основное и вспомогательное сырье для производства плавленого сыра по указанной в таблице 3.1 рецептуре. Твердый сыр и творог необходимо предварительно измельчить с помощью куттера или мясорубки, сливочное масло размягчить. Используя сведения теоретической части (п. 2.2), выбрать и обосновать температурный и временной режимы плавления сырной массы в зависимости от кислотности используемого сырья.

Таблица 3.1 – Рецептура смеси для производства плавленого сыра

Сырье	Масса, кг
Сыр твердых сортов	17,17
Творог (5 % жирности)	21,8
Молоко (2,5 % жирности)	29,75
Молоко сухое обезжиренное	4,31
Масло крестьянское	17,28
Сахар	0,4
«Фонакон»	1,5
Вода	7,79
Итого	100

3.2 Используя сведения теоретической части (п. 4.2), произвести плавление сырной массы, придерживаясь заданного температурного и временного режима, а также последовательности закладки сырья, расфасовать в пластиковые емкости и немедленно охладить.

3.3 Используя те же технологические параметры, произвести повторную плавку сыра по вышеуказанной рецептуре, исключив эмульгирующую соль «Фонакон», расфасовать сыр и немедленно охладить.

3.4 Основываясь на сведениях теоретической части (п. 4.5), дать сравнительную органолептическую оценку плавленому сыру, произведенному с использованием и без использования эмульгирующих солей. Заполнить таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Оценка качества плавленого сыра (с использованием или без использования солей-плавителей)

№ п/п	Показатели	Максимальное количество баллов	Скидка, баллы	Реальное количество баллов	Мотивация произведенной скидки
1	Вкус и запах	15			
2	Консистенция	9			
3	Цвет сырного теста	2			
4	Внешний вид	2			
5	Общее кол-во баллов	28			

Основываясь на полученных балльных оценках органолептических показателей продукта, сделать вывод о функциях эмульгирующих солей в процессе производства плавленых сыров.

4 Теоретический (справочный) материал

4.1 Теоретические основы плавления сырной массы

Плавление сырной массы – основная и наиболее важная операция в технологии плавленых сыров. Она заключается в нагревании и перемешивании сырной массы в присутствии солей-плавителей.

Плавление сыра, сопровождаемое размягчением и приобретением массой текучести, можно рассматривать как своеобразную пастеризацию продукта. Важную роль при плавлении играют соли-плавители. Если нагревать сыры без солей-плавителей, получается неоднородная масса, при этом происходит синергетическое сжатие структуры белка, сыр расслаивается на воду, свободный жир и белковый осадок. После перемешивания и охлаждения этой расплавленной массы получается продукт грубой слоистой структуры. Напротив, нагревание сыра с солями-плавителями дает возможность получить продукт, имеющий однородную пластичную консистенцию.

На основании анализа результатов исследований, проведенных отечественными и зарубежными учеными, Г. Н. Крусъ с сотрудниками сформулировали теоретические основы плавления, заключающиеся в следующем. Плавление сырной массы представляет собой сложный комплекс химических, физико-химических и коллоидных процессов:

- декальцинирование параказеинаткальцийфосфатного комплекса (ПККФК) мицелл казеина солями-плавителями, сопровождающееся разрушением гелевой структуры сыра и переходом казеина из нерастворимого состояния (гель) в растворимое – золь;

- образование кальциевых солей на основе ионов кальция, выделившихся при декальцинировании ПККФК, и анионов солей-плавителей и их участие в стабилизации зольевой и формировании новой гелевой структур плавленого сыра;

- диспергирование жидкой фазы сыра (жир, вода) и эмульгирование жира.

Определяющий процесс при плавлении сырной массы – декальцинирование ПККФК мицелл казеинового геля солями-плавителями. Они отщепляют кльций и коллоидный фосфат кальция от ПККФК с образованием параказеината натрия (ПКН). В результате разрушаются связи между мицеллами, параказеиновый гель распадается на отдельные мицеллы, которые, в свою очередь, распадаются на субмицеллы. Кроме того,

дестабилизация мицелл приводит к диспергированию из них таких полипептидов, как γ -казеины, пара-казеин и др.

Одновременно со структурными изменениями ПККФК образуются соли кальция с соответствующими анионами солей-плавителей. При использовании солей лимонной кислоты образуются цитраты кальция, при использовании пирофосфатов – пирофосфаты кальция, фосфатов — фосфаты кальция. Образовавшиеся соли характеризуются различной растворимостью, наименьшую растворимость имеют фосфаты кальция. Образующиеся при диссоциации этих солей катионы и анионы играют определяющую роль в формировании структуры плавленого сыра.

Так, *ионы кальция* участвуют в формировании нового геля. При охлаждении плавленого сыра растворимость образованных кальциевых солей повышается, и ионы кальция вновь связывают мицеллы и субмицеллы параказеината натрия, формируя новый параказеиновый гель, структура и свойства которого будут определяться длиной цепочек связанных между собой мицелл и субмицелл. Длина цепочек зависит от числа свободных ионов кальция, а, следовательно, от растворимости образовавшихся солей. Цитраты, пирофосфат и триполифосфат кальция, обладая большей растворимостью, чем фосфаты кальция, образуют больше свободных ионов кальция, которые связывают мицеллы и субмицеллы ПКН в длинные цепочки; при этом формируется длинноволокнистая структура и получается вязко-упругая консистенция плавленого сыра. При использовании для плавления фосфатов образуются труднорастворимые фосфаты кальция, которые слабо диссоциируют при охлаждении плавленого сыра. В результате формируются короткие цепочки из мицелл и субмицелл ПКН, обуславливающие получение коротковолокнистой структуры и вязко-пластичной, пастообразной консистенции плавленого сыра. Недиссоциированные фосфаты кальция остаются в плавленом сыре в виде отложений солей кальция. Так, методом микроструктурного анализа было показано, что в случае применения гидрофосфата натрия образуется фосфат кальция, который выявляется в виде дополнительных (по отношению к исходному сырью) отложений солей кальция (по данным В. Г. Тинякова).

Анионы кальциевых солей участвуют в адсорбционных процессах, способствуя повышению растворимости белка сыра. Образовавшиеся при декальцинировании ПККФК структурные элементы (мицеллы и субмицеллы) обладают высокой гидрофильностью вследствие большей доступности пептидных связей воде. Дополнительный фактор усиления гидрофильности мицелл и субмицелл – адсорбция на их поверхности многовалентных анионов солей-плавителей, что приводит к повышению растворимости белка, увеличению связывания воды и повышению вязкости сырной массы.

Жидкая фаза сыра (жир и вода) также подвергается изменениям в процессе плавления. Увеличивается дисперсность воды. Значительным изменениям подвергается жир. В натуральном сыре жир диспергирован в гелевой структуре белка в виде жировых микрозерен, отличающихся от жировых шариков более крупными размерами. Размер жировых микрозерен превышает средний диаметр жировых шариков в 2–4 раза и составляет для разных сыров 8–14 мкм. При нагревании и перемешивании происходит диспергирование жира, а образовавшиеся жировые шарики стабилизируются субмицеллами и мицеллами ПКН, образующими на поверхности жировых шариков белковую оболочку. В результате жир в плавленом сыре лучше диспергирован и стабилизирован, чем в натуральном сыре.

4.2 Режимы и техника плавления

Сырную массу плавят в специальных аппаратах. Ее нагрев в них осуществляется теплоносителем через стенку емкости и путем непосредственного введения пара в сырную массу.

Порядок закладки сырья зависит от вида вырабатываемого плавленого сыра. При выработке сыров 45–60 %-ной жирности рекомендуют следующий порядок закладки компонентов. В аппарат для плавления сыра вносят все компоненты смеси, кроме сливочного масла; массу нагревают до температуры 65–70 °С. После этого вносят масло и плавят до готовности. При выработке сыров 30–40 %-ной жирности во избежание пригара на дно котла помещают часть масла, затем жирные сычужные сыры и творог, нежирный сыр и сухое молоко. В последнюю очередь в котел вносят соли-плавители и воду, массу подплавливают и вносят остальную часть масла

Вкусовые наполнители рекомендуется вводить в сырную массу в конце плавления, чтобы сохранить сопутствующие им витамины, вкус и аромат. При использовании агрегата В2-ОПН все компоненты закладывают одновременно. Чтобы предохранить плавленые сыры от плесневения, вносят сорбиновую кислоту в конце плавления из расчета 0,1 % от общей массы компонентов, предварительно растворив в небольшом объеме воды температурой 25–30 °С. Количество воды учитывают при расчете рецептуры.

В целях предохранения плавленых сыров, особенно пастообразных, от вспучивания при большой обсемененности сырья маслянокислыми бактериями вносят антибиотик низин из расчета 1,5 г на 10 кг готового продукта в сухом виде: непосредственно в смесь перед плавлением или с сухими компонентами (сливками, молоком, сывороткой), предварительно смешав с ними.

При плавлении смесь компонентов непрерывно перемешивается мешалкой на малой скорости, а затем скорость перемешивания увеличивают.

При температуре 50–55 °С сырная масса становится однородной и текучей; во время пастеризации ее обычно нагревают до 75–95 °С. Продолжительность плавления сыра в зависимости от используемого оборудования и технологии составляет 5–20 мин.

Режим плавления сырной массы устанавливают в зависимости от состава и свойств исходного сырья, степени его зрелости, вида вырабатываемого плавленого сыра и применяемых солей-плавителей. Так, сыры с повышенным содержанием влаги плавят при температуре 85–95 °С. Увеличить кислотность и придать сыру острый вкус, получив менее плотную консистенцию, можно, повысив температуру плавления до 90 °С, а в отдельных случаях до 95 °С. Если необходимо значительно увеличить остроту и кислотность сыра, а также получить нежную пластичную консистенцию, сырную массу выдерживают при температуре плавления 3–10 мин. Наоборот, для уменьшения кислотности и остроты вкуса снижают температуру плавления и не выдерживают сыр. Более связной и плотной консистенции можно добиться, уменьшая температуру плавления до 80 °С и увеличивая продолжительность нагрева.

Плавление (при нагревании через стенку) при температуре 75–80 °С должно быть более длительным (15–20 мин.), плавление при более высоких температурах (90 и 95 °С), наоборот, – менее длительным (10–12 мин.), но более интенсивным. При плавлении путем ввода пара непосредственно в сырную массу продолжительность плавления составляет 10–15 мин., при использовании агрегата В2-ОПН она уменьшается до 5–7 мин.

Для получения более однородной консистенции (без пузырьков воздуха) и удаления нежелательных запахов сырье плавят под вакуумом. При этом из сырной массы удаляются летучие компоненты и воздух, что приводит, с одной стороны, к снижению интенсивности запаха, а с другой – к ослаблению окислительных процессов во время хранения плавленого сыра. Стойкость продукта в этом случае повышается.

Для улучшения эмульгирования жира и получения более тонкой структуры пастообразных и сладких сыров сырную массу гомогенизируют непосредственно после плавления при температуре 75–80 °С и давлении 10–15 МПа. Применять гомогенизацию при выработке ломтовых сыров нецелесообразно из-за значительного уплотнения структуры, выраженного в получении грубой резиновой консистенции.

4.3 Фасование и хранение плавленого сыра

Расплавленная горячая сырная масса поступает в разгрузочную тележку, оборудованную насосом. Далее она подается в бункер автомата для фасования

пастообразных продуктов. Во время фасования масса должна находиться в расплавленном состоянии и не терять текучести.

Сыр фасуют в фольгу по 30; 80 и 100 г, стаканчики по 100 и 200 г, коробочки из полистирола по 100 г, тубы по 160 и 180 г, жестяные банки по 100 и 250 г и стеклянные банки по 225 г. Фасуют сыр также в виде колбасок и батонов массой от 30 г до 2,0–2,5 кг и в виде блоков массой 0,5–10 кг.

Фасованный сыр немедленно охлаждают. В результате быстрого охлаждения повышается его качество и стойкость при хранении. Способы охлаждения могут быть различными: в специальных камерах на стеллажах или тележках при температуре воздуха не выше 10 °С, в охладителях туннельного типа. Продолжительность охлаждения в камерах составляет 16 ч, а в туннельном охладителе 1–2 ч. Интенсивность охлаждения в охладителе туннельного типа повышается вследствие активной циркуляции холодного воздуха.

Охлажденный сыр должен иметь температуру не выше 15 °С. При такой температуре брикет сыра становится твердым и не деформируется при укладке в ящики. Сыры, фасованные в полимерную и другую жесткую тару, можно сразу укладывать в ящики и направлять на охлаждение.

Сыр маркируют наклеиванием или нанесением этикеток литографским способом. Плавленый сыр упаковывают в ящики, изготовленные из различных материалов, а также в ящики, бывшие в употреблении, из-под масла коровьего, маргарина и плавленого сыра. Транспортную тару внутри выстилают оберточной бумагой.

В каждый ящик укладывают сыр одного наименования, одной жирности, плавки, формы, массы нетто.

Хранят сыр в хорошо вентилируемом помещении при температуре воздуха от 0 до минус 3 °С и от 0 до 4 °С и относительной влажности воздуха соответственно 85–90 и 80–85 %. Предельный срок хранения зависит от вида и качества плавленого сыра. Так, сыры плавленые ломтевые и колбасные хранят не более 3 мес.; ломтевые с копчеными мясopодуктами, томатным соком, пастеризованные с ветчиной, сыры к обеду — не более 30 сут; сыры, упакованные в полимерную тару со съёмной крышкой, — не более 15 сут, пастеризованный сыр — не более 6 мес., стерилизованный — не более 1 года. Нельзя хранить и транспортировать плавленые сыры совместно с другими продуктами, имеющими неприятный запах.

Транспортирование сыра осуществляется всеми видами транспорта с соблюдением санитарных требований и условий, обеспечивающих сохранность качества продукта. Сыры транспортируют в изотермических вагонах с температурой внутри вагона не более 8 °С (летом) и в вагонах–ледниках без отопления в зонах с отрицательной температурой до минус 25 °С (зимой).

4.4 Эмульгирующие соли

Подбор и подготовка солей-плавителей существенно влияют на качество плавленого сыра и стойкость его при хранении. Для производства плавленого сыра используют натриевые соли лимонной кислоты (цитраты), фосфорной кислоты (гидрофосфат натрия), пирофосфорной кислоты (гидропирофосфат натрия), триполифосфат натрия и др.

Соли лимонной кислоты (цитраты) получают путем смешивания лимонной кислоты с гидрокарбонатом натрия (NaHCO_3), которые в растворе образуют соли различной степени замещенности и с различным рН раствора. Используют также смеси цитратов натрия с гидрофосфатом натрия. Широко применяют также смеси триполифосфата натрия с гидропирофосфатом натрия. Допускается использовать отдельно гидрофосфат натрия.

В настоящее время широко применяют композиции из полифосфатов разной степени конденсации, которые выпускают под торговыми марками «Фонакон» и «Полифан». Эти соли взаимозаменяемые, содержат 100 % сухого вещества, при этом массовая доля триполифосфата натрия в «Фонаконе» составляет 50–90 %, а в «Полифане» – 75–85 %.

Соли-плавители следует выбирать с учетом вида получаемого плавленого сыра. Для ломтевых плавленых сыров необходимо использовать цитраты, для пастообразных сыров – смеси цитратов с фосфатами.

Существенное значение для получения качественного продукта имеет активная кислотность соли-плавителя. Она должна быть выбрана с таким расчетом, чтобы получить плавленый сыр оптимальной кислотности. Плавленые сыры, выработанные с различными солями-плавителями, имеют различное оптимальное значение активной кислотности рН. Так, сыры, выработанные с гидрофосфатом натрия, имеют рН 5,5–5,8; с цитратом натрия – 5,3–5,6; со смесью триполифосфата натрия и гидрофосфата натрия – 5,4–5,7.

Если оптимальное значение рН плавленого сыра выше рН сырья, следует использовать щелочные соли, если наоборот, то необходимо применять кислые соли, значения рН которых ниже значения рН сырья.

В тех случаях, когда рН сырья и оптимальные значения рН плавленого сыра близки между собой, рН соли-плавителя также должен быть близким к этому значению.

Для определения дозы солей-плавителей пользуются пробными микроплавками сыра массой 100 г. На основании микроплавок с различными дозами солей выбирают наилучший вариант. Установлено, что максимальное количество солей-плавителей не должно превышать для цитратов 3 % и фосфатов 2 % в пересчете на безводную соль.

Смесь фосфатов используют в виде 20–25 %-ного водного раствора кристаллогидрата гидрофосфата натрия. Цитрат калия используют в сухом виде.

Растворы солей–плавителей пастеризуют при температуре 80–90 °С или доводят до кипения. Чтобы избежать гидролиза солей, после нагревания раствор немедленно охлаждают.

4.5 Оценка качества и пороки плавленых сыров

Плавленые сыры характеризуются определенными, свойственными каждому отдельному виду органолептическими показателями. Они должны также отвечать требованиям стандарта по физико-химическим показателям.

Для внутриваровой оценки вкуса и запаха, консистенции, цвета, внешнего вида, упаковки и маркировки плавленого сыра существует 30-балльная шкала, где каждому показателю отводится предельное количество баллов: вкус и запах – 15 баллов; консистенция – 9; цвет – 2; вид на разрезе – 2; внешний вид (упаковка и маркировка) – 2 балла.

При обнаружении порока в плавленых сырах с соответствующего показателя снимается определенное число баллов (скидки).

Для оценки вкуса и запаха установлены скидки с предельного количества баллов 15 (хорошо выраженные вкус и запах сыра, типичные для данного вида): при умеренно выраженном вкусе, но слабовыраженном аромате скидка составляет 1 балл; недостаточно выраженном вкусе и аромате – 2, не типичном для данного вида сыра – 3 балла. Скидка составляет от 2 до 3 баллов в зависимости от степени выраженности следующих пороков вкуса; легкий привкус солей–плавителей, слегка щелочной, слабый кормовой, слабый затхлый, слегка прогорклый, аммиачный (кроме латвийского и «Волны»), слегка салитый. Кислый вкус – скидка 3–4 балла; от 4 до 6 баллов, если обнаружен горький, затхлый, салитый, прогорклый, кормовой, щелочной вкус, привкус солей–плавителей или металлический привкус.

Для оценки консистенции плавленого сыра установлены следующие скидки с предельного количества баллов – 9 (консистенция отличная): хорошая консистенция – 1 балл; слегка несвязная, слегка мучнистая, слегка вязкая, слегка липкая – скидка 1–2 балла; излишне упругая, плотная, вязкая, липкая, мажущаяся, излишне мягкая, слегка песчаная, крошливая, ломкая, колющаяся – 4 балла.

Для оценки цвета сырного теста установлено предельное число баллов 2 (нормальный цвет). При неоднородном цвете теста – скидка 1 балл. Если при

оценке вида на разрезе обнаруживаются единичные включения (нерасплавившиеся частицы сыра, пригорелые частицы белка) – скидка 1 балл.

Установлено предельное число баллов за внешний вид (упаковка, маркировка) – 2 (правильная форма, цельная чистая упаковка, красочная этикетка). При легкой деформации формы, неплотно прилегающей фольге, осыпающемся парафине на колбасном сыре – скидка 1 балл. За поврежденную, слегка загрязненную упаковку, нечеткую маркировку, неправильную укладку сыра в ящики – скидка в 1 балл. Сыры, получившие оценку менее 19 баллов, подлежат переработке.

В промышленности возможны случаи выработки плавленых сыров с пороками вкуса, запаха, консистенции и внешнего вида.

Пороки вкуса и запаха

Слабовыраженные вкус и запах. Порок чаще наблюдается у видовых плавленых сыров (голландский, костромской и др.). Причина образования порока – использование натуральных сыров с недостаточно выраженным для данного вида сыра вкусом и запахом. Чаще это наблюдается при переработке сычужных сыров с пониженной влажностью и сыров с повышенным содержанием хлорида натрия. Порок можно предупредить, если к таким сырам при составлении смеси добавить 15–20 % зрелого или перезрелого сыра того же наименования с хорошо выраженными вкусом и запахом.

Кормовые привкусы. Порок обусловлен переработкой натуральных сычужных сыров с такими же пороками. Слабовыраженные кормовые привкусы можно удалить путем плавления под вакуумом и повышения температуры плавления до 95–98 °С, когда сырная масса приобретает привкус пастеризации. Кормовые привкусы устраняются при переработке сыров с добавлением специй или наполнителей.

Нетипичные для данного вида сыра вкус и запах. Причина порока (наличие аммиачного привкуса и запаха у плавленых сыров костромского и голландского) – переработка твердых сычужных сыров типа голландского с подопревшей коркой, с коркой, пораженной сырной слизью или плесенью. Для устранения порока сыры тщательно моют и плавят их под вакуумом.

Излишне аммиачные, слабозатхлые вкус и запах. Пороки возникают при избыточном развитии сырной слизи и щелочеобразующих бактерий в используемом сырье. Для устранения пороков сыры необходимо тщательно мыть и ополаскивать, использовать сыры с излишне аммиачным вкусом в смеси со свежим несоленым сыром, добавлять хлорид натрия в сырную смесь до содержания, предусмотренного стандартом.

Затхлые вкус и запах. Порок наблюдается при использовании сырья с затхлым привкусом, чаще нежирного сыра, вырабатываемого из молока,

загрязненного посторонней микрофлорой, или сыров с плохо зачищенной коркой. Предупреждение порока заключается в повышении требований к заводам–изготовителям нежирного сыра. При переработке сыры с затхлым вкусом тщательно обрабатывают и замачивают в сыворотке, уменьшают количество их в рецептуре и повышают температуру плавления до 90–95 °С. Готовый продукт после фасования быстро охлаждают и хранят при температуре минус 3 °С.

Излишне кислые (творожистые) вкус и запах. Порок возникает в сырах при использовании избыточного количества творога с повышенной кислотностью. Для предупреждения этого порока необходимо соблюдать утвержденные рецептуры.

Горький вкус. Порок может вызываться горечью исходного сырья, неправильным применением гидрофосфата натрия, т. е. дополнительным его внесением в процессе плавления, избыточным количеством солей–плавителей. Для устранения горького привкуса необходимо выявить причину его образования.

Горький вкус в плавленых сырах может появляться также при использовании нежирного сыра с повышенным содержанием хлорида натрия и солей магния. Для предупреждения порока нежирный сыр используют в небольших количествах в смеси со свежим несоленым, нежирным сыром.

Прогорклый вкус. Порок возникает при переработке измельченного жирного сычужного сыра, долго хранившегося при высокой температуре окружающей среды. Молочный жир окисляется кислородом воздуха. Появление плесени приводит к распаду молочного жира с образованием масляной и других кислот. Для предупреждения порока не следует хранить измельченную сырную массу и использовать при выработке плавленых сыров сырье с прогорклым вкусом.

Щелочной, мылистый привкусы. Порок возникает при внесении излишнего количества щелочного реагента: гидрофосфата натрия, триполифосфата и пищевой соды. При избыточном использовании щелочной соли–плавителя повышается водородный показатель (рН выше 6), что приводит к образованию кристаллов солей в плавленом сыре (порок – песчанистость) и резкому снижению стойкости готового продукта при хранении. Меры предупреждения порока – не допускать избыточного количества солей–плавителей при выработке плавленых сыров, использовать триполифосфат натрия только в растворе со слабокислыми солями конденсированных фосфатов, систематически контролировать рН плавленых сыров, который должен быть 5,6–5,8.

Пороки консистенции

Мучнистая консистенция. Сущность порока – недостаток солей-плавителей при переработке незрелых сыров (17–19 % растворимого азота), при рН сырья ниже 5,2 или при использовании недостаточно активной соли-плавителя (например, гидрофосфата натрия), при неправильно подобранной по зрелости смеси сырья. Порок можно устранить, если составить смесь по зрелости (20–25 % растворимого азота) и подобрать соль-плавитель (заменить гидрофосфат натрия, например, солями лимонной кислоты, а также правильно определить их дозы).

Рыхлая консистенция. Порок появляется при переработке перезрелых сыров (свыше 35 % растворимого азота) с рН выше 6. Устраняется правильным подбором сырья по степени зрелости.

Излишне твердая, грубая консистенция. Порок появляется при использовании недостаточно зрелых сыров (14–15 % растворимого азота) и пониженном содержании влаги в готовом продукте. Его можно устранить правильным подбором смеси сырья и увеличением влаги до установленной нормы.

Клейкая, литая консистенция. Порок вызывается низкой активной кислотностью плавленого сыра (рН 6,2–6,3), а также низким содержанием жира и сухого вещества (массовая доля влаги 60 %). Устраняют повышением активной кислотности плавленого сыра, уменьшением содержания влаги и увеличением массовой доли жира в сухом веществе сыра.

Нерасплавленные зерна белка в тесте. Порок появляется при грубом измельчении нежирного сыра и отсутствии предварительного созревания раздробленного сырья с солями-плавителями. Устраняют путем тонкого измельчения исходного сырья, применения кратковременного созревания измельченного сыра с раствором солей-плавителей и фильтрования горячей сырной массы.

Порок цвета сырного теста

Порок – *неравномерная окраска теста* наблюдается при фасовании сырной массы, поступающей из различных аппаратов плавления с неодинаковым оттенком цвета. Исключается при соблюдении строго определенного режима плавления.

Пороки внешнего вида

Деформация упакованных в фольгу брикетов. Порок вызывается недостаточной регулировкой работы автомата. Своевременная наладка автомата исключает порок.

Наличие плесени на сыре. Порок наблюдается в пазах заделки фольги и на поверхности сырной массы при упаковывании в полистироловые коробочки. Причина порока – обсеменение плавленого сыра спорами плесеней в

результате негерметичности упаковки или хранения продукта при повышенной (90–95 %) влажности воздуха. Устраняется при условии герметичного упаковывания сыра в фольгу, применения в процессе плавления сорбиновой кислоты, хранения плавленого сыра в хорошо вентилируемом помещении при установленных режимах.

5 Контрольные вопросы

1. В чем заключаются теоретические основы плавления сыра?
2. В чем состоит особая роль солей-плавителей при производстве плавленого сыра?
3. Какие операции включает технологический процесс производства плавленых сыров?
4. В чем заключаются особенности подбора сырья для производства плавленых сыров?
5. Какие эмульгирующие соли применяют при производстве плавленых сыров?
6. Каковы особенности фасования и условия хранения плавленого сыра?
7. На каких показателях основана оценка качества плавленого сыра?
8. В чем заключаются причины образования наиболее распространенных пороков вкуса и запаха плавленых сыров?
9. В чем состоит сущность образования пороков внешнего вида и консистенции плавленого сыра?
10. Какой вывод можно сделать из проделанной работы?

3.2 ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩИЕ АГЕНТЫ ПРИ СТАБИЛИЗАЦИИ ВУС ПИЩЕВЫХ ФАРШЕЙ

1 Цель лабораторной работы

Сформировать умения и навыки по определению влияния пищевых добавок (влагоудерживающих агентов) на влагоудерживающую способность (ВУС) пищевых фаршей, образование монолитной структуры после термической обработки.

2 Задание по лабораторной работе

- Определить влагоудерживающую способность трёх навесок фарша (без добавления и с добавлением стабилизатора);
- Построить график зависимости ВУС от количества добавленного стабилизатора (0 %; 0,5 %; 1,0 %);

- Установить уровни изменения прочностных характеристик фаршевых изделий (фрикаделек) после тепловой обработки;
- Определить наиболее приемлемый стабилизатор для обработки определенного вида фарша.

3 Методические указания по выполнению задания

Работа выполняется индивидуально или небольшими подгруппами.

1. В трёх навесках фарша (без добавления и с добавлением стабилизатора) определяют ВУС. По полученным результатам строят график зависимости ВУС от количества добавленного стабилизатора (0 %; 0,5 %; 1,0 %).

2. Делают заключение об эффективности использования данной добавки для стабилизации ВУС фарша и уровне изменения его прочностных характеристик после тепловой обработки.

3. По результатам работы подгруппы определяют наиболее приемлемый стабилизатор для обработки данного вида фарша.

Ход работы:

Из выданного образца фарша отбирают 3 навески массой 25–30 г каждая. В первой навеске определяют условную ВУС (методом прессования (п. 4.1) и методом центрифугирования (п. 4.2.)), из оставшегося фарша делают маленькую фрикадельку. Во вторую навеску фарша, помещённую в химический стакан ёмкостью 50–100 мл, прибавляют 0,5 % стабилизатора (соли фосфорной кислоты), тщательно перемешивают и выдерживают в течение 10 мин.

В образце с фосфатами также определяют ВУС. Из оставшейся части навески снова делают маленькую фрикадельку.

В третью навеску фарша прибавляют 1,0 % того же стабилизатора, тщательно перемешивают, выдерживают и аналогично определяют ВУС. Из оставшейся навески также делают фрикадельку.

Фрикадельки помечают и варят в течение 10 мин.

После охлаждения фрикаделек определяют механическую прочность каждого образца, надавливая на него указательным пальцем правой руки. Отмечают характерные признаки консистенции образца: слабая, рассыпчатая, плотная, монолитная или другие.

4 Теоретический (справочный) материал

Мышечная ткань рыбы, мясо теплокровных животных и птицы являются сложным коллоидным образованием, содержащим до 70–80 % воды,

необходимой для нормального течения процессов обмена веществ. Важным фактором, обуславливающим коллоидно-химическое состояние мяса, является взаимодействие между его белковыми веществами и водой. Способность мяса связывать воду зависит от многих факторов, в том числе таких, как температура хранения, рН, степень измельчения и т. п.

Воду, содержащуюся в мышечной ткани животных, условно делят на *связанную* и *свободную*.

Считают, что молекула воды является дипольной, при этом атомы водорода создают в ней положительный заряд, а атом кислорода – отрицательный. Благодаря этому она может соединяться с полярными группами молекулы белка (аминогруппами, карбоксильными, гидроксильными и сульфгидрильными). Некоторое количество воды связано с белком молекулярными связями. Количество воды, поглощаемое молекулярной адсорбцией, рассматривают как *гидратационную (связанную)* воду мышечной ткани. Свойства гидратационной воды во многом отличаются от свойств обычной воды: она не является растворителем, не может быть отжата даже под высоким давлением, замерзает при температуре ниже 0 °С.

Количество *свободной воды*, удерживаемой мышечной тканью животных, значительно выше содержания *гидратационной (связанной)* воды. *Свободная* вода включает в себя непрочно связанную свободную воду, выделяющуюся под действием даже небольшого давления, и мобилизованную, механически удерживаемую структурой белков и электростатическим воздействием между пептидными цепями.

На содержание иммобилизованной воды влияют структура и заряд белковой молекулы. Изменение структуры мышечной ткани может способствовать уменьшению количества иммобилизованной и увеличению свободно выделяющейся воды. Величину ВУС мяса определяет содержание в нём иммобилизованной воды.

Влагоудерживающие свойства имеют большое значение при оценке эффективности технологических процессов и характеризуют способность мяса к задержанию собственной тканевой влаги. Практически любые изменения, происходящие в тканях рыбы при обработке, приводят к перераспределению форм связей воды в структуре тканей, нарушению соотношения между структурно свободной и иммобилизованной водой. Известно, что механическим путём (прессованием, центрифугированием) можно выделить из мяса рыбы лишь легкоподвижную часть тканевого сока (не более 20–30 %), состоящего главным образом из структурно свободной воды, слабосвязанной капиллярными или соматическими силами. Трудноподвижную иммобилизованную влагу (от 60 до 75 % всей воды) без разрушения структуры тканей удалить механическим воздействием, как правило, нельзя. Однако при

технологической обработке изменение состояния структурных белков может привести к освобождению части иммобилизованной воды, переходу её в легкоподвижную форму. В результате увеличивается количество воды, выделяющейся механическим путём, что свидетельствует о понижении ВУС мяса рыбы.

Ухудшение ВУС проявляется в потерях сока при размораживании продукта, различных видах тепловой обработки (варке, бланшировке, обжарке), хранении кулинарных полуфабрикатов (фарша, филе, кусков продукта) и др. Особенно важен фактор ВУС для формованных и структурированных продуктов, в которых первичная структура тканей разрушена, и вытекание сока трудно предотвратить. Низкие водоудерживающие свойства мышечной ткани приводят к росту технологических потерь, увеличению расхода сырья на единицу готовой продукции. Мышечная ткань, лишённая значительной части влаги при обработке, становится жесткой, сухой, волокнистой. Нежность и сочность консистенции рыбных продуктов многие исследователи связывают со значительным содержанием в мясе свободной легкоподвижной воды.

Величина ВУС – важнейший критерий для оценки жёсткости воздействия режимов технологических процессов при производстве разнообразных видов продукции. По уровню ВУС мяса рыбы можно судить о степени денатурированных изменений белков, выбирать оптимальные условия обработки сырья с учётом рационального использования его в производстве.

Актуальным является мнение, что ВУС зависит от состояния структуры тканей и миофибриллярных белков, содержания АТФ, показателя рН, температуры, содержания некоторых двухвалентных ионов – Ca^{++} , Cu^{++} , Zn^{++} , Fe^{++} и др.

Повреждение и деформации структуры тканей при нарушении режимов траления и хранения рыбы–сырца перед обработкой понижают ВУС мяса рыбы. Основную роль в удержании тканевой влаги отводят миофибриллярным белкам. ВУС на 65 % обусловлена структурными белками миофирилл, только на 5 % свойствами миогена (саркоплазматического белка) и на 30 % участием в связывании воды небелковых азотистых веществ. Большое значение для сохранения ВУС имеет глубина денатурационных изменений миофибриллярных белков. В результате денатурации растворимость белков понижается, что приводит к уменьшению ВУС мяса.

Соотношение между содержанием соле- и водорастворимых белков принято за объективный показатель оценки пригодности рыбы для производства фарша – условный белковый коэффициент «К», в прямой зависимости от которого находится водоудерживающая способность (коэффициент корреляции $r = 0,67$) мышечной ткани (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Влияние белкового коэффициента на ВУС рыбных фаршей

Мышечная ткань рыб	Содержание белков, г/100г		«К»	ВУС, %
	водорастворимых	солерастворимых		
Путассу	5,9	3,6	0,58	69,2
Тресочки Эсмарка	6,5	4,2	0,64	72,9
Мерланга	6,3	4,2	0,66	68,2
Сайды	6,3	4,5	0,68	69,8
Аргентины	6,6	6,7	1,01	86,0
Хека	5,9	6,9	1,15	82,3
Морского языка	6,5	6,5	1,00	85,5
Пятака	6,1	7,4	1,20	85,4
Морского петуха	6,2	7,6	1,21	86,1
Карася	5,8	7,2	1,25	86,1
Катрана	5,8	7,9	1,60	82,4

С величиной «К» связаны органолептические и структурно-механические свойства, формирующая способность и консистенция мышечной ткани. На величину ВУС мяса рыб оказывает влияние и глубина посмертных изменений. Распад АТФ и последующее образование актомиозинового комплекса при посмертном окоченении вызывают уменьшение ВУС.

На поглощаемость влаги мясом большое влияние оказывает наличие в нём растворимого белка, образующего с водой студень. Способность мяса связывать воду можно изменять путём его измельчения, добавления стабилизирующих веществ, изменения значения рН.

Стабилизация ВУС мяса или фарша на его основе в процессе переработки имеет большое практическое значение, т. к. позволяет повышать выход и улучшать качество готовой продукции.

Для этой цели применяют вещества, стабилизирующие ВУС. Наиболее широкое применение в качестве стабилизаторов ВУС находят **фосфаты** – большая группа разнообразных солей ортофосфорной, пирофосфорной и метафосфорной кислот. Добавление фосфатов способствует лучшему сохранению питательных свойств продуктов, облегчает переработку, придаёт более привлекательный товарный вид готовой продукции. Они изменяют ВУС, уменьшают потери влаги при термической обработке, способствуют сохранению натуральной окраски фарша. Благодаря эмульгирующему действию фосфаты улучшают структуру колбас и других формованных изделий.

В колбасном производстве используют фосфаты натрия: одно-, двух-, трёх- и четырёхзамещённый пирофосфорнокислый натрий. Эти соли обладают свойством увеличивать ВУС колбасного фарша. Указанные соединения в

процессе приготовления фарша, его созревания и термической обработки частично гидролизуются до ортофосфатов, которые представляют собой единственные фосфаты мяса, естественно в нём содержащиеся. При использовании этих веществ в качестве стабилизаторов ВУС колбасы в процессе хранения имеют наименьшую потерю массы, плотную и монолитную структуру, сочную и нежную консистенцию.

4.1 Определение ВУС пищевого фарша методом прессования

Метод прессования при определении ВУС основан на удалении из навески части свободной влаги под действием прикладываемого к ней давления. При этом следует иметь в виду, что прессованием удаляется не вода, а именно тканевый сок, так как вместе с водой отпрессовываются белковые вещества, растворённые в воде, белково-липидные комплексы и другие вещества.

При определении навеску фарша массой 0,3–0,5 г взвешивают на технических или аптечных весах с точностью до 0,01 г, помещают на листик обезвоженной фильтровальной бумаги, предварительно положенный на плексигласовую пластинку, сверху накрывают кусочком полиэтилена и второй пластинкой из плексигласа. Пластинки с образцом фиксируются в горизонтальном положении, на центр их сверху ставится гиря массой 1 кг. Прессование продолжается 10 мин. После прессования гирю удаляют и производят повторное взвешивание навески. По разности масс кусочка до и после прессования вычисляют условную ВУС, показывающую количество отпрессованного тканевого сока (иммобилизованной воды) в процентах к массе навески фарша до прессования.

ВУС (ВУС_у, %) фарша рассчитывают по формуле (3.1):

$$\text{ВУС}_y = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100, \quad (3.1)$$

где m_1 – масса навески до прессования, г; m_2 – масса навески после прессования, г; 100 – пересчёт на 100 г ткани.

Каждый опыт проводят с тремя параллельными определениями.

4.2 Определение ВУС пищевого фарша методом центрифугирования

Метод центрифугирования основан на удалении из навески части свободной влаги под действием центробежной силы.

Навеску массой 0,5–0,9 г заворачивают в кусочек марли 1,5×1,5 см и помещают в центрифужную пробирку. Центрифугирование выполняют при 1200–1500 об./мин. в течение 10 мин. Величину условной ВУС (количество выделившегося тканевого сока) рассчитывают по разности массы навески до и

после центрифугирования согласно формуле (3.1). Оборудование, реактивы и вспомогательные материалы представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Оборудование, реактивы и вспомогательные материалы

№ п/п	Наименование	Количество
1	Весы технические с точностью взвешивания 0,01 г	2
2	Пластинки плексигласовые	8
3	Гиря массой 1 кг	4
4	Фильтровальная бумага обезвоженная	
5	Кастрюля ёмкостью 1–3 литра	4
6	Стаканы химические ёмкостью 50–100 мл	10
7	Палочка стеклянная	5
8	Соли фосфорной кислоты в ассортименте по 20 г каждой	5
9	Фарш рыбный, мясной, птицы по 500 г каждого образца	3

5 Контрольные вопросы

1. Что такое влагоудерживающая способность мышечной ткани? Как она влияет на качество пищевых изделий?
2. От каких факторов зависит влагоудерживающая способность фарша?
3. Охарактеризуйте свободную и связанную влагу в белковом продовольственном сырье (рыбе, мясе).
4. Какие методы определения влагоудерживающей способности вы знаете?
5. Как осуществляется стабилизация ВУС? Назовите применяемые влагоудерживающие агенты. Опишите механизмы их воздействия.
6. Какие вещества используют в пищевой промышленности в качестве стабилизатора ВУС фаршевых систем?
7. Каков механизм повышения ВУС фаршей при внесении в них фосфатов?
8. Охарактеризуйте метод определения ВУС с применением прессования.

3.3 АСКОРБИНОВАЯ КИСЛОТА (E300) И ЕЁ РОЛЬ В ПИЩЕВЫХ СИСТЕМАХ

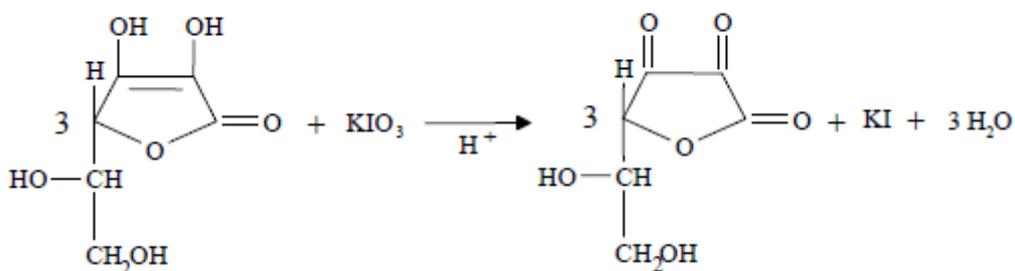
1 Цель лабораторной работы

Сформировать умения и навыки по определению содержания аскорбиновой кислоты в природных источниках, определить ее роль в организме человека и пищевых продуктах, обосновать ее дозировку в пищевых системах.

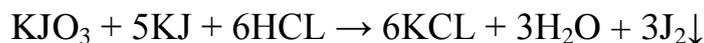
2 Задание по лабораторной работе

Определить содержание аскорбиновой кислоты в объекте животного и растительного происхождения с использованием метода йодометрического титрования. Сравнить с данными теоретического материала (п. 4), сделать вывод.

3 Методические указания по выполнению задания Определение количества аскорбиновой кислоты методом йодатометрии



Избыточная капля титрованного раствора калия йодата реагирует с калия йодидом, выделяя йод, который указывает на конец титрования:



В качестве индикатора реакции используется раствор крахмала. Как только вся аскорбиновая кислота прореагирует, следующая капля раствора калия йодата реагирует с калия йодидом, выделяя йод, который окрашивает раствор крахмала в синий цвет.

Методика 1

Взвесить 2 г исследуемого материала с записью до второго знака, натереть на тёрке в чашку Петри или мелко порезать и тщательно растереть в фарфоровой ступке, добавляя маленькими порциями 10 мл 2 %-го раствора соляной кислоты до получения однородной кашицы.

Хорошо перемешанную массу отфильтровать на стеклянной воронке через вату в коническую колбу на 50–100 мл. Массу на фильтре промыть несколькими каплями воды. В фильтрат прилить 2 мл 0,5 %-ного раствора крахмала и оттитровать рабочим раствором 0,003 н йода до появления синего окрашивания.

На основании средней величины титрования, полученной из двух–трёх определений, определить содержание аскорбиновой кислоты по формуле (3.2):

$$X \text{ (мг/\%)} = \frac{0,264 \cdot V \cdot 100}{m}, \quad (3.2)$$

где 0,264 – количество аскорбиновой кислоты, соответствующее 1 мл 0,003 н раствора йода, мг; V – количество 0,003 н раствора йода, израсходованного на титрование, мл; m – количество вещества, взятое на анализ, г; 100 – для пересчёта на 100 г исследуемого материала

Методика 2

Из образца солянокислых экстрактов, полученных по вышеуказанной методике, отбирают 1–5 мл (в зависимости от содержания витамина С), вносят в коническую колбу для титрования вместимостью 50–100 мл, куда заранее налито 0,5 мл 1 %-ного раствора калия йодида, 2 мл 0,5 %-ного раствора крахмала и воды до достижения общего объёма жидкости 10 мл, и титруют из микробюретки 0,001 н раствором калия йодата до появления голубого окрашивания, не исчезающего в течение 30 с.

Параллельно проводят контрольный опыт следующим образом: в коническую колбу для титрования вместимостью 50–100 мл наливают 0,5 мл 1 %-ного раствора калия йодида, 2 мл 0,5 %-ного раствора крахмала, 1 мл 2 %-ной HCl и столько воды, чтобы общий объём равнялся 10 мл, и титруют 0,001 н раствором KJO_3 (йодноватокислый калий, калия йодат) до появления слабокислого окрашивания.

Содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) (X), мг % вычисляют по формуле (3.3):

$$X = \frac{V_1 \cdot 0,088 \cdot 100 \cdot V_2}{V_3 \cdot m}, \quad (3.3)$$

где V_1 – объём 0,001 н раствора калия йодата, пошедшего на титрование объёма, за вычетом поправки на реактивы, пошедшего на титрование контрольного опыта, мл; V_2 – объём, до которого доведена навеска при прибавлении к ней экстрагирующей жидкости (по методике 1), мл; V_3 – объём экстракта, взятого на титрование, 1–5 мл; m – навеска, г; 0,088 – количество аскорбиновой кислоты, соответствующее 1 мл точно 0,001 н раствора калия йодата, мг.

Виды продукта (примерный перечень):

Плоды шиповника, плоды боярышника, мята перечная, мята лимонная, цветы липы сушеные, петрушка, молоко, икра рыб, мышечная ткань рыб, мышечная ткань теплокровных животных, мышечная ткань птицы, мясной продукт (колбаса, кулинарные изделия и др.). Оборудование, реактивы и вспомогательные материалы представлены в таблице 3.5.

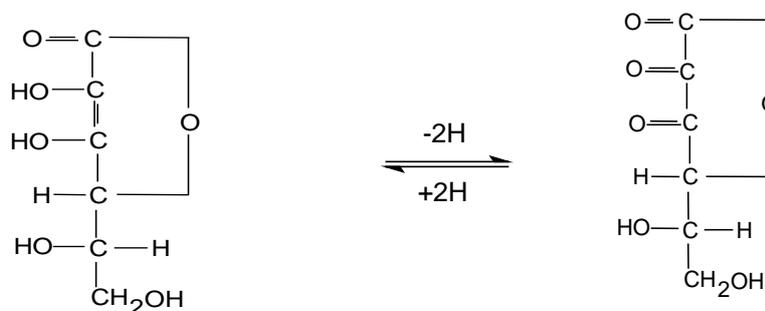
Таблица 3.5 - Оборудование, реактивы, вспомогательные материалы

№ п/п	Наименование	Количество
1	Колбы конические на 50–100 мл	10 шт.
2	Пипетка на 10 мл	2 шт.
3	Ступка фарфоровая с пестиком	2 шт.
4	Бюретка для титрования на 10 –25 мл	1 шт.
5	Весы лабораторные	1 шт.
6	Крахмал 0,5% - ный раствор	10 мл
7	Йод 0,003н раствор	250 мл
8	Соляная кислота, 2 % - ный раствор	250 мл
9	Мерный цилиндр на 100 мл	2 шт
10	Йодид калия (КJ) 1% -ный раствор	10 мл
11	Йодат калия (KJO ₃) 0,001 н	250 мл
12	Исследуемые продукты	

4 Теоретический (справочный) материал

Строение и функции аскорбиновой кислоты

Аскорбиновую кислоту (витамин С) можно рассматривать как производное углевода L – гулозы, поэтому ее также называют γ лактоном 2,3 диенол-L-гулоновой кислоты. Она может окисляться, отдавая два атома водорода, превращаясь в дегидроаскорбиновую кислоту. Этот процесс обратим:



L-аскорбиновая кислота

L-дегидроаскорбиновая кислота

Аскорбиновая кислота представляет собой белое кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде (22,4 г кислоты в 100 мл) и метаноле, гораздо хуже в этаноле. В водных растворах она легко и необратимо окисляется кислородом воздуха в дикетогулоновую кислоту, особенно при наличии таких ионов тяжелых металлов, как Cu^{2+} , а также с повышением рН и температуры раствора. В кристаллическом виде аскорбиновая кислота сохраняется хорошо, в бескислородной среде ее кристаллы можно хранить годами.

Биохимические функции аскорбиновой кислоты

Аскорбиновая кислота образует редокспару с дегидроаскорбиновой кислотой, в качестве обратимой окислительно-восстановительной системы катализируют множество реакций промежуточного обмена веществ. Это в первую очередь – участие в биологическом окислении; одно из боковых звеньев дыхательной цепи связано с системой аскорбиновая кислота – глутатион. Учитывая, что большая часть аскорбиновой кислоты находится в организме в енольной форме, можно считать, что основная ее роль – это восстановление различных субстратов. В частности, витамин С может редуцировать дисульфидные связи в белках до сульфгидрильных (предохраняет от окисления активные HS-группы белков), активируя тем самым функции ферментов, содержащих эти группы (например, дегидрогеназы, сукцинатдегидрогеназы, цитохромоксидазы, щелочные фосфатазы и др.).

В организме аскорбиновая кислота выполняет следующие функции:

- стимулирует влияние на образование стероидных гормонов в коре надпочечников;
- участвует в превращениях аминокислот пролина, лизина в оксипролин и оксилизин (компоненты главной фракции коллагена соединительных и опорных тканей);
- улучшает всасывание железа;
- разлагает циклические аминокислоты (тирозина);
- восстанавливает фолиевую кислоту в метаболически активную тетрагидрофолиевую кислоту (экономия фолиевой кислоты);
- влияет на обмен серы;
- инактивирует токсины и яды;
- оказывает антиоксидантное действие.

С участием аскорбиновой кислоты происходят инактивация свободных радикалов. Являясь антиоксидантом, она предохраняет мембраны клеток и, в частности, лимфоцитов от повреждающего действия перекисного окисления. Это является основой иммуностимулирующих эффектов витамина С, которые проявляются в действии на гуморальные и клеточные механизмы иммунитета, миграцию лимфоцитов, синтез и освобождение интерферона. Витамин С повышает сопротивляемость организма инфекциям, интоксикации химическими веществами, перегреванию, охлаждению, кислородному голоданию.

Аскорбиновой кислоте принадлежит также регулирующая роль в синтезе кортикостероидов в надпочечной железе, которые играют существенную роль в адаптации организма к различным условиям. Она также играет важную роль в процессе обмена гормонов щитовидной железы, поджелудочной и половых

гормонов; улучшает функцию печени, влияет на состояние углеводного обмена, в том числе пентозофосфатного пути – при ее недостатке уменьшается активность гексокиназы, фосфогексоизомеразы и фосфоглюкомутазы, замедляется биосинтез гликогена в печени и уровень обмена в цикле трикарбоновых кислот.

На основании глубоких нарушений обмена веществ, наблюдаемых при цинге, делаются предположения об участии витамина С во многих еще не изученных реакциях. Так, у морских свинок при цинге наблюдается малокровие, перерождение почек, изменение соединительной и ретикулярной ткани (незаживающие язвы, выпадение зубов, переломы костей). При цинге нарушается целостность стенки кровеносных сосудов, появляется кровоточивость. При С-авитаминозе нарушается обмен белков, в результате усиления распада белков увеличивается выделение креатина с мочой. Кроме того, тормозится синтез соединительной ткани склеивающего межклеточного белка – коллагена, содержащего в отличие от других белков много оксипролина и оксилизина. Как включение пролина и лизина в белки, так и последующее их окисление происходит при участии аскорбиновой кислоты.

Кроме фолиевой кислоты, витамин С имеет функциональные связи и с другими витаминами. Он способен до известной степени ослаблять последствия недостатка витаминов А, Е, В₁, В₂, В₁₂ и пантотеновой кислоты.

Наиболее характерным признаком недостаточности витамина С является потеря организмом способности депонировать межклеточные «цементирующие вещества», что вызывает поражение сосудистых стенок и опорных тканей. Установлено нарушение образования коллагена и хондроитинсульфата соединительной ткани, постепенное ее разрушение вследствие деполимеризации и гидролиза волокнистых структур этой ткани, отмечены геморрагические явления и специфические изменения костной и хрящевой ткани. При недостатке витамина С снижается возможность использования запасов железа для синтеза гемоглобина в клетках костного мозга и участие фолиевой кислоты в пролиферации кровяных клеток. Все это приводит к развитию анемии.

При дефиците витамина С у человека отмечается потеря массы тела, общая слабость, одышка, боли в сердце, сердцебиение. Типичный авитаминоз С – цинга наблюдается обычно у организмов (человек, обезьяны и морские свинки), зависящих от экзогенного поступления витамина С и проявляется прежде всего в кровоточивости слизистых оболочек, десен и мышц. При цинге сосуды становятся хрупкими, проницаемыми, что служит причиной мелких точечных кровоизлияний во внутренних органах и слизистых оболочках.

Развитие С-гиповитаминоза происходит при дефиците витамина С в пище в течение 1–3 месяцев, а через 3–6 месяцев уже развивается цинга. Важнейшие

меры профилактики гипо- и авитаминоза С: постоянное потребление в достаточном количестве свежих овощей и фруктов.

Суточная потребность витамина С для взрослого человека составляет 100 мг.

Источники аскорбиновой кислоты

Витамин С наиболее активно синтезируется и накапливается только в растениях, у наземных животных его высокий уровень обнаружен в тканях надпочечников, а у рыб – в икре (таблица 3.6). Много витамина С содержится в овощах, фруктах и травах. Особенно высоко его в плодах шиповника, черной смородине, облепихе и сладком перце – природных концентратах витамина. Высоким содержанием витамина С характеризуются также укроп, петрушка, цветная капуста, апельсины, клубника, рябина. Достаточно много аскорбиновой кислоты в белокочанной капусте, причем даже в квашеной капусте сохраняются его значительные количества. Картофель содержит витамина С немного, однако в связи с потреблением значительных количеств этого продукта он наряду с белокочанной капустой вносит существенный вклад в обеспечение человека аскорбиновой кислотой. Витамин С обнаружен во всех водорослях, причем во многих видах микроскопического фитопланктона в количествах, сопоставимых с его содержанием в лимонном соке.

Витамин С разрушается при хранении, замораживании и при термической обработке.

Таблица 3.6 – Содержание витамина С в некоторых продуктах, мг на 100 г

Продукт	Содержание	Продукт	Содержание
Свежий шиповник	650	Красный сладкий перец	250
Черная смородина и облепиха	200	Перец зеленый сладкий, грибы белые сушеные, петрушка	150
Ревень	377	Молодой картофель, зеленый лук, зеленый горошек, редис, томаты	20–30
Капуста, чеснок (перо), шпинат	50–70	Водоросли зеленые	1–70
Яблоки	10–16	бурые	4–100
Земляника садовая, апельсины, лимоны, мандарины, белая и красная смородина	40–60	красные	1–9
Печень свиная и говяжья	21–33	Лопух, крапива, душица, ромашка	100
Ракообразные (краб, омар, креветка)	2,5–3,5	Морские костистые рыбы: мышцы икра	2,0–3,5 5,0–180,0

Аскорбиновая кислота и ее производные в роли функциональных пищевых добавок

Аскорбиновая кислота (E300) и ее производные – натриевая, кальциевая и калиевая соли (E301, E302, E303, E304, E305) – широко применяются в качестве антиокислителей и синергистов при производстве различных пищевых продуктов.

Аскорбиновая кислота применяется для предотвращения окислительной порчи жировых продуктов, в частности, маргарина, топленых жиров, являясь в первую очередь синергистом, восстанавливая фенольные соединения и связывая металлы.

Введение аскорбиновой кислоты и ее солей в жировые продукты повышает, кроме того, их пищевую ценность.

Производные аскорбиновой кислоты – аскорбилпальмитат (E 304) и аскорбилстериат (E 305) – антиоксиданты с С-витаминной активностью.

Эфиры аскорбиновой кислоты и высокомолекулярных жирных кислот эффективны при совместном использовании с лецитином, токоферолами. Не влияют на вкус, запах и цвет пищевых продуктов. Применяются в производстве мясных продуктов из измельченного мяса, фарша, ветчинных изделий, пресервов и консервов.

Максимальный уровень содержания аскорбиновой кислоты и ее солей в пищевых продуктах регламентируется соответствующими ТИ.

5 Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте строение аскорбиновой кислоты.
2. Опишите функции аскорбиновой кислоты в организме.
3. Назовите основные превращения аскорбиновой кислоты в организме.
4. Назовите основные источники аскорбиновой кислоты в природе.
5. Опишите функциональные свойства аскорбиновой кислоты и ее производных как пищевой добавки.
6. Каков механизм антиокислительного эффекта аскорбиновой кислоты и ее солей в пищевом продукте?
7. Почему введение в пищевой продукт аскорбиновой кислоты повышает ее пищевую ценность?
8. В какие пищевые системы рекомендуется вводить аскорбиновую кислоту и ее производные и в каких количествах?
9. Охарактеризуйте метод йодатометрии.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

4.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАТУРАЛЬНОГО ПОДСЛАСТИТЕЛЯ – МЕДА

1 Цель лабораторной работы

Сформировать умения и навыки по определению качественных характеристик меда как природного подсластителя; различий между применяемыми методами идентификации; использования экспресс-метода для исключения возможных фальсификаций меда.

2 Задание по лабораторной работе

- Провести идентификацию образцов меда по органолептическим показателям (п. 3.1);
- Экспресс-методами определить возможное наличие в образцах сахарозы, крахмальной и свекловичной патоки (п. 3.2–3.4).

3 Методические указания по выполнению задания

3.1 Идентификация меда по органолептическим показателям

Используя сведения теоретической части (п. 4), идентифицировать мед по органолептическим показателям. Сделать вывод о его качестве.

• *Идентификация меда по вкусовым качествам*

Для натурального меда характерно раздражающее действие на слизистую оболочку полости рта, глотки различной интенсивности полифенольными соединениями, перешедшими в него с нектаром. Это послевкусие может усиливаться уже после проглатывания. Чем меньше проявляется это послевкусие, тем большая вероятность, что мед фальсифицирован сахарозой.

Ход работы. Тщательно прополоскать рот дистиллированной водой. Чистой ложечкой взять небольшое количество исследуемого меда и проглотить его, задержав пробу на несколько секунд в ротовой полости.

Сделать вывод о соответствии вкуса исследуемого образца натуральному меду. Данные опыта занести в таблицу 4.1.

• *Идентификация меда по степени прозрачности*

Натуральный мед из-за присутствия белковых веществ имеет опалесценцию (мутность). Эта опалесценция увеличивается при зарождении кристаллов глюкозы. Прозрачный мед указывает на его возможную фальсификацию.

Ход работы Небольшую порцию исследуемого образца перенести в стеклянную пробирку и растворить в малом количестве теплой (не выше 60 °С) воды. Визуально исследовать степень мутности раствора в проходящем свете.

Сделать вывод о соответствии прозрачности исследуемого образца натуральному меду. Данные опыта занести в таблицу 4.1.

3.2 Экспресс-метод определения наличия в натуральном меде сахарозы или сахарного сиропа

Качественное определение сахарозы

Ход работы. В пробирку к 5 мл 0,25 %-ного раствора меда добавляют 2 мл 4 %-ного раствора едкого натрия и смесь перемещают в кипящую водяную баню на 10 мин., а затем охлаждают до 20–25°С. Раствор приобретает соломенно-желтую окраску. К 1 мл охлажденного раствора приливают 2 мл 1 %-ного раствора камфары в концентрированной соляной кислоте и тщательно встряхивают. При наличии сахарозы и низкой активности фермента сахарозы раствор окрашивается от вишневого до бордово-красного цвета.

В зависимости от результата опыта сделать вывод о наличии в исследуемом образце сахарозы. Данные опыта занести в таблицу 4.1.

3.3 Экспресс-метод определения наличия в натуральном меде крахмальной патоки

• Качественная реакция на декстрины

Ход работы. К водному раствору меда (1:2 или 1:3) приливают равное количество 96 %-ного этилового спирта и тщательно взбалтывают в течение минуты. Раствор становится молочно-белым и в отстое образуется прозрачная полужидкая масса (декстрины). При отсутствии примеси крахмальной патоки ферментативного гидролиза раствор остается прозрачным, и только в месте соприкосновения слоев меда и спирта имеется едва заметная муть, исчезающая при взбалтывании.

В зависимости от результата опыта сделать вывод о наличии в исследуемом образце крахмальной патоки. Данные опыта занести в таблицу 4.1.

• Реакция на наличие остатков соляной кислоты

Ход работы. Пробу меда растворяют в дистиллированной воде в соотношении 1:2 или 1:3 и добавляют кристаллик азотнокислого серебра. В присутствии продуктов гидролиза крахмала соляной кислотой образуется помутнение вплоть до выпадения белых хлопьев.

В зависимости от результата опыта сделать вывод о наличии в исследуемом образце остатков соляной кислоты. Данные опыта занести в таблицу 4.1.

• *Реакция на крахмал*

Ход работы. Пробу меда растворяют в дистиллированной воде в соотношении 1:1 и добавляют каплю раствора йода. Изменение окрашивания раствора указывает на присутствие крахмала или продуктов его гидролиза.

В зависимости от результата опыта сделать вывод о присутствии в образце крахмала или продуктов его гидролиза. Данные опыта занести в таблицу 4.1.

3.4 Экспресс-метод определения наличия в меде свекловичной патоки

Ход работы. К 2 мл 10 %-ного раствора меда в дистиллированной воде прибавляют 1 мл уксуснокислого свинца и 10 мл этилового спирта. Обильный желтовато-белый осадок указывает на примесь свекловичной патоки. При небольшом содержании свекловичной патоки в меде (до 10 %) образуется не осадок, а обильная молочно-белая муть. Раствор натурального меда дает только легкое помутнение.

В зависимости от результата опыта сделать вывод о присутствии в образце свекловичной патоки. Данные опыта занести в таблице 4.1.

По имеющимся экспресс-данным сделать предварительный вывод о возможной фальсификации исследованного образца меда.

Таблица 4.1 - Результаты экспресс-анализа качества меда

Образец	Вкус	Прозрачность	Сахароза	Декстрины	Остаток HCl	Крахмал	Свекловичная патока
							;

4 Теоретический (справочный) материал

Природные подсластители и сахаристые крахмалопродукты

В пищевой промышленности, кулинарии, при приготовлении пищи в домашних условиях широко применяют вещества, обладающие сладким вкусом, – *подсластители*.

Первыми из сладких веществ, употребляемых человеком, были *мед, соки и плоды растений*. С глубокой древности в качестве подслащивающих веществ известны также такие продукты, как солодовый экстракт и лактоза.

Лактоза – молочный сахар, дисахарид, состоящий из остатков глюкозы и галактозы. Используют в детском питании и для производства специальных кондитерских изделий, в медицине.

Солодовый экстракт – водная вытяжка из ячменного солода, смесь, состоящая из моно- и олигосахаридов (глюкозы, фруктозы, мальтозы, сахарозы и др.), белков, минеральных веществ, ферментов. Содержание сахарозы в нем достигает 5 %. Используется в кондитерской промышленности, при производстве продуктов детского питания.

В пищевой промышленности для придания продуктам сладкого вкуса используют разнообразные *сахаристые крахмалопродукты*, получаемые путем гидролиза крахмала (частичного или полного), иногда с последующей модификацией отдельных компонентов гидролиза. К первой группе относятся продукты частичного гидролиза – *крахмальные патоки* (низкоосахаренная, карамельная, высокоосахаренная, мальтозная, глюкозомальтозная), а также *мальтодекстрины*, а ко второй группе – продукты полного гидролиза крахмала с возможной *их модификацией*. Они включают *моногидратную и ангидридную глюкозу, фруктозу, глюкозные и глюкозно-фруктозные сиропы с различным содержанием фруктозы*.

Все большее распространение получают сахаристые продукты, вырабатываемые непосредственно из зернового сырья без выделения крахмала – *зерновые сиропы, сладкие углеводные добавки*, это связано с их хорошей усвояемостью организмом и экономической выгодой, причем в пищевых продуктах они одновременно исполняют роль структурообразователей, наполнителей, источников сухих веществ, а иногда и консервантов.

Мед – уникальное биологически активное вещество. Медоносная пчела завоевала широкую популярность в народе; целебные продукты ее жизнедеятельности применяют в медицине и ветеринарии при лечении самых разнообразных заболеваний.

Свежий пчелиный мед представляет собой густую прозрачную, ароматную сладкую жидкость, окраска которой бывает различной в зависимости от его сорта – от очень светлой до буро-красновато-коричневой. Мед – продукт жизнедеятельности пчел и цветковых растений. Пчелы готовят его, перерабатывая собранный цветочный нектар.

Нектар отличается от готового зрелого меда по своему составу: он содержит значительно больше воды (около 50 %) и меньше сахаристых веществ. При переработке нектара пчелами в ульях большая часть воды испаряется, благодаря чему процентное содержание сахаров повышается до

70–80 %. Одновременно пчелы прибавляют к нектару свою слюну, содержащую ферменты (инвертазу, амилазу, глюкогеназу, липазу, трипсин, протеазу и каталазу), под воздействием которых вещества, входящие в состав нектара, изменяются. Тростниковый сахар нектара превращается в плодовый (фруктозу) и виноградный (глюкозу) сахара. Это превращение сахаров называют *инверсией*, а получающиеся сахара – глюкозу и фруктозу – *инверсными сиропами*.

Превращение тростникового сахара нектара в глюкозу и фруктозу меда имеет большое значение, так как эти сахара при поедании их пчелами хорошо усваиваются их организмом без дальнейшей переработки в органах пищеварения. Также легко усваиваются эти сахара меда организмом человека.

До сих пор не изобретен способ, дающий возможность заменить пчел в сборе нектара, и ни одна лаборатория еще не смогла приготовить искусственный мед, равноценный натуральному продукту. Каждый килограмм меда образуется из нектара почти 10 млн. цветков. За один вылет пчела в своем зобике может принести до 45 мг нектара. Ежедневная порция меда на взрослого человека – 60–100 г (за несколько приемов), для детей это количество уменьшают наполовину. Лучше всего принимать мед за 1,5–2 ч до еды и через 3 ч после. В среднем количественные изменения веществ, происходящие при переработке пчелами нектара в мед, представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Сравнительная характеристика меда и нектара

Состав	Содержание, %	
	в нектаре	в меде
Вода	75	22
Тростниковый сахар	12,3	5,9
Инвертированный сахар	9,2	67,3
Прочие вещества	3,5	4,8

Зрелый мед в среднем содержит (%): воды 18–20, глюкозы – 34, левулезы (фруктозы) – 39, сахарозы – 1,3, декстринов – 4,8, минеральных веществ – 0,19, органических кислот – 0,1, растительного белка – 0,45 и ряд других биологически активных веществ, нормализующих обмен веществ в организме человека.

Эфирные масла, красящие вещества и кислоты составляют незначительную часть меда; от них зависит главным образом его вкус, аромат и цвет. Постоянной примесью меда бывает цветочная пыльца. За счет примеси цветочной пыльцы он значительно обогащается разнообразными витаминами. В цветочной пыльце имеются следующие витамины, обнаруживаемые и в пчелином меде: В₂, В₆, Н, С, К, фолиевая кислота, пантотеновая кислота. Хотя перечисленные витамины содержатся в меде в очень незначительном

количестве (кроме витамина В₂), они имеют исключительно важное значение, так как находятся в сочетании с другими ценными для организма веществами, такими как глюкоза, фруктоза (левулеза), декстрины, минеральные соли, органические кислоты.

Ароматические вещества, в том числе и эфирные масла, выделяемые цветущими растениями, пчелы собирают вместе с нектаром, и они сохраняются в меде. Тонкий аромат меда создается в цветах растений. Падевый мед собирается не с цветков, поэтому он таким ароматом не обладает и имеет запах пережженного сахара, однако есть сорта цветочного меда темных оттенков со слабо выраженным или не совсем приятным ароматом (каштановый, табачный). Пригодность меда к длительному хранению, без порчи, определяется прежде всего его зрелостью, т. е. процентным содержанием в нем воды.

Промежуточными продуктами меда являются декстрины, которые получают при расщеплении крахмала и отличаются от крахмала тем, что растворяются в воде. Декстрины не кристаллизуются, наоборот, они, будучи клееподобными, задерживают кристаллизацию, и поэтому при большом содержании их в меде последний кристаллизуется очень медленно.

Зольность меда характеризуется содержанием в нем минеральных солей – фосфора, железа, кальция, калия, марганца, натрия, магния, хлора, серы, йода и др. Встречаются соли алюминия, брома, никеля, олова и даже иногда радия. Пчелиный мед с зольностью ниже 0,14 % причисляют к цветочному, а имеющий зольность в пределах от 0,14 до 0,28 % может быть как цветочным, так и падевым. Самую высокую зольность имеет падевый мед, особенно с хвои. Цвет этого меда грязно-зеленоватый. Зольность меда определяется его сжиганием с последующим анализом несгоревших остатков.

В одном килограмме меда обычно находится несколько тысяч (до 6 тыс.) зерен пыльцы. Таким образом, белок в мед попадает через пыльцевые зерна цветов. Кроме белка, пыльца содержит жир, сахар, крахмал, витамины и другие вещества.

Из органических свободных кислот в состав меда входят яблочная, молочная, лимонная, винная, щавелевая, муравьиная и янтарная. Эти кислоты в небольших микродозах содержатся почти во всех сортах пчелиного меда. Больше всего бывает яблочной кислоты, причем в цветочном меде ее значительно больше, чем в падевом; совсем незначительно содержание муравьиной кислоты; в некоторых сортах ее совсем не бывает. Наличие в меде уксусной кислоты является признаком его брожения (закисания), которое можно приостановить прогреванием меда в течение 30 мин. при 60–62 °С.

Ферменты инвертаза, глюкогеназа и амилаза, имеющиеся в меде, поступают в его состав при обработке нектара пчелами. Они вырабатываются в слюнных железах пчелы. Из них наиболее активным ферментом является

инвертаза. Под ее влиянием тростниковый сахар расщепляется на более простые, легко усваиваемые организмом виноградный (глюкоза) и плодовой (фруктоза) сахара. Глюкогеназа расщепляет животный крахмал – гликоген, превращая его в глюкозу и мальтозу. Фермент амилаза (диастаза) превращает крахмал и декстрины в сахар. Кроме этих трех основных ферментов, в меде имеется фермент каталаза, вырабатываемый в цветках растения и попадающий в мед вместе с пылью. Каталаза бывает только в натуральном меде, благодаря чему лабораторным путем можно определить его натуральность. В пыльцевых зернах, попадающих в небольших количествах в мед, имеются трипсин, пепсин, липаза и др.

Глюкоза служит главной причиной кристаллизации меда, как говорят «засахаривания», «садки». Это один из наиболее доказательных признаков его натуральности. К основным свойствам меда относится его удельный вес, который может колебаться в пределах 1,41–1,44.

Кристаллизация меда может быть крупнозернистой, мелкозернистой и салообразной. Доброкачественный мед всегда дает хорошую, плотную и равномерную кристаллизацию по всей его высоте. Рыхлая кристаллизация зависит от высокой водности меда или объясняется содержанием в нем большого количества плодового сахара – фруктозы (левулезы). Обычно образование зародышевых, первичных кристаллов начинается на поверхности массы меда в результате испарения влаги и образования перенасыщенного раствора. При этом образуются кристаллы виноградного сахара – глюкозы, которые, будучи тяжелее меда, опускаются и разрастаются в целые крупинки. Осаждаясь на дно, они вытесняют на поверхность жидкий мед. При температуре 13–14 °С процесс кристаллизации проходит наиболее быстро. С повышением температуры кристаллизация замедляется, при 27–32 °С вовсе прекращается, а при температуре около 40 °С кристаллы растворяются, и мед становится сиропобразным. При температуре ниже 13 °С увеличивается вязкость меда, и кристаллизация проходит медленно.

Все эти изменения не влияют на качество меда, и его питательные свойства сохраняются без изменений.

Признаком хорошего качества сиропобразного меда является его высокая вязкость. Она зависит от содержания в нем декстринов, коллоидов, сахарозы и воды. Различные соотношения этих составных частей и определяют степень вязкости. С повышением температуры вязкость меда понижается. При температуре 10 °С он делается настолько вязким, что его трудно переливать. Центробежный мед бывает очень жидким – клеверный, акациевый, жидким – липовый, гречишный; густым – одуванчиковый; клейким – падевый и студнеобразным – вересковый. Цвет меда зависит от красящих веществ, попадающих в него вместе с нектаром. Закристаллизовавшийся мед более

светлый, чем в сиропообразном состоянии. Помутнение жидкого меда – верный признак начала кристаллизации.

Мед бывает светлый, янтарным и темным с многими переходными оттенками в каждой из этих групп.

Различают по происхождению две группы меда – цветочные и падевые. Группу цветочных медов обычно разделяют на однородный (монофлорный) мед, образуемый из нектара цветковых растений одного рода или вида, и мед смешанный (полифлорный), собранный с цветов разнообразных растений, его называют луговым, таежным, горным, степным и т. п.

Различают однородные (монофлорные) меда.

Липовый («уфимский») – светлого янтарного цвета с очень тонким и сильным ароматом. При кристаллизации образует плотную мелкозернистую садку, но можно получать и крупнозернистую садку. По сладости и силе аромата он считается первым из всех видов липового меда в мире.

Липовый (дальневосточный) – в чистом виде имеет водянисто-прозрачный цвет с чуть кремоватым оттенком, тонкий приятный аромат, закристаллизовывается в плотную салообразную садку. Относится к высшему сорту.

Кипрейный – водянисто-прозрачный, в закристаллизовавшемся состоянии имеет белый цвет со слегка синеватым оттенком. Кристаллизуется очень быстро после откачивания. Садка мелкозернистая и салообразная, неплотная, имеющая тестообразный вид. Аромат очень нежный, но слабо выраженный.

Донниковый – водянисто-прозрачного или светло-янтарного цвета. Кристаллизуется в крупнозернистую и мелкозернистую плотную массу белого цвета. По нежности вкуса и тонкости аромата относится к группе лучших сортов меда.

Хлопчатниковый – бесцветный, как вода. В закристаллизованном виде приобретает белый цвет и приятный аромат. Садка крупнозернистая, не очень плотная.

Подсолнечниковый – цвет светло-янтарный, аромат слабый. Кристаллизуется очень быстро в крупнозернистую садку. Имеет мягкий специфический привкус, который несколько устраняется по мере кристаллизации.

Гречишный – темно-красной и коричневой окраски, в осевшем виде делается коричневым. Имеет сильный приятный своеобразный вкус и аромат. Кристаллизуясь, дает сравнительно плотную крупнозернистую или мелкозернистую садку. Содержит значительно большее количество железа и белков, чем светлые сорта меда, и по своим качествам не уступает им.

Каштановый – собирается пчелами с цветов конского и настоящего (съедобного) каштана. Мед, собранный с конского каштана, бесцветный, водянистый, а со съедобного – темный, очень жидкий, с горечью. Оба имеют неприятный привкус и быстро кристаллизуются.

Табачный мед светлых тонов – горький на вкус и поэтому в пищу не годится. При подогревании его горечь несколько уменьшается.

Падевые меда образуются из собираемых пчелами сладких (сахаристых) выделениях листьев или стеблей некоторых растений или выделений тлей и других насекомых, поселяющихся на некоторых частях растений. Падевый мед обладает большей бактерицидностью по сравнению с цветочным, совершенно безвреден для человека, хотя его вкусовые качества низкие. Он вреден для пчел и непригоден как корм для их зимовки.

По цвету, запаху, кристаллизации и вкусу падевый мед очень разнообразен: собранный пчелами с лиственных деревьев имеет темно-бурую окраску, а собранный с деревьев хвойных пород – светлый, зеленоватого оттенка. Такой мед более вязкий; водность его на 1–1,5 % ниже цветочного меда. Некоторые виды падевого меда имеют резко выраженный неприятный вкус. Такой мед во рту не тает и долгое время держится комком. Однако встречается падевый мед и удовлетворительного вкуса, с незначительным запахом или без него. Кристаллизуется очень медленно, но некоторые виды падевого меда кристаллизуются быстро, образуя мелкозернистую, а иногда и крупнозернистую садку.

Меда цветочные, монофлорные имеют характерный устойчивый вкус и аромат, свойственный только данному виду, в то же время смешанные, полифлорные меда могут иметь разнообразный вкус и запах.

Это происходит потому, что часто пчелы за сезон собирают нектар с различных цветковых растений. В таких случаях при отборе готового меда из ульев происходит его смешивание. Обычно такое смешивание не ухудшает качество полученного центробежного меда. В таком меде увеличивается разнообразие (хотя и в незначительных количествах) кислот и эфирных масел, придающих ему особо выраженный приятный привкус и тончайший аромат. На этом и основывается торгово-промышленное купажирование (смешивание разных сортов) меда. Такое искусственное смешивание различных сортов при соблюдении правильности их подбора дает улучшение качества и, наоборот, может резко снижать вкусовые качества меда, если сорта неправильно подобраны.

Общим основным признаком меда является сладкий вкус; характер и степень последнего зависит от зрелости меда и рода растений, с которых он собран.

Резко выраженный кислотный вкус имеет испорченный мед, в котором после спиртового брожения накапливаются уксусно-кислые бактерии. Они наиболее благоприятно развиваются при температуре 11–19°C.

По способу добывания различают натуральные пчелиные меда: центробежный и сотовый. Качество этих медов и состав одинаковы.

Калорийность пчелиного меда и некоторых основных продуктов питания может быть представлена так: 1 кг сахара – 3900 ккал, пчелиного меда – 3150 ккал, пшеничного хлеба – 2170 ккал, куриных яиц (20 шт.) – 1590 ккал, коровьего молока (1) – 665 ккал.

При нагревании выше 60 °С в меде происходят изменения: потемнение, карамелизация сахара, улетучиваются эфирные масла, теряются ферментативные и другие свойства; он становится обычным углеводистым продуктом питания. Установлено, что мед обладает бактерицидными свойствами. Причина бактерицидности заключается, прежде всего, в его высокой сахаристости (около 80 %), а также кислой реакции благодаря наличию в нем нескольких органических кислот, которые также препятствуют размножению бактерий. В лабораторных опытах установлено, что бактерии тифа могут жить в чистом меде только 48 ч, паратифозные бактерии – 24 ч, дизентерийные – 10 ч, а прибавка меда к культуре туберкулезных бацилл задерживает их размножение.

Определение подлинности пчелиного меда

Поскольку за последние годы рынок пчелиного меда в России стабилизировался и цены на него, как и во многих других странах, превышают цены на сахар в 8–10 раз, возникают большие проблемы с качеством потребляемого населением пчелиного меда.

В зависимости от сложности и достоверности проведения анализа по установлению подлинности продукта используемые методы подразделяются на:

- экспрессные – ускоренные методы, дающие полуколичественные или приблизительные данные по тем или иным показателям;
- стандартные – методы, прошедшие проверку достоверности получаемых данных не менее чем в восьми лабораториях и вошедшие в те или иные стандарты;
- экспертные – методы, применяемые экспертами высшей квалификации (кандидаты или доктора наук, профессора), владеющими оригинальными методиками;

– арбитражные – методы, прошедшие проверку достоверности получаемых данных в различных лабораториях и используемые при разногласиях поставщиков и покупателей.

5 Контрольные вопросы

1. Какие вещества относятся к природным подсластителям и каковы особенности их получения и применения в промышленности?

2. Что называется инверсией, какие процессы предшествуют получению инверсных сахаров?

3. В чем заключаются особенности состава зрелого меда?

4. Каковы основные характеристики физических свойств меда?

5. В чём состоят качественные отличия основных сортов меда?

6. Чем обуславливается высокая питательная ценность меда?

7. В чём причина бактерицидности меда?

8. В каких случаях возможно применение экспресс-методов для идентификации пчелиного меда?

9. Какой вывод можно сделать из проделанной работы?

4.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВАРЕННОЙ СОЛИ

1 Цель лабораторной работы

Сформировать умения и навыки по определению качества поваренной соли, её пригодности использования в качестве консерванта в пищевой промышленности.

2 Задание по лабораторной работе

В образцах поваренной соли определить:

- вкус и запах соли (согласно п. 3.1);
- реакцию соли (согласно п. 3.2);
- содержание влаги (согласно п. 3.3);
- количество нерастворимых в воде веществ (согласно п. 3.4);
- количество хлора (согласно п. 3.5) с пересчётом на содержание хлористого натрия.

По полученным результатам определяют пригодность данного образца соли к использованию в пищевой промышленности.

3 Методические указания по выполнению задания

Работа выполняется индивидуально каждым студентом или по группам в составе 2–3 человек.

3.1 Определение вкуса и запаха

Вкус соли определяют в 5 %-ном водном растворе при 15–25 °С. Для определения запаха навеску соли около 20 г растирают в чистой фарфоровой ступке при комнатной температуре и тут же отмечают запах.

3.2 Определение реакции соли

5 г соли растворяют в 15 мл воды и опускают в раствор лакмусовые бумажки или универсальный индикатор. Реакцию соли характеризуют как кислую, щелочную или нейтральную.

3.3 Определение содержания воды

Соль гигроскопична и может сравнительно быстро поглощать влагу из окружающего воздуха. В зависимости от условий хранения количество влаги в соли может изменяться в довольно значительном диапазоне. Она довольно быстро высыхает, если относительная влажность менее 70 %, и наоборот, при влажности воздуха 75 % она быстро увлажняется. При хранении в атмосфере влажного воздуха содержание влаги может достигать 12 % и более. При количестве влаги 8–10 % соль становится сырой на ощупь. Вследствие увлажнения на ее поверхности образуется плёнка насыщенного раствора. При подсыхании соли она может превратиться в монолит, дальнейшее использование которого будет вызывать затруднения. В связи с этим соль следует хранить в герметично закрытой таре или изолированных помещениях с влажностью воздуха 70 %.

Количество влаги зависит от содержания в ней солей магния и кальция, обладающих повышенной гигроскопичностью по сравнению с чистым хлористым натрием, а также от помола соли (размер частиц).

Способность соли сравнительно быстро менять влажность имеет большое практическое значение при посоле мяса, рыбы и других продуктов.

В молотой соли содержание влаги определяют без предварительного измельчения средней пробы. Навеску соли массой 10 г помещают в предварительно высушенную и взвешенную коническую колбу ёмкостью 50 мл со вставленной в неё воронкой. Высушивание соли производят в сушильном

шкафу при температуре 105°C до постоянной массы. Взвешивание производят после остывания колбы с солью в эксикаторе.

Содержание воды в соли (в %) вычисляют по формуле (4.1):

$$X = \frac{(a-b) \cdot 100}{P}, \quad (4.1)$$

где a – масса колбы до высушивания, г; b – масса колбы после высушивания, г; P – навеска соли, г; 100 – коэффициент пересчета в %.

3.4 Определение не растворимых в воде веществ

Не растворимые в воде вещества примешиваются к соли при её добыче, транспортировке и хранении. Эти вещества при значительном их содержании могут обволакивать поверхность продукта, затрудняя проникновение хлористого натрия в его внутренние слои, что значительно снижает скорость просаливания и может привести к порче продукта.

В состав нерастворимых примесей входят неорганические соединения. Среди этих соединений могут быть песок, глина уголь, попадающие главным образом при хранении и перевозках, а также окислы железа, алюминия, углекислые соли щелочных металлов. Окислы железа, алюминия всегда присутствуют в каменной соли, в то время как углекислые и сернокислые соли кальция (мел, гипс), сопутствующие хлористому натрию, находятся в соли, получаемой из морской воды. В составе нерастворимого остатка могут быть также и некоторые органические соединения.

При определении количества нерастворимых примесей 10 г соли отвешивают в химический стакан ёмкостью 400 мл, приливают 100 мл воды, ставят на кипящую баню и нагревают при периодическом перемешивании стеклянной палочкой в течение 0,5 ч, не доводя до кипения. Затем стакан с раствором ставят на отстаивание на 10 мин. для осаждения не растворившихся в воде веществ. После этого раствор фильтруют в мерную колбу ёмкостью 500 мл через предварительно высушенный и взвешенный вместе с бюксой бумажный фильтр, избегая перевода на фильтр осевших на дно стакана нерастворившихся частиц.

Оставшиеся в стакане частицы переводят в фарфоровую ступку (с ?) небольшим количеством воды. Частицы растирают в ступке пестиком в течение 5 мин. стакан ополаскивают дистиллированной водой (20–30 мл), которую сливают в ступку. Содержимое ступки сливают на фильтр. Ступку также ополаскивают водой и содержимое сливают на фильтр. Фильтр с осадком ополаскивают горячей водой (30–50 мл). Фильтр с нерастворимым осадком подсушивают на воронке в сушильном шкафу при 80–90 °С, а затем переносят в бюксу, где проводилось предварительное высушивание фильтра, и сушат при

100–105 °С до постоянной массы. Фильтрат в колбе доводят до метки, тщательно взбалтывают и сохраняют для дальнейшего анализа.

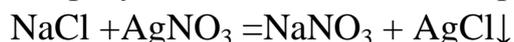
Содержание не растворимых в воде веществ, в % сухой соли (X), рассчитывают по формуле (4.2):

$$X = \frac{(b-a) \cdot 100}{P}, \quad (4.2)$$

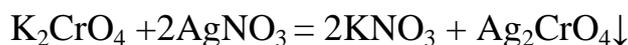
где a – масса бюкса с фильтром, г; b – масса бюкса с фильтром и не растворимым в воде осадком, г; P – навеска соли, г; 100 – коэффициент пересчета, %.

3.5 Определение хлора аргентометрическим методом

Метод основан на следующем принципе. В нейтральных растворах азотнокислое серебро образует с хлористым натрием белый осадок хлористого серебра, а с хромовокислым калием – тёмно-красный осадок хромовокислого серебра. Так как растворимость хлористого серебра меньше, чем хромовокислого, вначале образуется белый осадок хлористого серебра:



После того как весь хлор будет связан, избыток азотнокислого серебра реагирует с хромовокислым калием:



Покраснение раствора или появление красного осадка хромовокислого серебра свидетельствует, что весь хлор уже связан серебром.

Из фильтрата, полученного при определении не растворимых в воде веществ, в коническую колбу (100 мл) отбирают 10 мл жидкости, разбавляют водой до объёма 50 мл, прибавляют 4 капли 10 %-го раствора хромовокислого калия и титруют 0,1 н раствором азотнокислого серебра при энергичном перемешивании жидкости.

Из количества миллилитров израсходованного на титрование азотнокислого серебра вычитают 0,1 мл, представляющий избыток раствора серебра, необходимый для получения указанного окрашивания осадка.

Содержание хлора в процентах сухой соли вычисляют по формуле (4.3):

$$X = \frac{a \cdot 0,003546 \cdot 500 \cdot 100}{10 \cdot P}, \quad (4.3)$$

где a – количество 0,1 н раствора азотнокислого серебра, израсходованного на титрование, мл; P – навеска соли, г; 0,003546 – количество хлора, соответствующее 1 мл 0,1 н раствора азотнокислого серебра, г; 100 – коэффициент пересчета, %.

При расчёте на хлористый натрий принимают, что 1 мл 0,1 н раствора азотнокислого серебра соответствует 0,005850 г хлористого натрия. Коэффициент для пересчёта хлор-иона на хлористый натрий – 1,65.

Оборудование, реактивы, вспомогательные материалы представлены таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Оборудование, реактивы, вспомогательные материалы

№ п\п	Наименование	Количество
1	Сушильный шкаф (Т=105 °С)	1
2	Бюксы	5
3	Стаканы стеклянные (100 мл)	5
4	Воронки стеклянные	5
5	Ступка фарфоровая	5
6	Колба коническая (50 мл)	5
7	Фильтр складчатый	5
8	Химический стакан (400 мл)	5
9	Колба мерная (500 мл)	5
10	Колба мерная (250 мл)	5
11	Соль, 5 образцов по 50 г	
12	Универсальный индикатор	
13	10 %-ный раствор хромовокислого калия	50 мл
14	0,1 н раствор азотнокислого серебра	500 мл

4 Теоретический (справочный) материал

Поваренная соль (хлористый натрий NaCl) по элементарному составу состоит из 39 % натрия и 61 % хлора, является основной вкусовой приправой и консервирующим веществом. Она чрезвычайно широко используется в пищевой промышленности. В настоящее время жизнь кажется немыслимой без поваренной соли, а между тем до сих пор некоторые народности Севера, Африки и Азии обходятся без неё. Но здесь следует иметь в виду, что потребность в натрии и хлоре удовлетворяется за счёт повседневных продуктов, в которых широко представлены эти элементы. Суточная потребность человека в хлористом натрии составляет 10–15 г. В расчёте на 10 г продукта несолёное сливочное масло содержит (в г) 0,69 хлористого натрия; рыба – 0,30; говядина – 0,11; яйца – 0,21; сыр – 0,20; капуста, манная крупа, бобы – 0,1.

Поваренная соль (хлористый натрий) встречается в природе в виде залежей в недрах земли и на дне соляных озёр, в виде соляных источников, а также входит в состав воды, где её содержание около 3 %.

Главной составной частью поваренной соли является хлористый натрий, который широко распространён в природе, но в чистом виде встречается крайне

редко. Обычно он находится в смеси с другими солями щелочных и щелочноземельных металлов. В зависимости от способа добычи (получения) поваренная соль делится на следующие виды: самосадочная, садочная, каменная, выварочная.

Самосадочной солью называют соль, добытую со дна соленых озер – она оседает естественным образом. Образовывается вследствие кристаллизации части соли из воды (рапа). Соляные озёра в нашей стране, где добывают самосадочную соль, – Баскунчак и Эльтон. Соль, добытая в озере Баскунчак, содержит примесей меньше, чем добытая в озере Эльтон.

Садочная соль образуется при выпаривании морской или соленой озерной воды в специальных бассейнах. Содержание хлорида натрия в ней меньше, чем в других видах, – 94–98 %. К тому же в садочной соли гораздо больше других ионов, благодаря чему она может отличаться по вкусу.

Выварочной солью называют соль, полученную выпариванием воды из подземных соляных источников. Большое количество соляных источников имеется в Архангельской области. Выварочная соль поступает в продажу под названием столовой соли, её используют главным образом при изготовлении консервов, для посола рыбы, мяса, сала применяют редко.

Каменной солью называют соль, залегающую в земле большими пластами, подобно каменному углю. Пласты образовались в течение тысячелетий, очевидно, из самосадочной соли, после того как водоём полностью высох и был постепенно занесён землёй. Для добычи каменной соли строятся специальные шахты. Каменная соль, встречающаяся в России, содержит по сравнению с другими видами соли наименьшее количество воды и наибольшее количество хлористого натрия (96,0–99,8 %). Большие залежи каменной соли имеются на севере Сибири.

Основное значение хлористого натрия заключается в его способности регулировать водно-солевой баланс в организме человека, а также поддерживать кислотно-щелочное равновесие. Поддержание концентрации натрия в тканях и жидкостях организма на оптимальном уровне в значительной степени обеспечивается печенью, в которой его избыток может запасаться.

По качеству поваренную соль разделяют на 4 сорта: **экстра** (99,7 % NaCl), **высший сорт** (98,4 % NaCl), **1 сорт** (97,7 % NaCl), **2 сорт** (97,0 % NaCl). В состав примесей поваренной соли, например, сорта экстра, может входить (не более, %), нерастворимых в воде веществ – 0,45; кальция – 0,5; магния – 0,1; сульфатов – 1,2; окиси железа – 0,01. В каменной соли содержится до 0,25 % влаги, в самосадочной и садочной – до 4,0 %, выварочной – до 5,0 %.

Поваренная соль в зависимости от сорта содержит большее или меньшее количество примесей, которые можно разделить на две группы: 1 – химические

индифферентные; 2 – химические активные. К первой группе относятся вода и все нерастворимые в ней вещества, образующие так называемый нерастворимый остаток. Ко второй группе примесей относятся хлористые и сернокислые соли кальция, магния и железа, а также сульфат натрия. Эти соли получили название балластных солей. Примеси, содержащиеся в соли, отрицательно сказываются на скорости просаливания и качестве солёного продукта, поэтому их состав и количество ограничиваются стандартом на поваренную соль (ГОСТ Р 51574-2018 «Соль пищевая. Общие технические условия»).

В торговую сеть поступает поваренная соль мелкокристаллическая 0-го помола (размер кристалла не более 0,8 мм); помола № 1 – 1,2 мм; помола № 2 – 2,5 мм; помола № 3 – 4 мм, а также йодированная. В такую соль добавляют йодистый калий с целью обогащения пищевого рациона микроэлементом – йодом, при недостатке которого может развиваться зубная болезнь. Йодированную соль следует хранить в тёмном прохладном месте, так как йодистый калий на свету и при повышенной температуре разлагается.

Отбор проб и подготовку образца к исследованию проводят по ГОСТ Р 51574-2018. При исследовании определяют внешний вид, цвет, вкус, запах, рН раствора соли, массовую долю хлористого натрия и других ионов (кальций-иона, магний-иона, сульфат-иона, калий-иона, оксида железа (III)), нерастворимых в воде веществ, влаги, помол соли.

Величина кристаллов соли имеет большое значение для посола рыбы: от них зависит скорость ее растворения, рассеиваемость, гигроскопичность. Скорость растворения соли на поверхности рыбы при посоле и приготовлении тузлука зависит в первую очередь от её помола.

При одном и том же объёме или массе общая поверхность кристаллов у соли мелкого помола будет в несколько раз больше, чем у соли крупного помола. Поэтому в тех случаях, когда требуется быстрое растворение соли и применяется относительно небольшая её дозировка, берут соль мелкого помола, например, при сухом посоле икры, сухом посоле рыбы в консервном производстве. При более высоких дозировках и большей продолжительности посола берут соль более крупного помола (№ 1), содержащую значительное количество мелких кристаллов, но одновременно и крупные кристаллы. В этом случае мелкие кристаллы прилипают при посоле к влажной поверхности рыбы и обеспечивают быстрое наступление и прохождение первой стадии просаливания. Крупные кристаллы растворяются медленнее и поддерживают дальнейшее просаливание. Применение очень мелкой соли (помола № 0 и 1) в больших количествах при посоле может приводить к нежелательным результатам. Мелкая соль, обладая повышенной гигроскопичностью по сравнению с более крупными кристаллами, при недостатке воды на рыбе,

необходимой для образования первых порций рассола, сильно обезвоживает покровные ткани и тем самым замедляет проникновение соли в мясо («солевой ожог»). Это явление аналогично обезвоживанию поверхности рыбы солью с высоким содержанием солей магния и кальция.

Чтобы при насыщенном посоле сухой солью избежать интенсивного обезвоживания поверхности продукта (рыбы, мяса, сала), предпочтительнее применять соль, состоящую из примесей кристаллов различной величины – до 3–4 мм включительно. Соль помола № 3 для сухого посола применять не следует, её используют при смешанном посоле и для приготовления тузлуков.

Определение помола соли проводят стандартным весовым методом. Сущность метода заключается в том, что определённую навеску соли (в зависимости от помола) подсушивают (если влажность её превышает 1,5 %) и просеивают через сито с квадратными отверстиями различной величины. Просеянную в поддон соль взвешивают в тарированной фарфоровой чашке и производят расчёт количества соответствующей величины кристаллов.

Содержание влаги в соли подвержено наибольшим изменениям, так как она очень гигроскопична и может сравнительно быстро набирать влагу из окружающего воздуха. В зависимости от погоды, условий хранения количество влаги может изменяться в довольно значительных пределах, поэтому лаборатория должна регулярно проводить анализы по определению влажности. Соль довольно быстро высыхает, если относительная влажность воздуха менее 70 %, и наоборот, при хранении в атмосфере влажного воздуха свыше 75 % она быстро увлажняется. При таком хранении содержание влаги в соли может достигать до 12 %, а при продолжительном хранении в сыром помещении или бунтах – даже больше. При содержании влаги 8–10 % соль становится сырой на ощупь. Вследствие увлажнения на её поверхности образуется плёнка насыщенного раствора. При «высыхании» последнего вся масса соли превращается в монолит, разрушить который без применения техники невозможно. В связи с этим соль необходимо хранить в помещениях, хорошо изолированных от внешнего воздуха.

Количество влаги в соли зависит от содержания в ней солей кальция и магния, обладающих повышенной гигроскопичностью по сравнению с чистым хлористым натрием, а также от размера отдельных частиц (помола), которые имеют разную удельную поверхность, за счёт чего более мелкая соль при прочих равных условиях увлажняется быстрее.

Способность соли сравнительно быстро менять влажность имеет большое значение при посоле рыбы. В инструкциях по посолу дозировка соли указывается в расчёте на сухую стандартную соль, и на практике, если соль имеет повышенную влажность, её дозировка увеличивается.

Кроме того, очень влажная соль вследствие более прочного взаимного сплетения кристаллов, вызываемого наличием на них плёнки насыщенного раствора, плохо рассеивается. Равномерно распределить её разбрасыванием с лопатки по поверхности слоя рыбы, находящейся в чанах, значительно труднее, чем сухую соль. Из-за низкой сыпучести влажной соли трудно наладить работу дозирующих устройств, устанавливаемых в производственных линиях. Поэтому перед направлением на дозирование соль должна предварительно подсушиться. Однако при посоле рыбы (кусков мяса, сала) с предварительным перемешиванием с солью лучше применять влажную с содержанием влаги 4–5 %, так как такая соль более прочно прилипает к рыбе, чем сухая.

Для того чтобы не нарушить дозировку при посоле, необходимо произвести пересчёт заданного по инструкции (или другой НД) количества соли на сухую, предварительно определив в ней содержание влаги.

5 Контрольные вопросы

1. Какова роль хлористого натрия в организме человека?
2. Охарактеризуйте роль поваренной соли как консерванта.
3. На какие виды и сорта подразделяется поваренная соль?
4. Что такое помол соли? Как определить номер помола соли?
5. Какое влияние оказывает величина кристалла на качество просаливания?
6. Как влияют различные примеси соли на процесс просаливания и качество готовой продукции?
7. Для чего контролируют влажность соли? В каких условиях должна храниться соль? Как определить в ней количество воды?
8. Какие примеси могут встречаться в поваренной соли?
9. Что влияет на вкус и запах поваренной соли? Как определить данные показатели?
10. Как определить содержание нерастворимых в воде веществ в соли?
11. В чем сущность определения хлор-иона в поваренной соли аргентометрическим методом?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 КОНСЕРВАНТЫ В БИОТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ИЗ СЫРЬЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

5.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

1 Цель лабораторной работы

Сформировать умения и навыки по определению содержания консервантов в пищевых продуктах на примере бензойной кислоты.

2 Задание по лабораторной работе

По методическим указаниям (п. 3.1) определить качественные показатели бензойной кислоты и её содержание в предложенных пищевых продуктах. Установить соответствие полученных данных с уровнем предельно допустимой концентрации консерванта, используя данные теоретического материала (п. 4).

3 Методические указания по выполнению задания

Исследование бензойной кислоты

Бензойная кислота

C_6H_5COOH – бесцветное кристаллическое вещество со слабым специфическим запахом, труднорастворимое в воде и хорошо растворимое в этиловом спирте и растительных маслах. В 100 г воды при комнатной температуре растворяется 0,34 г бензойной кислоты, а в 100 г масел – 1–2 г.

Бензойную кислоту получают в промышленности окислением толуола. Органолептические показатели представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Органолептические показатели бензойной кислоты

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и цвет	Бесцветные, шелковистые, блестящие чешуйки или кристаллы и пластинки (или кристаллический порошок) белого цвета
Запах	Слабый, специфический для бензойной кислоты, раздражающий
Вкус	Кислый, без постороннего привкуса

По физико-химическим показателям бензойная кислота должна соответствовать требованиям и нормам, указанным в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Физико-химические показатели бензойной кислоты

Наименование показателя	Норма	
	1-й сорт	2-й сорт
Массовая доля бензойной кислоты, %, не менее	99,9	99,5
Температура плавления, °С	122–123	122–123
Массовая доля веществ, не растворимых в растворе аммиака, %, не более	0,0005	0,01
Массовая доля остатков после прокаливания в виде сульфатов, %, не более	0,005	0,03
Массовая доля хлоридов (Cl), %, не более	0,0005	0,11
Массовая доля железа (Fe), %, не более	0,0002	0,005
Массовая доля тяжелых металлов (Pb), %, не более	0,0005	0,002

3.1 Методы исследования бензойной кислоты

3.1.1 Определение массовой доли бензойной кислоты

Метод основан на нейтрализации бензойной кислоты 0,1 н раствором гидроокиси натрия в присутствии 1 % раствора фенолфталеина.

Навеску бензойной кислоты в количестве 0,4 г помещают в коническую колбу, растворяют в 20 см³ спирта, прибавляют 2–3 капли 1 % раствора фенолфталеина и титруют из бюретки 0,1 н раствором гидроокиси натрия до появления розовой окраски раствора.

Массовую долю бензойной кислоты (X) в % вычисляют по формуле (5.1):

$$X = \frac{V \cdot 0,01221 \cdot 100}{M}, \quad (5.1)$$

где V – объем 0,1 н раствора гидроокиси натрия, израсходованный на титрование, см³; M – масса навески, г; 0,01221 – масса бензойной кислоты, соответствующая 1 см³ 0,1 н раствора гидроокиси натрия.

3.1.2 Определение бензойной кислоты в пищевых продуктах

Метод 1

Метод основан на отгонке бензойной кислоты из продукта водяным паром, взаимодействии ее с гидрохлоридом гидроксиламина и пероксидом водорода в присутствии ионов Cu^{++} с образованием окрашенного о-нитрозо-фенольного производного, интенсивность окраски которого измеряют фотометрически. Предел обнаружения бензойной кислоты – 0,005 %.

Приготовление основного раствора бензойной кислоты (100 мг/дм³). Навеску бензойной кислоты 0,1 г вносят в мерную колбу на 1000 см³ и добавляют раствор гидроокиси калия массовой концентрации 5,6 г/см³ до метки.

Построение градуировочного графика. Готовят шесть рабочих растворов. Для этого в семь конических колб вносят пипеткой 0; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 и 10,0 см³ основного раствора бензойной кислоты. В каждую колбу добавляют 2,0 см³ раствора гидроокиси калия массовой концентрации 56 г/дм³ и доводят объем раствора в каждой колбе до 20 см³, добавляя соответственно 18,0; 17,0; 16,0; 14,0; 12,0; 10,0 и 8,0 см³ воды. Полученные растворы содержат 0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 и 1,0 мг бензойной кислоты

Готовят *раствор сравнения*. Для этого в используемый рабочий раствор вносят пипеткой по 2,0 см³ раствора сернокислой меди, раствора гидрохлорида гидроксиламина и раствора пероксида водорода, перемешивают и вносят в кювету измерительного прибора. Фотометрирование осуществляют через (15±3) мин. от момента внесения реактивов, при светофильтре 315 нм.

Контрольным раствором служит раствор сравнения, не содержащий бензойной кислоты.

По полученным данным строят градуировочный график в системе координат: оптическая плотность – масса бензойной кислоты в растворе.

Ход определения. В сосуд для перегонки (рисунок 5.1) помещают навеску продукта массой от 5 до 10 г или 5–10 см³ жидкого продукта, добавляют 10,0 см³ раствора серной кислоты и 10 г сернокислого магния.

В мерную колбу–приемник вливают 10,0 см³ раствора гидроокиси калия массовой концентрации 56 г/дм³.

Отгонную колбу наполняют на 3/4 объема раствором хлористого натрия и начинают нагревать при открытом кране.

Через несколько минут после закипания жидкости в отгонной колбе кран закрывают и начинают отгонку, регулируя нагревание колбы так, чтобы объем жидкости в сосуде для перегонки был постоянным и равным примерно 20 см³. Перегонку заканчивают после получения 100 см³ отгона в приемной колбе.

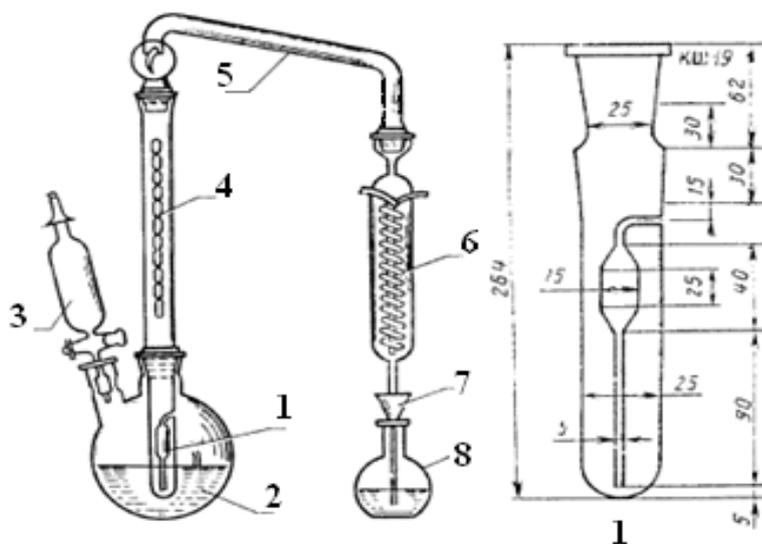


Рисунок 5.1 - Установка для перегонки: 1 - сосуд для перегонки; 2 - двугорлая колба; 3 - делительная воронка с краном; 4 - дефлегматор; 5 - каплеуловитель; 6 - холодильник; 7 - стеклянная воронка; 8 - мерная колба

По 20 см³ отгона вносят пипеткой в две конические колбы. Затем в отгон добавляют пипеткой по 2 см³ растворов сернокислой меди, гидрохлорида гидроксилamina и пероксида водорода, выдерживают и фотометрируют.

В качестве контрольного используют раствор с добавлением всех реактивов для получения окрашенного производного.

По полученному значению оптической плотности с помощью градуировочного графика находят массу бензойной кислоты в исследуемом растворе.

Обработка результатов. Массовую долю бензойной кислоты (X) в процентах вычисляют по формуле (5.2):

$$X(\%) = \frac{m_1 \cdot V_1}{m \cdot V_2} \cdot 100, \quad (5.2)$$

где m_1 – масса бензойной кислоты по градуировочному графику, мг; V_1 – объем полученного отгона ($V_1 = 100 \text{ см}^3$), см^3 ; m – масса навески продукта, г; V_2 – объем отгона, используемого для фотометрирования ($V_2 = 20 \text{ см}^3$), см^3 .

Массовую концентрацию бензойной кислоты (X_1) в мг/дм^3 вычисляют по формуле (5.3):

$$X_1 = \frac{m_1 \cdot V_1}{V \cdot V_2} \cdot 10^{-3}, \quad (5.3)$$

где V – объем пробы продукта, используемого для испытания, см^3 .

Метод 2

Сущность метода определения бензойной кислоты и бензоата натрия сводится к приготовлению водной вытяжки из исследуемого продукта, осаждению из нее белковых веществ, экстракции бензойной кислоты из водной вытяжки хлороформом с последующим титрованием.

Реактивы: 15 %-ный раствор железисто-синеродистого калия; 30 %-ный раствор сернокислого цинка; 10 %-ный раствор соляной кислоты; хлороформ; 95 %-ный этиловый спирт, фенолфталеин; 0,095 моль/ дм^3 раствора едкого натрия; 10 %-ный раствор едкого натрия.

Ход определения:

Для проведения анализа готовят водную вытяжку в мерной колбе на 250 мл из навески продукта массой 20–50 г (если продукт твердый – его измельчают). Добавляют по каплям 10 % раствор NaOH до щелочной среды (проба по лакмусовой бумаге). Для осаждения белковых веществ прибавляют 5–10 мл $\text{K}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6)$ и 5–10 мл ZnSO_4 . Содержимое колбы доводят до метки дистиллированной водой, энергично перемешивают и через 5 мин. фильтруют. Затем 100 мл фильтрата помещают в делительную воронку, нейтрализуют 10 % раствором HCl до нейтральной реакции, после чего добавляют еще 5 мл HCl. Бензойную кислоту экстрагируют 4 раза хлороформом по 40–50 мл; продолжительность каждой экстракции 15–20 мин. Взбалтывание проводят круговыми вращательными движениями через каждые 5 мин. После каждой экстракции хлороформные вытяжки собирают в одну колбу и затем отгоняют 3/4 объема хлороформа на водяной бане при 65 °C, после чего остаток вытяжки переносят в фарфоровую чашку и выпаривают досуха при температуре 40–50 °C.

При попадании в вытяжку водного слоя, необходимо хлороформный слой промыть дистиллированной водой 2 раза по 5 мл. Остаток бензойной кислоты в чашке растворяют в 30–50 мл спирта (нейтрализованного по фенолфталеину), прибавляют 10 мл дистиллированной воды, 2–3 капли фенолфталеина и титруют 0,05 моль/дм³ раствором NaOH. 1 мл раствора NaOH соответствует 0,0061 г бензойной кислоты или 0,0071 г бензоата натрия.

Обработка результатов.

Массовую долю бензойной кислоты (X) в процентах вычисляют по формуле (5.4):

$$X = \frac{100 \cdot V \cdot C \cdot M \cdot V_1}{1000 \cdot V_2 \cdot m}, \quad (5.4)$$

где V – объем NaOH, израсходованный на титрование, мл; C – молярная концентрация раствора NaOH, моль/дм³; M – молекулярная масса бензойной кислоты, г/моль; V_1 – общий объем приготовленного раствора, мл; V_2 – объем фильтрата, взятый для экстракции хлороформом, мл; m – масса навески продукта, г.

3.2 Оформление результатов работы

1. Описать свойства бензойной кислоты.
2. Описать ход исследования бензойной кислоты.
3. Оформить результаты исследования в виде табл. 5.3.
4. Сделать заключение о качестве бензойной кислоты по результатам исследований.

Таблица 5.3 – Результаты исследований

Наименование показателей	Фактические	Нормативные
Органолептические показатели:		
Внешний вид и цвет		
Запах		
Вкус		
Массовая доля бензойной кислоты, %		

4 Теоретический (справочный) материал

Консерванты - химические вещества, обладающие антимикробными свойствами, которые добавляют в пищевые продукты. Они задерживают или прекращают рост и размножение микроорганизмов, чем повышают устойчивость продуктов при хранении.

Антимикробные вещества в одних случаях проявляют бактерицидные действия (т. е. уничтожают или убивают микроорганизмы), а в других -

бактериостатическое (т. е. останавливают или замедляют рост и размножение микроорганизмов). Торможение обменных процессов в микробиальной клетке - одна из причин угнетения роста и размножения микроорганизмов.

Степень воздействия химических консервантов на микробиальную клетку зависит от химической формы консерванта. Так, наиболее эффективное воздействие оказывают недиссоциированные молекулы. Многие консерванты в нейтральной или слабощелочной среде диссоциированы на ионы. Степень диссоциации уменьшается с повышением кислотности, поэтому консерванты наиболее эффективны в кислых средах. Снижение рН в среде в ряде случаев достигается добавлением некоторых пищевых кислот, например, молочной, лимонной, уксусной, яблочной и др.

Консерванты позволяют сохранять скоропортящиеся продукты в течение продолжительного времени в условиях охлаждения или без него, при обычной комнатной температуре.

При выборе консерванта прежде всего учитывается эффективность его антимикробного действия, одновременно требуется, чтобы он не изменял органолептических свойств продуктов питания и был безвреден для человека.

Эффективность каждого консерванта зависит от его концентрации в продукте. При одинаковой концентрации разные консерванты обладают различной антимикробной активностью. Для усиления антимикробного действия иногда используют сочетание нескольких веществ. Оно также усиливается в присутствии аскорбиновой кислоты. Практически ни один консервант не является универсальным, пригодным для всех продуктов питания. Для консервирования определённого продукта используется соответствующий ему консервант или сочетание нескольких консервантов. Гигиенические регламенты применения некоторых консервантов по отдельности или в комбинации представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Характеристика некоторых пищевых консервантов [2]

№ п/п	Наименование консерванта	Наименование продукта	ПДК, мг/кг продукта
1	2	3	4
1	Бензойная кислота (E210) и ее соли бензоаты E211- E213 - по отдельности или в комбинации в пересчете на бензойную кислоту	Безалкогольные напитки Жировые эмульсионные продукты (маргарины, майонезы и т. п.) • с содержанием жира 60 % и более • с содержанием жира менее 60 % Джем, мармелад, желе Сухофрукты Сахаристые кондитерские изделия, конфеты, шоколад с начинкой Пресервы из рыбы, включая икру; овощи маринованные, соленые или в масле	150 500 1000 500 800 1500 2000

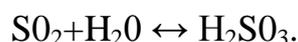
1	2	3	4
2	Сорбиновая кислота (E200) и ее соли сорбаты E201-E203 - по отдельности или в комбинации, в пересчете на сорбиновую кислоту	Сыры плавленные; хлеб, хлебобулочные и мучные кондитерские изделия; овощи маринованные, соленые или в масле (кроме маслин); пресервы из рыбы, включая икру Консервированные и пастеризованные продукты из плодов и овощей; фруктово-ягодные и фруктово-жировые начинки для мучных кондитерских изделий; джем, мармелад, желе, повидло; аналоги рыбных продуктов на основе водорослей Безалкогольные напитки	2000 1000 300
3	Сернистая кислота (диоксид серы E220) и соли: E221-E228 - по отдельности или в комбинации в пересчете на диоксид серы	Картофельное пюре сухое; овощи и плоды в маринаде (уксусе), рассоле или масле (кроме маслин); начинки фруктовые (на фруктовой основе) Бананы сушёные Сахар Патока и меласса Ракообразные и головоногие варёные Вина виноградные Имбирь сушеный	100 1000 15 70 50 300 150

Большинство консервирующих органических веществ практически нерастворимы в воде, в связи с чем они используются в виде солей. Так как микроорганизмы размножаются только в водной фазе, в ней и должна распределяться основная часть консерванта.

Санитарным законодательством предусмотрены количественные ограничения применения химических консервантов: они должны использоваться в концентрациях, минимальных для достижения технологического эффекта.

Одним из наиболее распространённых консервантов является **диоксид серы** SO₂ (сернистый газ, или сернистый ангидрид) - E220. Он хорошо растворим в воде с образованием слабой сернистой кислоты H₂SO₃. Сернистая кислота образует соли, которые применяются в качестве пищевых добавок E221-E228 (сульфиты, гидросульфиты), например, сульфит натрия Na₂SO₃ и бисульфат натрия NaHSO₃.

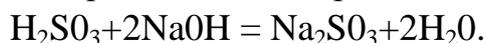
Диоксид серы представляет собой бесцветный газ с резким удушливым запахом. При охлаждении до минус 10 °С сжижается в бесцветную жидкость. Сернистый газ хорошо растворим в воде - в 1 объёме воды при 20 °С растворяется 40 объёмов SO₂ с образованием слабой, существующей только в водном растворе сернистой кислоты:



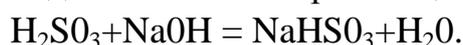
Реакция соединения SO_2 с водой обратима. В водном растворе диоксид серы и сернистая кислота находятся в химическом равновесии.

Как двухосновная сернистая кислота образует два ряда солей - сульфиты и бисульфиты.

Сульфиты образуются при полной нейтрализации кислоты щёлочью:



Бисульфиты образуются при недостатке щёлочи (по сравнению с количеством, необходимым для полной нейтрализации кислоты):



Все соединения серы, выделяющие сернистый ангидрид, подавляют рост плесневых грибов, дрожжей и аэробных бактерий. Меньший эффект соединения серы оказывают на анаэробную микрофлору.

Сернистая кислота и сернистый ангидрид применяются для удлинения срока хранения кондитерских изделий, таких как мармелад, пастила, зефир, карамель, конфеты с фруктово-ягодными корпусами и начинками, варенья, полуфабрикатов из ягод, сухого желатина, плодово-ягодных пюре, томатных пюре, а также крахмала, фруктовых соков, безалкогольных напитков, виноградных и плодово-ягодных вин. При изготовлении вин проводится их сульфитация - технологический приём, при котором в мезгу, сусло или вино вводится определённое количество диоксида серы. Цель сульфитации - угнетение жизнедеятельности микроорганизмов, подавление действия ферментов и предохранение продуктов от окисления.

Сернистый ангидрид относительно легко уходит из продукта при нагревании или длительном контакте с воздухом. Вместе с тем сернистый ангидрид обладает способностью разрушать тиамин и биотин, способствует окислительному распаду токоферола (витамина Е).

Попадая в организм человека, сульфиты превращаются в сульфаты, которые хорошо выводятся с мочой и через кишечник. Однако большая концентрация соединений серы, например, однократное пероральное введение 4 г сульфита натрия, может вызвать токсические явления. У некоторых людей с пониженной или повышенной кислотностью желудочного сока может быть непереносимость сернистой кислоты и сульфитов. Ежедневное потребление сульфитированных продуктов питания может привести к превышению допустимой суточной дозы.

ФАО/ВОЗ установил уровень приемлемого суточного потребления (ПСП) сернистого ангидрида - 0,7 мг/кг массы тела.

Максимально допустимый уровень содержания сернистых соединений: колбасные изделия с содержанием растительных ингредиентов более 4 % - 450 мг/кг; продукты из картофеля, включая замороженные, - 100 мг/кг; фрукты сушеные - 500–2000 мг/кг; напитки безалкогольные на фруктовых соках -

250 мг/л; пиво - 20 мг/кг; вина плодовые - 200 мг/кг; вина виноградные - 300 мг/кг; сахар - 10 мг/кг и др.

Содержание в пищевых продуктах диоксида серы в количестве менее 10 мг/кг (л) не указывается на упаковке (этикетке) продукта.

Бензойная кислота (E210) C_6H_5COOH и ее соли (бензоат натрия E211, бензоат калия E212, бензоат кальция E213)

Входит в состав многих плодов и является распространенным природным консервантом. В значительном количестве бензойная кислота содержится в бруснике и клюкве - от 500 до 2000 мг/кг. Консервирующее действие бензойной кислоты основано на ингибировании каталазы и пероксидазы, в результате чего в клетках накапливается перекись водорода, подавляющая окислительно-восстановительные ферменты. В небольших концентрациях бензойная кислота тормозит размножение анаэробных бактерий, а в высоких - плесневых грибов и дрожжей. Активность бензойной кислоты усиливается в кислой среде и ослабляется в присутствии белков.

Для облегчения введения бензойной кислоты в жидкие пищевые продукты используют ее соли: бензоат натрия (E211), бензоат калия (E212) и бензоат кальция (E213), которые хорошо растворимы в воде. Для их применения необходимо, чтобы рН продукта был не ниже 4,5, при этом бензоаты превращаются в свободную кислоту.

Бензойная кислота и ее соли могут вызывать небольшое изменение вкуса пищевых продуктов. Она хорошо всасывается в желудочно-кишечном тракте и выводится в виде гиппуровой кислоты с мочой.

Безусловно допустимая доза бензойной кислоты для человека составляет до 5 мг/кг массы тела, условно допустимая доза - 5-10 мг/кг. Бензойную кислоту и бензоаты используют для консервирования маргаринов, майонезов, рыбных изделий, плодово-ягодных продуктов, напитков и др.

5. Контрольные вопросы

1. Что такое консерванты, для чего их используют? Перечислите основные виды продуктов, где используются пищевые консерванты.

2. Что такое бактериостатическое и бактерицидное действие консерванта?

3. Какие требования предъявляются к консервантам?

4. Охарактеризуйте химическую природу основных пищевых консервантов. Каков механизм сохранения качества продукта при добавлении консерванта?

5. Что такое предельно допустимая концентрация консерванта в пищевых продуктах? Как она устанавливается и контролируется?

6. Перечислите основные консерванты, применяемые в пищевой промышленности для сохранения качества определенных групп продуктов.

7. От каких факторов зависит эффективность воздействия консерванта на данный продукт?

8. Почему часто в качестве консерванта применяют не саму кислоту, а её соли?

9. Что такое антибиотики, в каких случаях они применяются?

10. Почему наиболее эффективным считается комбинированное применение консервантов в пищевых продуктах?

5.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

1 Цель лабораторной работы

Сформировать умения и навыки по определению качества уксусной кислоты, её пригодности для использования в пищевой промышленности, по определению содержания уксусной кислоты в представленных образцах пищевых продуктов.

2 Задание по лабораторной работе

По методикам методических указаний определить содержание уксусной кислоты в предложенных пищевых продуктах. Установить соответствие полученных данных с уровнем предельно допустимой концентрации кислоты.

3 Методические указания по выполнению задания

Работа выполняется индивидуально каждым студентом.

В выданных образцах уксусной кислоты определить её внешний вид и запах, растворимость, содержание чистой уксусной кислоты, установить наличие минеральных кислот, свинца согласно п. 3.1.

По полученным результатам определяют пригодность данного образца уксусной кислоты к использованию в пищевом производстве, а также соответствие содержания уксусной кислоты в продуктах ПДК (п. 3.2).

Определение качества уксусной кислоты и её содержания в пищевых продуктах

Определение внешнего вида и запаха

В стеклянную пробирку отбирают 10 мл уксусной кислоты и сравнивают с дистиллированной водой в такой же пробирке. Проба кислоты при

рассматривании пробирки сбоку в проходящем свете должна быть прозрачной и бесцветной, так же как эталон - дистиллированная вода.

Проба на растворимость

Раствор кислоты в дистиллированной воде в любых соотношениях не должен давать мути в течение 30 мин.

Определение уксусной кислоты

Во взвешенную колбу с притёртой пробкой ёмкостью 100 мл вносят 1 мл кислоты, закрывают колбу пробкой и взвешивают. Затем в нее добавляют 20 мл воды, 2-3 капли фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором едкого натрия. Содержание уксусной кислоты в весовых процентах (X) вычисляют по формуле (5.5):

$$X = \frac{a \cdot 0,006 \cdot 100}{b}, \quad (5.5)$$

где a - кол-во 0,1 н раствора едкого натрия, пошедшего на титрование, мл; b - навеска кислоты, г; 0,006 - количество уксусной кислоты, соответствующее 1 мл 1 н раствора щёлочи.

Открытие минеральных кислот

2 мл уксусной кислоты разбавляют водой в соотношении 1:10 и прибавляют несколько капель 10 %-ного раствора хлористого бария. Появление мути или осадка свидетельствует о присутствии серной кислоты или её солей.

К такому же раствору прибавляют несколько капель 10 %-ного раствора азотнокислого серебра. Появление мути или осадка указывает на присутствие соляной кислоты или её солей.

Открытие тяжёлых металлов (свинца)

К раствору 3 мл кислоты в 5 мл спирта прибавляют несколько капель слабой серной кислоты. Появление мути или осадка указывает на присутствие солей свинца.

3.2 Определение содержания уксусной кислоты в маринованных продуктах и маринадах

3.2.1 Определение уксусной кислоты в маринованных продуктах

15 г фарша маринованного продукта растирают в ступке с 25-50 мл воды. Полученную массу через воронку переносят в мерную колбу ёмкостью 250 мл.

Смывают ступку в эту же колбу, наполняя её до 3/4 объёма, хорошо перемешивают и оставляют настаиваться в течение 0,5 ч при энергичном взбалтывании через каждые 5 мин. Затем колбу доливают водой до метки, хорошо перемешивают и жидкость фильтруют через сухой складчатый фильтр. Отбирают 50 мл фильтрата и титруют 0,1 н раствором щёлочи в присутствии трёх капель 1 %-ного раствора фенолфталеина; 1 мл 0,1 н раствора щёлочи соответствует 0,006 г уксусной кислоты.

Содержание уксусной кислоты в процентах (X) вычисляют по формуле (5.6):

$$X = \frac{a \cdot 0,006 \cdot V \cdot 100}{V_1 \cdot m}, \quad (5.6)$$

где a - количество 0,1 н раствора щёлочи, израсходованного на титрование, мл; V - объём жидкости в мерной колбе, мл; V_1 - количество фильтрата, взятого для титрования, мл; m - навеска фарша.

3.2.2 Определение уксусной кислоты в маринадах

50 мл заливки разводят дистиллированной водой в мерной колбе ёмкостью 250 мл, хорошо перемешивают, доводят до метки и фильтруют. Отбирают 25-50 мл фильтрата и титруют 0,1 н раствором щёлочи в присутствии трёх капель 1 %-ного раствора фенолфталеина. Содержание уксусной кислоты ведут по формуле (5.5). Оборудование, реактивы, вспомогательные материалы представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Оборудование, реактивы, вспомогательные материалы

№ п/п	Наименование	Количество
1	Пробирки стеклянные	10
2	Колба с притёртой крышкой	7
3	Весы технические	1
4	Цилиндры мерные 50 мл	5
5	Стаканы стеклянные 50 мл	10
6	Водяная баня	2
7	Штатив для пробирок	1
8	Ступка фарфоровая	7
9	Воронка стеклянная	7
10	Колба мерная 250 мл	7
11	Фильтр складчатый	7
12	Колба коническая 250 мл	7
13	Образцы маринованной продукции	7
14	Кислота уксусная разной концентрации	3
15	Фенолфталеин 1 %-ный раствор, мл	50
16	Раствор едкого натрия 0,1 н, л	1,0
17	10 %-ный раствор хлористого бария, мл	50
18	10 %-ный раствор азотнокислого серебра, мл	50
19	Спирт этиловый, мл	50
20	Кислота серная слабая, мл	50
21	Натрий фосфорноватистокислый, мл	50

4 Теоретический (справочный) материал

В ряде случаев возникает необходимость подкислять продукты питания, подчёркивать или придавать продукту определенный вкус. Для этой цели используют различные виды пищевых кислот. Обычно строгого

регламентирования этих веществ не существует, так как многие из них являются неотъемлемыми нормальными компонентами пищевых продуктов. Многие кислоты играют большую роль в обмене веществ в организме человека, например, в промежуточном обмене участвуют уксусная, яблочная, молочная кислоты, в цикле Кребса - лимонная кислота.

Пищевые кислоты делятся на две группы: 1) органические (натуральные и синтетические); 2) минеральные (неорганические). К органическим натуральным кислотам относятся лимонная кислота, виннокаменная (винная). К органическим синтетическим относятся такие, как адипиновая, яблочная, уксусная; к неорганическим пищевым кислотам - угольная, фосфорная.

Пищевые кислоты не обладают токсическими свойствами, а многие из них входят в состав пищевых продуктов в качестве естественной составной части, причём иногда в значительном количестве.

Разрешённые к применению для пищевых целей кислоты безвредны для организма, поэтому использование большинства из них не лимитируется, а допустимые количества предусмотрены стандартами на пищевые продукты. Однако применение некоторых кислот ограничивается. В гигиеническом отношении особого внимания заслуживают не сами кислоты, а примеси к ним, получаемые в процессе синтеза этих кислот. В этом отношении установлены строгие требования их ограничения. Например, яблочную кислоту получают из малеиновой кислоты, которую, в свою очередь, получают из фенола. Имеются сведения, что яблочная кислота не должна быть загрязнена малеиновой кислотой, которая является токсичной. Кроме того, не допускается загрязнение пищевых кислот солями тяжёлых металлов, таких как свинец, ртуть, кадмий, олово, цинк, а также мышьяк.

Предельно допустимые концентрации пищевых кислот в продуктах питания регламентируются ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

Пищевые кислоты, как органические, так и неорганические, широко используются в отраслях пищевой промышленности при производстве пищевых продуктов для их подкисления. Наиболее широко пищевые кислоты применяют в кондитерской, консервной, молочной промышленности, при производстве безалкогольных напитков, ликероводочных изделий и т. п.

При приготовлении маринованной продукции (рыбы, овощей, грибов и т. д.) используют уксусную кислоту, качество которой должно соответствовать ГОСТ 61-75 «Кислота уксусная». Производство уксусной кислоты основано на окислительном брожении этилового спирта (уксус водочно-спиртовой, виноградный, ягодный и др.) или на разбавлении водой уксусной эссенции - продукта сухой перегонки дерева - с содержанием 50-80 % уксусной кислоты.

Химически чистая уксусная кислота при низких температурах находится в виде кристаллов и носит название ледяной уксусной кислоты. Она плавится при температуре 16,7 °С. В воде уксусная кислота растворяется в любых отношениях. Водные растворы обладают характерным свойством. Наибольшей плотностью (1,075 г/см³) при 20 °С обладают 70-80 %-ные растворы. Растворы с меньшей и большей концентрацией имеют более низкую плотность.

В пищевом производстве в основном используют 80 %-ную уксусную эссенцию квалификации - пищевая, которая представляет собой прозрачную, бесцветную жидкость с резким запахом, легко смешиваемую с водой во всех отношениях без каких-либо следов помутнения и опалесценции. Содержание сухого остатка в 80 %-ной уксусной эссенции должно быть не более 0,01 %.

Исследования уксусной кислоты дают возможность установить ее происхождение, а также отклонения от установленных органолептических признаков и химических показателей. Отклонения могут выражаться в ее пониженном содержании, наличии минеральных кислот, тяжелых металлов, мышьяка и других посторонних веществ.

5 Контрольные вопросы

1. Для чего используются пищевые кислоты? Охарактеризуйте механизмы консервирования пищевых продуктов при добавлении пищевых кислот.
2. Охарактеризуйте химический состав и области применения уксусной кислоты.
3. Как получают уксусную кислоту?
4. Почему при применении пищевых кислот устанавливают ограничения в дозировках? Какова дозировка уксусной кислоты в пищевых продуктах?
5. Какие примеси могут содержаться в уксусной кислоте? Назовите источники их происхождения.
6. Как определить в уксусной кислоте содержание минеральных веществ?
7. Опишите методику определения в маринованных продуктах уксусной кислоты.
8. Опишите наиболее часто применяющиеся в пищевой промышленности пищевые кислоты. В какие продукты они добавляются? Охарактеризуйте селективное действие данных кислот на микрофлору.
9. Охарактеризуйте метод открытия в уксусной кислоте тяжелых металлов.
10. Опишите метод определения в уксусной кислоте мышьяка.
11. Почему в практике для консервирования пищевых продуктов часто применяются различные комбинации пищевых кислот?

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: метод. рекомендации. - Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. - 72 с.
2. ТР ТС 029/2012 Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств.
3. Мезенова, О. Я. Функциональные технологические добавки в пищевых технологиях: метод. указ. к вып. лаб. раб. / О. Я. Мезенова. – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2009. - 99 с.
4. Руднева, А. И. Пищевые и биологически активные добавки: лаб. практик. для студ. вузов, обуч. по напр. 260100.62 Технология продуктов питания / А. И. Руднева. - Калининград: Изд-во КГТУ, 2007. - 161 с.
5. Нечаев А. П. Пищевая химия: учеб. / А. П. Нечаев, С. Е. Траутенберг, А. А. Кочеткова [и др.]. - 6-е изд. - Санкт-Петербург: ГИОРД, 2015. - 672 с.
6. Терещук, Л. В. Пищевая химия: учеб. пособие / Л. В. Терещук, К. В. Старовойтова. - Кемерово: КемГУ, 2020. - 126 с.
7. Иванова, Л. А. Пищевая биотехнология: учеб. пособие: в 2 кн. Кн. 2 Переработка растительного сырья. / Л. А. Иванова, Л. И. Войно, И. С. Иванова. - Москва: КолосС, 2008. - 472 с.
8. Мезенова, О. Я. Гомеостаз и питание: учеб. пособие / О. Я. Мезенова. - Москва: КолосС, 2010. - 318 с.
9. Зайнуллин Р. А. Функциональные продукты питания: учеб. пособие / Р. А. Зайнуллин, Р. В. Кунакова, Х. К. Гаделева Х.К. [и др.]. - Москва: КноРус, 2012. - 304 с.
10. Рогов, И. А. Химия пищи: учеб. / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко. - Москва: КолосС, 2007. - 853 с.
11. Агафонова, С. В. Технология функциональных продуктов на основе липидных комплексов гидробионтов, стабилизированных природными антиоксидантами: монография / С. В. Агафонова, Л. С. Байдалинова. - Калининград: Изд-во КГТУ, 2020. – 99 с.
12. Мезенова, О. Я. Физиология пищеварения и современная наука о питании: учеб. пособие для студентов магистратуры по напр. подгот. 19.04.01 Биотехнология (профиль «Пищевая биотехнология») / О. Я. Мезенова. - Калининград: Изд-во КГТУ, 2019. – 155 с.
13. Калашникова, С. В. История производства жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов / С. В. Калашникова, В. И. Манжесов, И. В. Максимов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 200 с.
14. Попова, Н. Н. Пищевые и биологически активные добавки: учеб.

15. пособие / Н. Н. Попова, Е. С. Попов, И. П. Щетилина. - Воронеж: ВГУИТ, 2016. - 67 с.
16. Сафронова, Т. М. Сырье и материалы рыбной промышленности: учеб. / Т. М. Сафронова, В. М. Дацун, С. Н. Максимова. - 3-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 336 с.
17. Омаров, Р. С. Пищевые добавки: учеб. пособие / Р. С. Омаров, О. В. Сычева, С. Н. Шлыков. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 64 с.
18. Донченко, Л. В. Пищевая химия. Добавки: учеб. пособие для среднего проф. образования / Л. В. Донченко, Н. В. Сокол, Е. В. Щербакова [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: ЮРАЙТ, 2019. - 223 с.
19. Мусаева, Н. М. Пищевые и биологически активные добавки: учебно-метод. пособие / Н. М. Мусаева. - Махачкала: ДагГАУ им. М. М. Джембулатова, 2019. - 91 с.
20. Охрименко, О. В. Основы биохимии сельскохозяйственной продукции: учеб. пособие / О. В. Охрименко. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 448 с.
21. Воронова, Т. Д. Ферменты: строение, свойства и применение: учеб. пособие / Т. Д. Воронова, Н. А. Погорелова. - Омск: Омский ГАУ, 2021. - 134 с.
22. Дацун, В. М. Водные биоресурсы. Характеристика и переработка: учеб. пособие / В. М. Дацун, Э. Н. Ким, Л. В. Левочкина. - 2-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 508 с.
23. Забодалова, Л. А. Технология цельномолочных продуктов и мороженого: учеб. пособие для вузов / Л. А. Забодалова, Т. Н. Евстигнеева. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 352 с.
24. Ковалева, О. А. Общая технология переработки сырья животного происхождения (мясо, молоко): учеб. пособие для вузов / О. А. Ковалева, Е. М. Здрабова, О. С. Киреева [и др.]. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 444 с.
25. Гуринович, Г. В. Современные технологии производства и переработки мяса птицы: учеб. пособие / Г. В. Гуринович, И. С. Патракова. - Кемерово : КемГУ, 2019. - 302 с.

Учебное издание

Евгения Сергеевна Землякова

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ
В БИОТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ИЗ СЫРЬЯ
ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Редактор Э. С. Круглова

Подписано в печать 31.05.2022 г. Формат 60 × 90 1/16.
Уч.-изд. л. 6, 5. Печ. л. 6,3. Тираж 27 экз. Заказ № 29

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1