

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологии
хранения и переработки
растительного сырья

ПИЩЕВАЯ ХИМИЯ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

(для проведения лабораторных занятий)
для студентов специализации 1-49 01 01 02
*«Технология хлебопекарного, макаронного, кондитерского
производства и пищевых концентратов»*

Гродно 2010

УДК: 664 (076)
641.1: 577.1 (076)
ББК 36 - 1
Р-88

Рецензенты: доктор биологических наук, профессор А.Ф. Макарчиков;
доктор химических наук, профессор И.П. Черникевич.

Русина, И.М.

Пищевая химия : учебно-методическое пособие для проведения лабораторных занятий. Для студентов специализации 1-49 01 01 02 «Технология хлебопекарного, макаронного, кондитерского производства и пищекокцентратов» / И.М. Русина. – Гродно : ГГАУ, 2010. – 64 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для проведения лабораторных занятий по дисциплине «Пищевая химия» студентам специализации 1-49 01 01 02 «Технология хлебопекарного, макаронного, кондитерского производства и пищекокцентратов». Студенты должны овладеть навыками определения состава, качества и безопасности пищевого сырья и готовой продукции.

УДК: 664 (076)
641.1: 577.1 (076)
ББК 36 - 1

Рекомендовано методической комиссией инженерно-технологического факультета 10 марта 2010 г. (протокол № 7).

© УО «Гродненский государственный аграрный университет», 2010
© И.М. Русина, 2010

ВВЕДЕНИЕ

Среди основных проблем человечества одной из важных и сложных является обеспечение населения земного шара продуктами питания. Питание с самого рождения и до смерти влияет на организм: на умственную, физиологическую работоспособность, активность и продолжительность жизни. Продукты питания должны не только удовлетворять потребности человека в основных питательных веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные функции. На решение этих задач и направлена концепция государственной политики в области здорового питания населения страны. Под государственной политикой в области питания понимают комплекс мероприятий, направленный на создание условий, обеспечивающих удовлетворение потребностей населения в рациональном здоровом питании с учетом его традиций, привычек, экономического положения, в соответствии с требованиями медицинской науки.

У большинства населения наблюдаются нарушения полноценного питания, важнейшие из которых: избыточное потребление животных жиров, дефицит полиненасыщенных жирных кислот, дефицит полноценных (животных) белков, дефицит витаминов, минеральных веществ и микроэлементов, пищевых волокон.

Негативное влияние оказывает потребление некачественных, фальсифицированных и опасных для здоровья человека продуктов.

Организация здорового питания – сложный и многофакторный процесс, который можно реализовать только опираясь на глубокие знания, науку и продуманную научно-техническую политику.

Пищевая химия – это наука о химическом составе пищевых систем (сырье, полуфабрикаты, готовые пищевые продукты), его изменениях в ходе технологического потока под влиянием различных факторов (физических, химических, биохимических). Пищевая химия уделяет внимание методам выделения, фракционирования, очистки пищевых веществ, их каталитической модификации, включает разделы, посвященные пищевым и биологически активным добавкам, загрязнителям пищевых продуктов. Эта наука предусматривает разработку принципов и ме-

тодов анализа пищевых систем, установление строения отдельных компонентов, их функций и взаимосвязи с другими компонентами. Уделяется внимание анализу посторонних веществ в продукции. Основана пищевая химия на достижениях химии, физико-химических методов анализа, физиологии человека, общей биологии, связана с биотехнологией, наукой о питании, микробиологией.

Цель данного пособия – ознакомить студентов с методами оценки химического состава и качества продуктов на базе экспериментальных исследований.

Пособие к лабораторным работам по курсу «Пищевая химия» позволят сформировать у студента понимание логической завершенности теоретического и практического материала в отдельности и в целом по всему курсу "Пищевая химия".

Правила оформления лабораторной работы:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Используемые реактивы.
4. Принцип определения исследуемого показателя.
5. Полученные результаты.
6. Вывод.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЫРЬЯ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ

Лабораторная работа № 1

Выделение, свойства и количественное определение белков пищевых продуктов

Белками называются высокомолекулярные соединения, молекулы которых построены из остатков α -аминокислот. Белковые вещества делятся на протеины и протеиды. Протеины состоят только из остатков α -аминокислот. В состав протеидов помимо этого входят остатки углеводов, липидов, нуклеиновых кислот и т.д. По отношению к растворителям различают альбумины, проламины, глобулины, глютелины. Основные группы

белков растительного сырья: запасные белки, ферменты, ингибиторы ферментов белковой природы.

Белки составляют основу процессов жизнедеятельности организма и в организме выполняют ряд функций: пластическая или структурная функция, участие в процессе воспроизводства живой материи, опорная, защитная, энергетическая.

Дефицит белка в пищевом рационе повышает восприимчивость организма к инфекционным заболеваниям, нарушает процессы кроветворения, обмен липидов, замедляются рост и умственное развитие у детей. Длительный избыток белка в питании также отрицательно сказывается на жизнедеятельности организма, вызывая перевозбудимость нервной системы, нарушение обменных процессов, перегрузку печени и почек. Растительные белки находят применение в производстве пищевых продуктов в качестве ингредиентов питательной, технологической и лечебно-профилактической значимости благодаря присущим им функциональным свойствам.

К наиболее важным функциональным свойствам белков относятся растворимость, водосвязывающая и жиросвязывающая способность, способность стабилизировать дисперсные системы (эмульсии, пены, суспензии), образовывать гели, пленкообразующая способность, адгезионные и реологические свойства (вязкость, эластичность), способность к прядению и текстурированию.

В процессе производства продуктов питания белки претерпевают ряд изменений. Нативная трехмерная структура белков поддерживается разнообразием внутри- и межмолекулярных связей. Любое изменение условий среды в технологических потоках оказывает влияние на нековалентные связи молекулярной структуры и приводит к разрушению четвертичной, третичной, вторичной структуры – денатурации.

При температуре от 40-60⁰С до 100⁰С скорость взаимодействия белков с восстанавливающими сахарами высока, при этом образуются карбонильные соединения и темноокрашенные продукты. При этом группа NH₂ аминокислот взаимодействует с гликозидными гидроксилами сахаров. Сахароаминные реакции – причина не только потемнений, но и уменьшения сухого вещества, потерь лизина, треонина, снижения биологической ценно-

сти, усвояемости. Тепловая денатурация относится к полезным изменениям, т.к. ускоряет переваривание белков в ЖКТ, обуславливает потребительские качества хлебобулочных изделий.

Так как степень денатурации различна, то и усвояемость может не только улучшаться, но и ухудшаться. Если обрабатывать пищу при 100-120⁰С, происходит не денатурация, а разрушение белков с отщеплением функциональных групп, расщеплением пептидных связей и образованием сероводорода, аммиака, углекислого газа, сложных соединений небелковой природы. Среди продуктов термического распада белков встречаются соединения, придающие им мутагенные свойства. Мутагены образуются в процессе обжарки в масле, выпечки, копчения в дыму, сушки.

Неблагоприятные погодные условия при созревании зерна, поражение вредителями и микрофлорой, пониженная или повышенная температура при хранении и переработке сырья и полуфабрикатов, механические, физические и химические факторы (перемешивание, гомогенизация, замес, ИК облучение, УЗ, действие солей, СО₂, газообразного азота и этилена) усиливают структурные перестройки белков, которые могут разрушать белково-липидные взаимодействия. Липиды, которые при этом высвобождаются, окисляются, портятся. Они способны инициировать образование ковалентных меж- и внутримолекулярных связей в белках. Все реакции окисления связаны с потерей незаменимых аминокислот. Окислительная порча белков особенно опасна при переработке масличного и жирового сырья. Торможение реакций можно достигать добавлением антиоксидантов, ферментных препаратов и повышения активности собственных ферментов с целью вывода липидов из взаимодействия с белками.

Наряду с окислительными процессами в технологическом потоке предусмотрены и механические, физические воздействия на белки. Это замес, гомогенизация, ультразвук. На начальных стадиях замеса теста и при измельчении семян зерна наблюдается тепловая агрегация белков. При усиленной механической обработке теста возможна деструкция белков с разрывом дисульфидных и даже пептидных связей. Агрегирующая и комплексо-

образующая способность белков пшеницы играет роль в формировании клейковины при отмывании из муки.

На стадии солодоращения (пиво) в эндосперме ячменя происходит гидролиз глобулина, альбумина, проламина, глютелина с накоплением пептидов и аминокислот. В результате в зерне накапливается растворимая коагулируемая аминная форма азота. При прорастании зерна фракции белков расщепляются до аминокислот под действием эндопептидаз и экзопептидаз. Изменения структуры белков в процессе приготовления теста ограничиваются, как правило, дезагрегацией молекул и изменением высших уровней ее организации.

Цель – ознакомиться с методами выделения белков из объектов, методами исследования свойств и количественного определения белков.

1.1. Извлечение белков из продуктов питания

Схема извлечения и очистки белков следующая:

1. Измельчение материала. Тщательное разрушение клеточной структуры достигается в гомогенизаторах, мельницах, попеременным замораживанием-оттаиванием, ультразвуком, насыщением азотом под давлением, которое сбрасывается и клетки разрушаются. Способ подбирают в зависимости от биологического материала.

2. Экстрагирование (выделение и очистка). Для определения активности ферментов достаточно одноразовой экстракции, для количественного определения белковых фракций зерна – трех-, пятикратной экстракции. Для экстракции белков применяют 5-10% растворы солей, цитратные, боратные, фосфатные буфера, трис-HCL, органические растворители, неионные детергенты, разрывающие белок-липидные и белок-белковые связи. Очистка белков от различных соединений проводится с использованием методов фракционирования высаливанием сульфатом аммония, хлоридом калия, распределительной, ионообменной, аффинной хроматографии, гель-фильтрации, электрофоретических методов и изоэлектрического фокусирования.

1.1.1. Извлечение белков хлоридом калия

Реактивы: раствор КСl с массовой долей 40%, мука, дистиллированная вода.

Техника выполнения работы: Отвешивают 5 г муки, заливают 10 мл раствора хлорида калия и ставят на встряхиватель на 5 минут. Полученную суспензию переносят в центрифужную пробирку на 50 мл и добавляют 35 мл раствора КСl. Пробирки закрывают резиновыми пробками и встряхивают 15 минут. Через 15 минут осадок отделяют на центрифуге при 5000 об/мин в течение 5 минут. Экстракт сливают в мерную колбу на 100 мл через воронку с ватным фильтром, который помещают в горлышко воронки. Извлечение раствором КСl повторяют еще три раза, но с 10 мл растворителя. При тщательном извлечении, в солевую вытяжку переходят не менее 30 % от общего количества азота. После добавления новой порции растворителя осадок в пробирке хорошо перемешивают палочкой. Экстракцию солевым раствором заканчивают промыванием осадка 20-30 мл дистиллированной воды, которую после перемешивания и центрифугирования сливают в мерную колбу с солевыми вытяжками и доводят до метки водой.

1.1.2. Высаливание белков из растворов сульфатом аммония

Реактивы: раствор белка, раствор сульфата аммония массовой долей 43%, сульфат аммония кристаллический

Техника выполнения работы: К 3-4 см³ раствора белка добавляют равный объем насыщенного раствора сульфата аммония и слегка встряхивают смесь. Появляется муть или хлопья выпадающих в осадок глобулинов. Отлив около 1 см³ мутной жидкости в отдельную пробирку, добавляют в нее 2-3 см³ воды; при встряхивании осадок белка снова растворяется.

Главную часть полученной мутной жидкости фильтруют через сухой складчатый фильтр, прозрачный фильтрат делят на две части. Одну часть фильтрата нагревают до кипения и наблюдают свертывание находящегося в растворе белка, который выделяется в виде хлопьев или мути. К другой части фильтрата добавляют при легком встряхивании 1-2 г кристаллического сульфата аммония до прекращения его растворения. При этом в жидкости над небольшим осадком избытка кристаллов соли по-

является муть или хлопья высоленного белка. При последующем добавлении двойного объема воды выделившийся осадок снова растворяется.

1.2. Осаждение белков

Для осаждения белка нужно лишить его факторов, удерживающих его в растворе, используя различные агенты, снижающие заряд или разрушающие гидратную оболочку белковой частицы.

Белки под влиянием изменения рН, повышения температуры, излучения различных длин волн, радиоактивного излучения, а также ряда химических веществ (органические растворители, тяжелые металлы и др.) претерпевают глубокие изменения в пространственной нативной структуре молекулы, в результате которых теряется способность белка растворяться в обычных для них растворителях (вода, солевые растворы и др.). Белки при этом теряют свои гидрофильные свойства и приобретают гидрофобные.

Фактически процесс денатурации белка сводится к разрушению нативной вторичной и третичной структуры белка, при этом белковая молекула, как правило, теряет свои биологические свойства.

Для осаждения белка нужно лишить его факторов, удерживающих его в растворе, используя различные агенты, снижающие заряд или разрушающие гидратную оболочку белковой частицы.

1.2.1. Осаждение белков при нагревании

Почти все белки денатурируют при нагревании (50-55°C и выше). Механизм тепловой денатурации связан с перестройкой структуры белковой молекулы, в результате которой белок теряет свои нативные свойства, уменьшается его растворимость (уменьшение гидрофильных свойств ведет к нарушению гидратной оболочки). Присутствие солей и концентрация водородных ионов играют важную роль в выпадении в осадок денатурированного при нагревании белка. Наиболее полное и быстрое осаждение происходит в изоэлектрической точке белка, т.е. при такой величине рН, когда коллоидные частицы белка являются

наименее устойчивыми. Поэтому для полного осаждения белка при нагревании следует создавать реакцию среды, соответствующую его изоэлектрической точке.

Белки, обладающие кислыми свойствами, осаждают в слабокислой среде, белки, обладающие щелочными свойствами, – в слабощелочной среде. В сильно кислых (за исключением азотной, трихлоруксусной и сульфосалициловой кислот) и сильно щелочных растворах денатурированный при нагревании белок не выпадает в осадок, так как частицы белка перезаряжаются (или происходит усиление имеющегося заряда) и несут в первом случае положительный, во втором случае отрицательный заряд, что повышает их устойчивость в растворе в результате электростатических сил отталкивания. Поэтому в сильно кислых и сильно щелочных растворах белки обычно не выпадают в осадок при нагревании. Однако в сильно кислых растворах белки при нагревании могут коагулировать при добавлении достаточного количества какой-либо нейтральной соли. Степень влияния ионов нейтральных солей на осаждаемость белка зависит от их способности адсорбироваться на частицах белка. Адсорбированные ионы соли (если они противоположны по знаку заряду коллоидной частицы) нейтрализуют заряд частицы; наступает момент, когда силы притяжения между молекулами превышают силы отталкивания, и белок выпадает в осадок.

Реактивы: раствор 1%, 10% уксусной кислоты, насыщенный раствор хлорида натрия, 10% раствор гидроксида натрия массовой долей 10%.

Техника выполнения работы: В 5 пронумерованных пробирок наливают по 10 капель 1% раствора яичного белка.

Содержимое первой пробирки нагревают на газовой горелке. Жидкость мутнеет, так как частицы денатурированного белка несут заряд, они удерживаются во взвешенном состоянии (яичный альбумин является кислым белком и в нейтральной среде заряжается отрицательно).

В пробирку 2 добавляют 1 каплю 1% раствора уксусной кислоты и нагревают. Выпадает осадок белка вследствие того, что белок теряет заряд и приближается к изоэлектрическому состоянию.

В пробирку 3 добавляют 1 каплю 10% раствора уксусной кислоты и содержимое нагревают. Осадка белка не образуется даже при кипячении, так как в сильно кислой среде частицы белка перезаряжаются, приобретая положительный заряд.

В пробирку 4 добавляют 1 каплю 10% раствора уксусной кислоты и 1 каплю насыщенного раствора хлорида натрия. Образуется осадок белка вследствие адсорбции ионов хлорида натрия (образование двойного электрического слоя), и нейтрализации положительного заряда на частицах белка.

В пробирку 5 добавляют 1 каплю 10% раствора едкого натра и нагревают. Осадка белка не образуется даже при кипячении, так как в щелочной среде отрицательный заряд на частице белка усиливается. Результаты работы вносят в табл. 1.

Таблица 1 – Осаждение при нагревании

Нейтральная среда	Слабокислая	Кислая	Кислая + электролит	Щелочная

1.2.2. Осаждение белка органическими растворителями

Белки нерастворимы во многих органических растворителях (спирт, ацетон, эфир и др.). Однако их осаждение происходит только из нейтральных и слабокислых растворов и особенно полно в присутствии электролитов (ионы соли связываются коллоидными частицами белка и снимают заряд). Органические растворители разрушают водную оболочку белка и тем самым понижают их устойчивость в растворе.

Кратковременное воздействие органических растворителей сохраняет белок в естественном состоянии; при продолжительном взаимодействии со спиртом белок подвергается денатурации.

Реактивы: этиловый спирт, насыщенный раствор хлорида натрия.

Техника выполнения работы. В пробирку наливают 5 капель 1% раствора яичного белка и 20 капель спирта или ацетона; раствор мутнеет. При добавлении нескольких капель насыщенного раствора хлорида натрия выпадает осадок белка.

1.2.3. Осаждение белка концентрированными минеральными кислотами

Осаждение белка концентрированными минеральными кислотами (кроме H_3PO_4) объясняется как явлениями дегидратации белковых частиц и нейтрализацией их зарядов, так и рядом других причин (например, денатурацией, образованием солей и др.). В избытке серной или соляной кислот, а также при их длительном воздействии выпавший осадок денатурированного белка растворяется, по-видимому, за счет перезарядки белка и частичного гидролиза. В избытке азотной кислоты этого растворения не происходит (точный механизм явления не установлен; возможно, что ион NO_3 мешает перезарядке белковой молекулы).

Реактивы: концентрированные соляная кислота, серная, азотная

Техника выполнения работы. В три пробирки наливают по 15-20 капель концентрированной соляной, серной и азотной кислот. Затем, наклонив пробирки под углом 45° , осторожно по стенке пробирки (чтобы жидкости не смешивались) наливают равный объем раствора белка. На границе двух слоев жидкости появляется осадок белка в виде тонкой пленки. Осторожно встряхивая пробирки, обнаруживают растворение осадка, белка в случае осаждения соляной и серной кислотами, в пробирке с азотной кислотой белок не растворяется.

1.2.4. Осаждение белка органическими кислотами

Реактивы: 10% раствор сульфосалициловой, 10% раствор трихлоруксусной кислот.

Техника выполнения работы. В две пробирки наливают по 5 капель 1% раствора белка, в одну пробирку добавляют 1-2 капли 10% раствора сульфосалициловой, в другую 1-2 капли 10% раствора трихлоруксусной кислоты. В пробирках образуется осадок белка.

1.2.5. Осаждение белка алкалоидными реактивами

Осаждение белка «алкалоидными» реактивами обусловлено наличием в белке азотистых гетероциклических группировок, аналогичных тем, которые находятся в молекуле алкалоидов (индольных, имидазольных и др.). Более полное осаждение на-

блюдается при перезарядке белковой молекулы на положительный заряд (подкисление), что облегчает взаимодействие белка с отрицательно заряженными ионами осадителя.

Реактивы: 1% раствор уксусной кислоты, 10% раствора пикриновой кислоты, насыщенный раствор танина, 5% раствор железистосинеродистого калия.

Техника проведения работы. В три пробирки наливают по 5 капель 1% раствора яичного белка, по 1 капле 1% раствора уксусной кислоты и по 2-3 капли в первую пробирку 10% раствора пикриновой кислоты, во вторую – насыщенного раствора танина, в третью – 5% раствора железистосинеродистого калия. Во всех пробирках белок выпадает в осадок.

1.2.6. Осаждение белка солями тяжелых металлов

При действии солей тяжелых металлов на растворы белка происходит денатурация белковой молекулы. Осаждение денатурированного белка обусловлено адсорбцией тяжелого металла на поверхности белковой молекулы и образованием нерастворимых комплексов.

Реактивы: 7% раствор сульфата меди, 5% раствор уксуснокислого свинца, 5% раствор нитрата серебра.

Техника проведения работы. В три пробирки вносят по 5 капель 1 % раствора яичного белка и по 1 капле в первую пробирку 7% раствора сульфата меди, во вторую – 5% раствора уксуснокислого свинца, в третью – 5% нитрата серебра. Во всех пробирках образуется осадок.

В первую пробирку добавляют еще 5-10 капель 7% раствора сульфата меди, при этом наблюдается растворение осадка. В третью пробирку вносят 5-10 капель 5% раствора нитрата серебра. Растворения осадка не происходит.

1.2.7. Расчет степени денатурации белка

Степень денатурации белков устанавливают по уменьшению растворимости по формуле:

$$СД \% = \frac{(B_{исх} - B_0)}{B_{исх}} \cdot 100$$

где: B_0 – количество растворимых белков после денатурации, %;

$B_{исх}$ – количество растворимых белков в исходной пробе до денатурации, %.

1.3. Растворимость белков

Многие белки хорошо растворяются в воде, что обусловлено наличием на поверхности белковой молекулы свободных гидрофильных групп (-ОН, -NH₂, -COOH и др.).

Различные белки растворяются по-разному; белки опорных тканей (кератин, коллаген, эластин и др.) нерастворимы в воде.

Растворимость белка в воде зависит от характера белка, реакции среды и присутствия электролитов. В кислой среде лучше растворяются белки, обладающие кислыми свойствами (альбумины, глобулины, проламины, глютелины), щелочные белки (протамины и гистоны) лучше растворяются в щелочной среде.

Техника определения. В одну пробирку вносят 2 капли неразведенного яичного белка, 20 капель воды, содержимое перемешивают. При этом яичный альбумин растворяется, а яичный глобулин выпадает в виде небольшого осадка. В другую пробирку вносят 2 капли яичного белка и 20 капель 5% раствора хлорида натрия. В слабом солевом растворе растворяются и альбумины, и глобулины.

В две другие пробирки помещают небольшое количество кератина (волосы). В одну пробирку вносят 20 капель воды, в другую – 20 капель 5% раствора хлорида натрия. Кератин не растворяется ни в воде, ни в солевом растворе. Результаты работы записывают в табл. 2, где растворимость обозначают знаком плюс (+), а отсутствие растворимости – знаком минус (-). Данные заносят в таблицу 2.

Таблица 2 – Растворимость белков

Название белка	H ₂ O	5% NaCl
Яичный альбумин		
Яичный глобулин		
Кератин		

1.4. Количественное определение белков

Содержание белка в пищевых объектах обычно определяют по количеству азота с использованием метода Кьельдаля. С целью упрощения и сокращения длительности анализа этот метод с момента его разработки модифицировался. Созданы автоматические анализаторы, стоимость определения содержания белка на которых и сегодня остается высокой. Для перевода количества азота в содержание белка используют коэффициент 6,25, т.к. большинство белков содержат 16% азота ($100/6,25=16$). Однако более правильным является использование коэффициентов, соответствующих фактическому содержанию белка в каждом его виде.

Колориметрическое определение по модифицированному методу Брэдфорд

Реактивы: Раствор красителя кумасси G-250, стандартный раствор белка 0,2-1,0 мг/мл.

Техника определения. В спектрофотометрическую кювету с длиной оптического пути 1 см вносят 0,1 мл суспензии белка, добавляют 1 мл раствора кумасси, перемешивают при комнатной температуре 2-3 мин и измеряют оптическую плотность смеси при 595 нм через 10 мин, используя в качестве контроля кювету, содержащую 0,1 мл H₂O и 1 мл красителя.

Построение калибровочного графика

Для построения калибровочного графика 1 мг кристаллического человеческого альбумина растворяют в 1 мл дистиллированной воды и делают следующие разведения:

Контроль. 0,1 мл дистиллированной воды.

Раствор 1. 0,01 мл альбуминового раствора + 0,09 воды

Раствор 2. 0,02 мл раствора + 0,08 мл воды

Раствор 3. 0,04 мл раствора + 0,06 мл

Раствор 4. 0,05 мл раствора + 0,05 мл

Раствор 5. 0,06 мл раствора + 0,04 мл Раствор 6. 0,08 мл раствора + 0,02 мл

Добавляют 1 мл реактива, через 10 мин регистрируют изменение оптической плотности при 595 нм.

Проводят два параллельных опыта и за результат измерений принимают среднее арифметическое значение.

1.5. Определение биологической ценности белков по расчетному показателю КЭБ

Биологическая ценность белка определяется присутствием в оптимальных соотношениях всех аминокислот, в особенности незаменимых. Если белок не содержит в достаточном количестве хотя бы одной незаменимой аминокислоты, то такой блок считается неполноценным в питательном отношении, т.к. он не может обеспечить нормальный белковый обмен организма человека.

Белки растительного происхождения бедны лизином, серосодержащими аминокислотами, треонином, триптофаном. Аминокислотный состав животных белков близок к аминокислотному составу белков человека. Они содержат достаточное количество незаменимых аминокислот и поэтому являются полноценными белками.

Для определения биологической ценности белков разработаны химические и биологические методы. Для быстрого определения биологической ценности отдельных белков при многовариантном планировании белковых смесей, не прибегая к эксперименту на животных, чаще всего используют химический метод аминокислотных шкал или химических скоров. Он основан на сравнении аминокислотного состава изучаемого белка с аминокислотным составом эталонного образца (белок ФАО), или высококачественного белка яйца, молока. Биологическая ценность испытуемого белка определяется по первой лимитирующей аминокислоте. В эталонном белке, химический скор каждой из 8 незаменимых аминокислот принимается за 100%.

Метод химических скоров дает возможность в первом приближении установить вероятную эффективность утилизации исследуемого белка или белкового продукта. Однако этот метод предполагает 100% усвояемость каждой незаменимой аминокислоты. Но доступность аминокислот для усвоения зависит от многих факторов и, прежде всего, от степени их высвобождения из белков в пищеварительном тракте.

Таким образом, степень утилизации белка организмом зависит от соотношения содержания в нем аминокислот, в первую очередь, незаменимых, и от степени их высвобождения из белка (перевариваемость).

Степень утилизации белков биологическими методами при технологических исследованиях обычно определяют ростовым методом по коэффициенту эффективности белка (КЭБ или PER). Сравнение производят со стандартным белком, в качестве которого применяют казеин. КЭБ казеина равен 2,5.

Хсю с соавторами предложил расчетный метод определения КЭБ, объединив этапы расчета аминокислотных чисел (химических скоров) и степень перевариваемости белков.

Хсю исходит из того, что на биологическую ценность белка влияет только недостаток той или иной незаменимой аминокислоты, поэтому вводят поправочные коэффициенты на те незаменимые аминокислоты, химический скор которых меньше 100. Но хорошо известно, что чрезмерный избыток любой незаменимой аминокислоты приводит также к понижению биологической ценности белка в целом.

В полноценных белках молока, мяса, яиц максимальные значения химических скоров не превышают 150, в то же время белки из новых источников, вовлекаемых в пищу, могут характеризоваться значительным дисбалансом аминокислот. Здесь предложена модификацию расчетного метода определения КЭБ, учитывающая введение поправочных коэффициентов и для тех незаменимых аминокислот, химический скор которых превышает 150.

Расчет КЭБ

Этап 1. Содержание незаменимых аминокислот в исследуемом белке, полученное по заданию, вносим в таблицу 3.

Таблица 3 – Содержание незаменимых аминокислот

Аминокислоты	Содержание в г/100г белка	
	Белок ФАО	Исследуемый белок
Лизин-	5,5	
Треонин	4,0	
Метион+цистеин	3,5	
Валин	5,0	
Изолейцин	4,0	
Лейцин	7,0	
Тирозин+фенилаланин	6,0	
Триптофан	1,0	

Этап 2. Устанавливают химический скор каждой незаменимой аминокислоты (НАК) с учетом степени переваривания белка.

$НАК = (\text{содержание НАК в исследуемом образце, г} / \text{содержание НАК в эталонном образце ФАО}) \cdot X$

где, X – степень перевариваемости, %.

Данные представляют в таблице 4.

Таблица 4 – Химический скор аминокислот

Аминокислоты	НАК, % для исследуемого образца

Придают вес каждому значению НАК %, пользуясь приведенной ниже таблицей 5 коэффициентов (y).

Таблица 5 – Коэффициенты по значению НАК (%)

НАК, %	Коэффициент (y)	НАК, %
100	1	100-150
99-91	2	151-200
90-81	2,83	201-250
80-71	4	251-300
70-61	5,66	301-350
60-51	8	350
50-41	11,31	
40-31	16	
30-21	22,63	
20-11	32	
10-0	45-25	

Этап 3. Придаем «вес» каждому значению НАК%, пользуясь таблицей 3 и находим сумму весов « y ».

Этап 4. Вычисляем «ассоциируемый вес» и находим его сумму « x ».

Ассоциируемый вес:

- для НАК от 100 до 150% равен 0,01;

- для НАК 100% ассоциируемый вес равен $(1/НАК\%)y$;

- для НАК 150% ассоциируемый вес равен $(y^2/ НАК\%)$, где

y – коэффициент пересчета (из таблицы 3).

Этап 5. Находят отношение суммы веса у к сумме ассоциируемого веса «х» для исследуемых образцов.

Этап 6. Вычисляют соотношение счета НАК исследуемого образца к казеиновому стандарту.

$$\text{ОКС} = \frac{\text{Счет НАК образца}}{\text{Счет НАК казеинового стандарта}}$$

Счет НАК казеинового стандарта

Этап 7. Расчет КЭБ ведут по формуле:

$$\text{КЭБ}_p = -2,1074 + 7,1312 (\text{ОКС}) - 2,5188 (\text{ОКС})^2$$

Примечание: модель расчета предназначена для белков, КЭБ которых лежит в диапазоне 0,67-3,22.

Пример расчета КЭБ

Задание: вычислить КЭБ_{расч} белкового образца, имеющего степень переваривания 72,1% и следующее содержание незаменимых аминокислот в г/100 г белка.

Этап 1. Задан. Этап 2. Находим табличные данные содержания незаменимых аминокислот в образце ФАО/ВОЗ. Рассчитываем НАК% для каждой незаменимой аминокислоты. Например: НАК% лизина = $(8,6/5,5) \times 72,15 = 112,5$. Все полученные значения сводим в таблицу 2. Этап 3. Придаем «вес» каждому значению НАК%, пользуясь таблицей 3, и находим сумму весов «у». Этап 4. Вычисляем ассоциируемый вес и находим его сумму «х» (табл. 6). Этап 5. $\text{НАК} = (17,49/0,2318) = 75,45$ Этап 6. Для определения счета НАК казеинового стандарта пользуемся литературными данными аминокислотного состава и перевариваемости. Степень переваривания казеина равна 90,03%. Исходя из содержания аминокислот, рассчитываем требуемые параметры для казеина.

Таблица 6 – Расчетные данные по задаче

Аминокислоты	Содержание г/100г белка+ АО/ВОЗ	Содержание а/к в образце г/100г белка	НАК, %	"Вес", (У)	Ассоциир. вес (х)
1	2	3	4	5	6
Лизин	5,5	8,6	112,5	1	0,01
Треонин	4,0	7,2	62,0	5,66	$(1:62) \cdot 5,66$
Метионин+ цистин	3,5	3,0	129,8	1	0,01

Продолжение таблицы 6					
1	2	3	4	5	6
Валин	5,0	7,1	74,3	4	(1:74,3) · 4
Изолейцин	4,0	4,1	125,5	1	0,01
Лейцин	7,0	12,2	103,2	1	0,01
Тирозин+ фенилаланин	6,0	9,6	115,4	1	0,01
Триптофан	1,0	3,0	216,5	2,83	2,83 ² · 216,5

Счет $НАК_{каз} = 15,0 / 0,175 = 88,72$

$ОКС = 75,45 / 88,72 = 0,8802$

Этап 7. $КЭБ_r = -2,1074 + 7,1312 \cdot 0,8802 - 2,5188 \cdot 0,8802 = -1,95$

Ответ. Коэффициент эффективности исследуемого белкового продукта составил 1,95 или 77,6% по сравнению со стандартным образцом (2,5), т.е. усваивается организмом хуже казеина.

Лабораторная работа № 2 Углеводы пищевого сырья и продуктов питания

Все углеводы подразделяются на две группы: простые углеводы и сложные. Простыми углеводами (моносахаридами) называются углеводы, которые не способны гидролизаться с образованием более простых углеводов, большинство этих веществ имеет состав, соответствующий общей формуле $C_nH_{2n}O_n$. Если моносахарид содержит альдегидную группу, то его называют альдозой, если кетонную – кетозой. В зависимости от числа углеродных атомов в молекуле моносахарида различают триозы, тетрозы, пентозы, гексозы.

Сложными углеводами (полисахаридами) называются такие углеводы, которые способны гидролизаться с образованием простых углеводов. Общая формула этих веществ $C_mH_{2n}O_n$. Сложные углеводы делят на подгруппы: низкомолекулярные, сахароподобные полисахариды (олигосахариды) и высокомолекулярные, несакхароподобные полисахариды. Олигосахариды при гидролизе распадаются на 2-8 молекул моносахаридов. По своему строению олигосахариды могут быть восстанавливаю-

щими и невосстанавливающими. Высокомолекулярные полисахариды при гидролизе распадаются на очень большое число моносакхаридов. Полисахариды, построенные из остатков одного и того же простого сахара, называются гомополисахаридами. Гетерополисахариды построены из остатков различных моносакхаридов.

Физиологические функции углеводов разнообразны: энергетическая, пластическая, регуляторная функции, тонизирующая центральную нервную систему. В процессе приготовления пищи претерпевают ряд изменений: гидролиз и др. С точки зрения пищевой ценности углеводы делятся на усвояемые и неусвояемые.

Цель – ознакомиться со свойствами углеводов и методами оценки их количества.

2.1. Восстанавливающие свойства углеводов

Реактивы: раствор глюкозы массовой долей 2%, аммиачный раствор оксида серебра, раствор гидроксида натрия массовой долей 10%, раствор лактозы массовой долей 1%, раствор сахарозы массовой долей 1%, реактив Фелинга 1 (3,5 г кристаллогидрата сульфата меди в 50 см³ воды), реактив Фелинга 2 (17,3 г тартрата калия-натрия и 6 г гидроксида натрия в 50 см³ воды).

Техника определения. В вымытой гидроксидом натрия пробирке смешивают 1 см³ аммиачного раствора оксида серебра, 1 см³ раствора глюкозы и нагревают. Если стенки пробирки были чистыми, то выделяющееся металлическое серебро осаждается на них в виде зеркального слоя; в противном случае выпадает черный осадок.

Затем в две другие пробирки помещают по 1 см³ реактивов Фелинга 1 и Фелинга 2. В одну пробирку добавляют 1 см³ раствора лактозы, в другую 1 см³ раствора сахарозы. Содержимое обеих пробирок подогревают. В первой пробирке выделяется красный осадок, во второй изменений нет.

2.2. Определение степени осахаривания крахмала

Осахариванием крахмала называют процесс его гидролитического расщепления до ди- и моносакхаридов. Крахмал явля-

ется полисахаридом, состоящим из молекул α -глюкозы, связанных между собой α -1,4 связью.

Схема гидролиза крахмала имеет следующий вид:

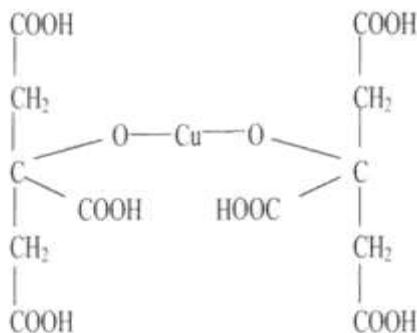
Управляя глубиной гидролиза крахмала, можно получить продукты питания с заданным содержанием Сахаров. Химический гидролиз крахмала проходит очень медленно, поэтому его проводят при повышенных температурах в присутствии катализатора, которым является кислота. Скорость осахаривания зависит от концентрации кислоты, температуры и длительности гидролиза.

Проведения гидролиза крахмала

Реактивы: соляная кислота, щелоч натрия 30%, раствор йодида калия 10%, раствор серной кислоты 25%.

Техника выполнения. Навеску крахмала в 0,2 г заливают 50 см³ горячего раствора HCl (1 моль/дм³) в химическом стакане и нагревают на кипящей водяной бане в течение 30 минут при периодическом помешивании.

Определение количества осахаренного крахмала. О количестве осахаренного (гидролизованного) крахмала судят по содержанию образовавшейся из него глюкозы. Определение глюкозы основано на ее окислительно-восстановительных свойствах. Глюкозу окисляют оксидом меди, в составе комплексного соединения меди с лимонной кислотой в щелочной среде, которую создает карбонат натрия. Комплексное соединение имеет вид:



Избыток оксида меди, находящийся в комплексе, определяется йодометрически на основе следующей реакции:



Выделившийся йод оттитровывают раствором тиосульфата ($Na_2S_2O_3$). Количество последнего, пошедшего на титрование, эквивалентно количеству оставшегося после окисления глюкозы оксида меди.

Техника определения. После проведения гидролиза гидролизат охлаждают и в том же стакане нейтрализуют при помощи 30% раствора NaOH, добавляя его осторожно по каплям и контролируя, чтобы pH не был выше 6,5.

Нейтрализованный гидролизат переносят в мерную колбу на 100 см^3 и доводят дистиллированной водой до метки. Из полученного объема 25 см^3 переносят в мерную колбу на 100 см^3 , добавляют 25 см^3 медного окислительного реактива, ставят на асбестовую проволочную сетку и нагревают до кипения. Кипятят 10 мин, быстро охлаждают до комнатной температуры и доводят водой до метки.

В коническую колбу отбирают 25 см^3 ярко-синего раствора, не затрагивая образовавшегося осадка оксида меди красного цвета, добавляют 30 см^3 свежеприготовленного 10% раствора KI и 25 см^3 25% раствора H_2SO_4 . Выделившийся йод оттитровывают раствором $Na_2S_2O_3$ ($0,1\text{ моль/дм}^3$).

Одновременно проводят контрольный опыт в таких же условиях, но вместо 25 см^3 исследуемого раствора берут 25 см^3 дистиллированной водой.

Разница объемов тиосульфата, пошедшего на контрольный и рабочий опыты, эквивалентна количеству оксида меди, пошедшего на окисление глюкозы. Умножив полученную разность на 4 (поскольку из 100 см^3 взято 25 см^3) находят содержание осаждаемого крахмала в 25 см^3 нейтрализованного раствора (в мг) по таблице 7.

Таблица 7 – Данные для расчета крахмала

Количество Na ₂ S ₂ O ₃ , мл	Содержание крахмала, мг	Количество Na ₂ S ₂ O ₃ , мл	Содержание крахмала, мг
1	2,8	8	23,1
2	5,6	9	26,1
3	8,4	10	29,2
4	11,3	11	32,3
5	14,2	12	35,4
6	17,1	13	38,6
7	20,1	14	41,8
		15	45,0

Учитывая разведение гидролизата, рассчитывают степень осахаривания крахмала, исходя из его количества до гидролиза (0,2 г).

Массовая доля крахмала X (в %):

$$X = \frac{100 \cdot A \cdot V_1 \cdot V_3}{1000 \cdot m \cdot V_2}$$

где: A – количество крахмала по таблице 1, мг;

V_1 – общий объем гидролизата (100 мл);

V_3 – объем раствора после окисления глюкозы (50 мл);

m – масса навески, г;

V_2 – объем гидролизата для окисления глюкозы (25 мл).

Проводят два параллельных опыта и за результат измерений принимают среднее арифметическое значение.

2.3. Определение массовой доли сахара ускоренным методом горячего титрования (по ГОСТ 56-68)

Реактивы: серноокислый цинк 15% раствор, соляная кислота 20%, гидроокись калия 4%, гидроокись калия 10%, раствор метилового красного, серноокислая медь 1% раствор, щелочной раствор калий-натрий виннокислый, стандартный раствор сахарозы.

Оборудование: весы лабораторные, песочные часы на 5 и 8 мин, водяная баня, электроплитка, термометр ртутный стеклянный, колбы мерные, цилиндры, пипетки, капельница.

Техника определения. Из лабораторного образца выделяют для определения сахара не менее 300 г изделий. В изделиях, у которых мякиш отграничен (булки, хлеб, сдоба) анализируют только мякиш. После удаления корки и всех включений (повидло, варенье и пр.) изделие измельчают и перемешивают.

Для приготовления водной вытяжки навеску измельченного изделия взвешивают с погрешностью не более 0,05 г, переносят при помощи воронки в мерную колбу вместимостью 200 или 250 см³, навеску продукта берут с таким расчетом, чтобы концентрация сахара в растворе была около 0,5%. Для удобства расчета величину массы навески находят по табл. 8.

Таблица 8 – Расчет навески изделия

Предполагаемая массовая доля сахара в пересчете на сухое вещество, %	Масса мякиша, г, в мерной колбе вместимостью, см ³	
	200	250
2-5	25	30
6-10	12,5	15
10-15	8	10
16-20	6	7

В колбу приливают 1/3 объема воду и оставляют на 5 мин при частом взбалтывании. После этого в колбу приливают 10 см³ 15% раствора сернокислого цинка и 10 см³ 4% раствора гидроксида натрия (или 5,6% раствора гидроксида калия), хорошо перемешивают, доводят до метки, снова перемешивают и оставляют стоять 15 мин. Отстоявшуюся жидкость фильтруют через складчатый фильтр в сухую колбу.

Для гидролиза сахарозы 50 см³ полученного фильтрата отбирают в мерную колбу вместимостью 100 см³ и прибавляют к нему 5 см³ 20% соляной кислоты. Колбу погружают в нагретую до 70⁰С водяную баню и выдерживают 8 мин при этой температуре. Затем быстро охлаждают до комнатной температуры, нейтрализуют углекислым натрием или 10% раствором гидроксида натрия или калия по метиловому красному до появления желтого окрашивания. После доведения до метки содержимое

колбы хорошо перемешивают и берут полученный раствор для анализа в количестве, предусмотренном в методе.

В бюретку вместимостью 10 см³ наливают исследуемый раствор. В две плоскодонные колбы вместимостью 50 см³ отмеряют пипеткой по 5 см³ раствора сернокислой меди (1%) и калия-натрия виннокислого. Одну из колб помещают на нагретую электроплитку, доводят медно-щелочной раствор в колбе до кипения и титруют из бюретки исследуемым раствором со скоростью 4 капли в секунду до перехода синей окраски медно-щелочного раствора в желтую. Израсходованный на титрование объем в см³ стандартного раствора сахарозы отмечают по бюретке. Затем проводят контрольное титрование. Вторую колбу с медно-щелочным раствором помещают на нагретую электроплитку, раствор в колбе доводят до кипения и сливают в него из бюретки 85% израсходованного на предварительное титрование объема исследуемого раствора, следя за тем, чтобы кипение в колбе не прекращалось. При этом синяя окраска медно-щелочного раствора изменяется на светло-фиолетовую. Дотитрование медно-щелочного раствора исследуемым раствором проводят со скоростью 1 капля в секунду до появления желтой окраски. Массовую долю сахара (*M*) в пересчете на сухое вещество вычисляют по формуле:

$$M = \frac{T \cdot V_1 \cdot 100 \cdot 2}{m \cdot V_2 \cdot 1000} \cdot \frac{100}{100 \cdot W}$$

T – титр медно-щелочного раствора по сахарозе; *V*₁ – вместимость мерной колбы, взятой для приготовления водной вытяжки, см³; *V*₂ – объем исследуемого раствора, израсходованный на титрование, см³; *m* – масса навески исследуемого изделия; *W* – массовая доля влаги в изделии, определенная по ГОСТ 21094; 1000 – перевод мг сахарозы в г; 2 – двойное разведение вытяжки при проведении гидролиза сахарозы. Вычисления проводят до 0,1%. Проводят два параллельных опыта, результат оформляют по среднему арифметическому значению.

Лабораторная работа № 3

Липиды растительного сырья и продуктов питания

Липидами называют сложную смесь эфироподобных органических соединений с близкими физико-химическими свойствами, которая содержится в клетках растений, животных и микроорганизмах. Липиды широко распространены в природе и вместе с белками и углеводами составляют основную массу органических веществ всех живых организмов, являясь обязательным компонентом клетки. Широко используются при получении многих продуктов питания, являются компонентами сырья, определяют пищевую и биологическую полноценность и вкусовые качества. Липиды не растворимы в воде (гидрофобны), растворимы в органических растворителях. В растениях накапливаются в семенах. Больше всего липидов в растениях у арахиса (50-61%, подсолнечника 30-58, маслины 28-50, какао бобы 49-57%, меньше у пшеницы 2,7%, ржи 2,5%, рисе 2,9, гречихе 3,8%. В животных тканях липиды в подкожных тканях, мозговой, нервной, тканях окружающих сердце, почки.

По химическому составу классифицируют липиды на простые и сложные. По способности к гидролизу липиды могут быть омыляемые и неомыляемые. Омыляемые при гидролизе образуют несколько структурных компонентов, а при взаимодействии с щелочами – соли жирных кислот (мыла).

В процессе приготовления пищи и хранения липиды претерпевают изменения. И превращения. Главное – гидролиз, окислительное и биохимическое прогоркание. Эти превращения в сырье, полуфабрикатах и готовой продукции могут происходить одновременно, в виде идущих параллельно, связанных между собой превращений. Глубина и интенсивность процессов зависят от химического состава, характера добавляемых веществ, влажности, микробов, активности ферментов, контакта с кислородом, способа упаковки. В растительных жирах, главным образом идут процессы автоокисления кислородом воздуха.

Лучше хранить в резервуарах: 4-6^{0С}, влажности 75%, без доступа кислорода. При хранении пшеничной муки происходит гидролитическое и окислительное прогоркание. Образующиеся продукты взаимодействуют с белками, влияя на хлебопекарное

достоинство пшеничной муки. При развитии окислительных процессов в продуктах накапливаются нежелательные вещества, поэтому защита липидов – важная задача.

Цель работы — ознакомиться с основными методиками оценки аналитических чисел жира пищевых продуктов.

3.1. Определение йодного числа жира в кондитерских изделиях по Рекомендации МИ 2586-2000

Йодное число г йода / 100 г жира – условная величина, характеризующая массовую долю непредельных соединений в жире. Метод основан на взаимодействии йода с непредельными жирными кислотами.

Реактивы: хлороформ, этиловый спирт, солянокислый раствор хлористого йода, тиосульфат натрия 0,1н, раствор крахмала 1%.

Техника определения. Первоначальный этап работы заключается в экстрагировании жиров из изделия. Навеску измельченного изделия (10-50 г) помещают в колбу емкостью 500 см³ с притертой пробкой или другую плотно закрывающуюся тару. Экстрагирование осуществляют смесью хлороформа и этилового спирта в соотношении 2 к 1 или хлороформом. Объем смеси 50-100 см³. Экстрагирование ведут при комнатной температуре в течение 4-6 часов при периодическом встряхивании, экстракт фильтруют и отгоняют растворитель на кипящей водяной бане (температура 60-78⁰С). Затем приготавливают солянокислый раствор хлористого йода. Для этого в стеклянную посуду с притертой пробкой вносят 11,1 г йодистого калия, 7 г йодноватокислого калия, 50 см³ дистиллированной воды, 50 см³ концентрированной соляной кислоты и взбалтывают до полного растворения йода. Переносят на делительную воронку, приливают 20 см³ хлороформа и добиваются фиолетовой окраски слоя хлороформа добавлением по каплям водного раствора йодноватистого калия с массовой концентрацией 10 г/дм³ при энергичном взбалтывании. После отстаивания водный слой сливают в мерную колбу и доводят объем водой до 1 дм³. Реактив хранят в склянке из темного стекла в течение 3-х месяцев.

Для определения йодного числа в колбу с притертой крышкой вносят навеску экстрагированных липидов из изделия,

приливают для растворения жира 3 см³ этилового спирта, добавляют из бюретки 25 см³ 0,2 моль/л солянокислого раствора хлористого йода. Колбу закрывают пробкой, перемешивают и оставляют стоять 10-15 мин, в темном месте. Затем вносят 10 см³ раствора йодистого калия 100 г/дм³, 50 см³ дистиллированной воды. Выделившийся йод титруют раствором тиосульфата натрия 0,1 моль/дм³ до светло-желтой окраски. После этого в колбу прибавляют 1 см³ свежеприготовленного раствора крахмала 10%, и продолжают титрование до полного исчезновения синего окрашивания. Одновременно проводят контрольное изменение без навески липидов. Йодное число в г йода на 100 г жира вычисляют по формуле:

$$X = \frac{0,01269 \cdot (V - V_1) \cdot 100}{m}$$

V – объем раствора тиосульфата натрия 0,1 моль/дм³, израсходованного в контрольном измерении, см³; V_1 – объем раствора тиосульфата натрия 0,1 моль/дм³, израсходованного в рабочем измерении, см³; m – масса навески жира; 0,01269 – количество йода, соответствующее 1 см³ раствора тиосульфата натрия 0,1 моль/дм³, г. Округление до второго десятичного знака. Проводят два параллельных опыта и за результат измерений принимают среднее арифметическое значение.

3.2. Определение кислотного числа в кондитерских изделиях по Рекомендации МИ 2586-2000

Содержание свободных жирных кислот в 1 г жира характеризуется кислотным числом жира. Кислотное число жира выражается количеством мг щелочи, необходимой для нейтрализации свободных жирных кислот в 1 г жира. Для свежего жира значение кислотного числа не превышает 0,02-0,5. Увеличение кислотного числа снижает сортность жира и при кислотном числе больше 3,5 жир направляется на технические цели.

Реактивы: фенолфталеин, хлороформ и этиловый спирт

Техника определения. Проводят этап экстрагирования липидов из изделия по описанной схеме в пункте 3.1. Затем экстрагированную навеску липидов вносят в коническую колбу на 250 см³. Приливают 30-50 см³ нейтрализованной смеси раство-

рителей (хлороформ 25 см³, этиловый спирт 25 см³, 5 капель фенолфталеина и нейтрализуют 0,1н гидроокисью калия до едва заметной розовой окраски), затем перемешивают. Если жир плохо растворяется, можно нагреть на водяной бане. Полученный раствор при постоянном взбалтывании титруют 0,1н раствором гидроокиси калия или натрия до появления розового окрашивания.

Кислотное число (мг КОН на 1 г жира) рассчитывают по формуле:

$$KЧ = \frac{V \cdot 5,611 \cdot K}{m}$$

где: V – количество миллилитров 0,1н раствора щелочи, израсходованной на титрование; K – поправка к титру 0,1н раствора щелочи; m – навеска жира, г;

5,611 – количество щелочи, соответствующее 1 см³ точного раствора 0,1 моль/дм³ (титр 0,1н раствора КОН), мг/см³. Округление до второго десятичного знака. Проводят два параллельных опыта и за результат измерений принимают среднее арифметическое значение.

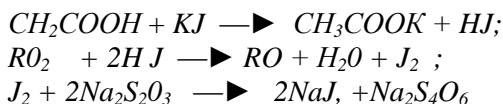
3.3. Определение перекисного числа жира в кондитерских изделиях по Рекомендации МИ 2586-2000

Согласно современной теории о механизме окисления жиров первичными продуктами окисления являются пероксиды. В результате дальнейших превращений пероксидов образуются вторичные продукты окисления: спирты, альдегиды, кетоны, кислоты с углеродной цепью различной длины, а также их полимеры. Скорость, глубина и направление окисления зависят от состава жиров и масел: с увеличением степени не предельности жирных кислот, входящих в состав глицеридов, скорость окисления вырастает. Окислительные процессы в жирах катализируются присутствием влаги, следов металлов, кислорода воздуха.

О содержании перекисных соединений в жире судят по перекисному числу, которое позволяет выявить окислительные процессы и появление продуктов порчи значительно раньше, чем это может быть установлено органолептически.

Перекисное число – количество грамм йода, выделенного из йодида калия перекисными соединениями, содержащимися в 100 г жира. Перекисное число определяется йодо-метрическим методом. Метод основан на взаимодействии перекисей, содержащихся в жире, с йодистым калием в присутствии ледяной уксусной кислоты с выделением йода и последующим титрованием раствором тиосульфата натрия.

Химизм метода представлен на схеме:



Перекисное число свежего жира должно быть не более 0,03% йода, испорченного жира – свыше 0,1% йода.

Реактивы: хлороформ, этиловый спирт, ледяная уксусная кислота, йодистый калий, крахмал, тиосульфат натрия

Техника определения. Проводят этап экстрагирования липидов из изделия по описанной схеме в пункте 3.1. Затем коническую колбу на 300 мл вносят навеску массой 1 г выделенных липидов, добавляют 8 см³ хлороформа и 12 см³ ледяной уксусной кислоты, к раствору приливают 1 см³ 10% раствора йодистого калия. Колбу закрывают пробкой, перемешивают в течение 1-2 мин и оставляют в покое в темном месте на 15 мин. Затем приливают 60 см³ дистиллированной воды, тщательно перемешивают и вносят 1 см³ 1% раствора крахмала. Выделившийся йод титруют 0,01н раствором тиосульфата натрия. Параллельно ставят контрольный опыт без навески липидов.

Расчет перекисного числа (ммоль/кг):

$$ПЧ = \frac{(V_1 - V_2) \cdot C \cdot 1000}{m},$$

где: V_1, V_2 – количество 0,01н раствора $Na_2S_2O_3$, израсходованные соответственно на рабочее и контрольное титрование выделившегося йода, мл; C – концентрация использованного раствора тиосульфата натрия; m – навеска жира, г; 1000 – коэффициент для пересчета результата измерения в ммоль на кило-

грамм. Округление до второго десятичного знака. Проводят два параллельных опыта и за результат измерений принимают среднее арифметическое значение.

3.4. Определение функциональных свойств жиров

Реактивы: углекислый натрий 2% раствор, мыло 2% раствор, диэтиловый эфир, ацетон, этиловый эфир, дистиллированная вода.

Техника определения. Для определения растворимости жиров ставят два ряда пробирок по четыре в каждом ряду. В пробирки первого ряда вносят по несколько капель растительного масла, второго ряда – по кусочку масла. В первые пробирки каждого ряда вносят 2 мл воды, во вторые пробирки рядов вносят 2 мл диэтилового эфира, в третьи – ацетон 2 мл, в четвертые – спирта. Все пробирки взбалтывают и наблюдают растворимость жиров в различных растворителях. Пробирки со спиртом рекомендуется подогреть на водяной бане. Записывают результаты опыта.

Для выявления эмульгирования жиров в три пробирки вносят по 5 капель растительного масла. В первую добавляют 2 мл дистиллированной воды, во вторую – 2% раствора углекислого натрия (сода), в третью – 2 мл 2% раствора мыла. Все пробирки взбалтывают и наблюдают в первой пробирке образование неустойчивой эмульсии масла в воде, быстро расслаивающейся при стоянии, а в остальных – устойчивой эмульсии благодаря действию добавленных эмульгаторов, которые адсорбируются в наружном слое жировых капель и понижают их поверхностное натяжение.

Лабораторная работа № 4

Определение кислотности пищевых продуктов

Кислотность муки – показатель, свидетельствующий о ее свежести. Она обусловлена присутствием белков, имеющих кислую реакцию, наличием свободных жирных кислот и различных соединений фосфорной кислоты. Кроме того, в муке в небольшом количестве содержатся такие органические кислоты, как яблочная, уксусная, молочная и др.

При хранении муки кислотность ее повышается, что связано в первую очередь с гидролитическими процессами, происходящими с высокомолекулярными соединениями муки. Так, содержащиеся в муке жиры расщепляются под действием фермента липазы на свободные жирные кислоты и глицерин, под действием протеолитических ферментов идет гидролиз белков с образованием аминокислот, а при распаде фосфатидов образуются кислые фосфаты. Хранение муки при повышенной температуре и влажности приводит к ускорению этих процессов из-за роста активности ферментов муки. Кроме того, неблагоприятные условия хранения муки активизируют жизнедеятельность бактерий, за счет чего в муке возрастает количество органических кислот.

Мука, полученная из проросшего, морозобойного, самосогревшегося зерна, имеет более высокую кислотность.

Таким образом, мука с высокой кислотностью либо хранилась длительное время, либо хранилась в неблагоприятных условиях, либо получена из зерна с пониженными хлебопекарными свойствами.

Показатель кислотности хлеба характеризует качество хлеба с вкусовой и гигиенической стороны. По этому показателю можно судить и о правильности ведения технологического процесса приготовления хлеба, так как кислотность в основном обуславливается наличием в хлебе продуктов, получаемых в результате спиртового и молочнокислого брожения в тесте.

Титруемая кислотность характеризует общее количество свободных кислот и кислых солей. Она выражается в градусах. Под градусом кислотности понимают количество раствора гидроксида натрия или калия молярной концентрацией эквивалента 1 моль/л необходимых для нейтрализации кислот, содержащихся в 100 г муки или хлеба.

Для муки показатель кислотности не регламентируется соответствующими стандартами, поэтому пользуются ориентировочными данными. Кислотность муки зависит также от ее сорта. При одинаковой длительности и условиях хранения титруемая кислотность при снижении сортности муки повышается. Так, показатель титруемой кислотности по болтушке не должен превышать для пшеничной муки высшего сорта 3°, а для муки 1 и 2

сортов – 3,5-4,5°, для ржаной сеяной муки – 4°, для обдирной – 5°, обойной – 5,5°. Согласно стандартам максимальная норма кислотности для отдельных сортов хлеба из ржаной муки колеблется в пределах 9-12°, а для хлеба из пшеничной муки – 2-6° (в зависимости от сорта хлеба).

Цель – определить кислотность пищевых продуктов.

4.1 Определение титруемой кислотности муки по болтушке (ГОСТ 27493-87)

Реактивы: раствор фенолфталеина массовой долей 3%, раствор гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³.

Техника определения. Навеску муки массой 5 г переносят в сухую коническую пробирку вместимостью 100-150 см³ и приливают цилиндром 50 см³ дистиллированной воды. Содержимое колбы перемешивают до исчезновения комочков муки и добавляют три капли 3% раствора фенолфталеина. Затем болтушку титруют раствором гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³ до появления ясного розового окрашивания, не исчезающего при спокойном стоянии колбы в течение 20-30 с.

При исчезновении розового окрашивания по истечении указанного времени прибавляют еще 3-4 капли раствора фенолфталеина. Появление розового окрашивания свидетельствует об окончании титрования. В противном случае титрование продолжают.

Кислотность муки вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V \cdot 100 \cdot K}{m \cdot 10} = 2 \cdot V \cdot K$$

где X – кислотность муки, град; V – объем затраченного на титрование раствора гидроксида натрия, молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³, см³; 100 – коэффициент, приводящий к 100 г навески; K – поправочный коэффициент к раствору гидроксида натрия; m – масса навески муки, г; 10 – коэффициент пересчета раствора гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³ на 1 моль/дм³.

Вычисление проводят с точностью до второго десятичного знака с последующим округлением до первого десятичного знака. За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми, не должно превышать для муки 0,2 градуса кислотности.

4.2 Определение кислотности хлебобулочных изделий стандартным арбитражным методом (ГОСТ 5670-96)

Реактивы: раствор фенолфталеина массовой долей 3%, раствор гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³.

Техника определения. Отвешивают 25 г измельченного мякиша. Навеску помещают в сухую бутылку (типа молочной) вместимостью 500 см³ с хорошо пригнанной пробкой. Мерную колбу вместимостью 250 см³ наполняют до метки водой комнатной температуры. Около ¼ взятой воды переливают в бутылку с хлебом, который после этого быстро растирают деревянной лопаткой или стеклянной палочкой с резиновым наконечником до получения однородной массы, без заметных комочков нерастертого хлеба.

К полученной смеси приливают из мерной колбы всю оставшуюся воду. Бутылку закрывают пробкой, смесь энергично встряхивают в течение 2 мин и оставляют в покое при комнатной температуре на 10 мин. Затем смесь снова энергично встряхивают в течение 2 мин и оставляют в покое на 8 мин.

По истечении 8 мин отстоявшийся жидкий слой осторожно сливают через частое сито или марлю в сухой стакан. Из стакана отбирают пипеткой по 50 см³ в две конические колбы вместимостью по 100-150 см³ и титруют раствором гидроксида натрия с 2-3 каплями фенолфталеина до получения слабо-розового окрашивания, не исчезающего при спокойном стоянии колбы в течение 1 мин.

Кислотность хлеба вычисляют по формуле:

$$X = \frac{25 \cdot 50 \cdot 4 \cdot V \cdot K}{250 \cdot 10} = 2 \cdot V \cdot K$$

где X – кислотность хлебобулочного изделия, град; 25 – масса навески испытуемого продукта, г; 50 – объем испытуемого раствора, взятого для анализа, см³; 4 – коэффициент, приводящий к 100 г навески; V – объем затраченного на титрование раствора гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³, см³; K – поправочный коэффициент к раствору гидроксида натрия; 250 – объем воды, взятый для извлечения кислот, см³; 10 – коэффициент пересчета раствора гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³ на 1 моль/дм³.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных титрований для одного фильтрата, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,3 градуса.

Лабораторная работа № 5

Влага и минеральные вещества пищевых продуктов

Вода – важный компонент пищевых продуктов. Она является клеточным и внеклеточным компонентом, служит диспергирующей средой и растворителем в растительных и животных продуктах, обуславливает консистенцию и структуру продукта, влияет на его внешний вид и вкус, на устойчивость продукта при хранении.

Показатель массовой доли влаги является важнейшим для оценки качества сырья и готовых продуктов. С содержанием воды тесно связаны стойкость продукта при хранении и его транспортабельность, а также его пригодность к дальнейшей переработке, так как избыток влаги способствует протеканию ферментативных и химических реакций, активизирует деятельность микроорганизмов, в том числе таких, которые вызывают порчу продукта, в частности плесневение. В связи с этим содержание влаги в объекте предопределяет условия и сроки его хранения.

Для характеристики взаимосвязи между влагосодержанием пищевого продукта и его сохранностью используется понятие «активность воды». Активность воды (a_w) – это отношение давления паров воды над данным продуктом к давлению паров над чистой водой при той же температуре.

Активность воды характеризует состояние воды в пищевых продуктах, ее причастность к химическим и биологическим изменениям. По величине a_w различают: продукты с высокой влажностью $a_w = 1,0-0,9$; продукты с промежуточной влажностью $a_w = 0,9-0,6$; и продукты с низкой влажностью $a_w = 0,6-0,0$.

В продуктах с низкой влажностью могут идти окисление жиров, неферментативное потемнение, потеря водорастворимых веществ, ферментативная порча. Активность микроорганизмов подавлена. В продуктах с промежуточной влажностью – могут протекать эти же процессы, а так же с участием микроорганизмов. При высокой влажности – микроорганизмам принадлежит решающая роль. Большинство бактерий размножаются при $a_w = 0,85-0,95$; плесеней – при $a_w = 0,6-0,8$; дрожжей – $0,8-0,9$. В основном порчу продуктов, с промежуточной влажностью, вызывают дрожжи плесени. Дрожжи вызывают порчу сиропов, кондитерских изделий, джемов, сушеных фруктов. Плесени – мяса, джемов, пирожных, печенья.

Помимо влияния на химические реакции и рост микроорганизмов, активность воды имеет значение и для текстуры продуктов. Например, в сухих продуктах (сухое молоко, крекеры и т.п.) максимальная a_w должна быть $0,35 \pm 0,5$. Большая a_w необходима для продуктов мягкой текстуры, которые не должны обладать хрупкостью.

Пищевые продукты сильно различаются по содержанию воды. Так, в зерне и муке ее содержится 12-15%, в хлебе – 23-48%, в крахмале – 13-20%, в сахаре – 0,15-0,40%, в плодах сушеных – 12-25%, в свежих – 75-90%, в овощах свежих – 65-90%, в говядине – 58-74%, в рыбе – 62-84%, в молоке – 87-90%.

Пищевые продукты – это многокомпонентные системы, в которых влага связана с твердым скелетом. Деление воды на связывающую и свободную носит условный характер. Почти вся вода в пищевом продукте находится в связанной форме, но удерживается тканями с различной силой. Как, в основу классификации положена природа образования различных форм связи и энергия связи. *Энергии связи* – это энергия, которую необходимо затратить на нарушение связи, при удалении влаги из материала. По классификации Ребиндера, формы связи влаги с пищевым продуктом, в порядке убывающей энергии делятся на

три группы: химическая, физико-химическая и физико-механическая. Наиболее прочная – химическая связь, при ней в состав вещества влага входит в строго определенных соотношениях и удалить ее можно только при разрушении продукта путем прокаливании или химического воздействия.

Цель – охарактеризовать показатели качества воды, определить содержание влаги и золы в пищевом продукте.

5.1. Анализ воды

Вода на пищевых предприятиях используется для технологических, хозяйственных и теплотехнических целей. В технологии вода может являться сырьем, входящим в состав готового продукта, растворителем некоторых видов сырья, средой для выполнения производственных операций.

$$a_w = \frac{P}{P_0}$$

где a_w – активность воды; P – парциальное давление паров воды над поверхностью продукта; P_0 – давление пара чистого растворителя (дистиллированной воды) при той же температуре.

Дистиллированная вода имеет $a_w = 1$, а совершенно обезвоженное вещество $a_w = 0$.

Активность воды представляет собой ту часть общего количества содержащейся в продукте воды, которая не связана растворенными в ней веществами. Эта часть влаги, которую можно также обозначить как химически несвязанную влагу пищевого продукта, оказывает прямое воздействие на способность микроорганизмов к размножению, на их обмен веществ, а так же на сопротивляемость их, например, к тепловому воздействию или облучению.

В зависимости от отношения микроорганизмов к воде они делятся на: гидрофилы – влаголюбивые микроорганизмы, мезофилы – средневлаголюбивые микроорганизмы, ксерофилы – сухолюбивые микроорганизмы.

Критический предел активности воды для развития микроорганизмов: гидрофилы (в основном бактериальная микрофлора 0,99-0,92; мезофилы (по большей мере различные расы дрожжей) 0,88-0,85; ксерофилы (микроскопические грибы) 0,70-

0,65. Таким образом, если активность воды больше 0,65, то возможно развитие микрофлоры.

По активности воды все пищевые продукты делятся на три группы:

- продукты с активной влажностью (мясо, сыр, фрукты) – 1,0-0,9;
- продукты с промежуточной влажностью (мука, мед, кексы) – 0,9-0,6;
- продукты с низкой влажностью (кофе, сахар) – 0,6-0,0.

Вода оказывает огромное влияние на органолептические свойства продукции пищевой промышленности. Используемая в производстве вода должна быть чистой, прозрачной, бесцветной, приятной на вкус и не иметь запаха.

Качественные показатели воды, пригодной для использования в пищевой промышленности, следующие: отсутствие какого-либо запаха, вкуса и привкуса; цветность по платиново-кобальтовой шкале не более $C20^0$; мутность по стандартной шкале не более $1,5 \text{ мг/дм}^3$; сухой остаток не более 1 г/дм^3 ; общая жесткость не более $1,5 \text{ мг-экв/дм}^3$ (допускается до 6 мг-экв/дм^3); общая щелочность не более $1,5 \text{ мг-экв/дм}^3$; общее количество бактерий в 1 см^3 неразбавленной воды не более 100; бактерий группы кишечной палочки в 1 дм^3 воды не более 3.

Воду, содержащую взвеси или не соответствующую санитарным требованиям, очищают и обезвреживают.

5.1.1. Определение щелочности воды

Общая щелочность воды – это сумма карбонатов, бикарбонатов и солей других слабых кислот содержащихся в воде. Щелочность определяют титрованием воды соляной кислотой с индикатором метиловым оранжевым или электрометрическим титрованием до pH 4,5 и выражают в миллиграмм эквивалентах щелочных ионов в 1 дм^3 воды.

Реактивы: раствор соляной кислоты молярной концентрацией эквивалента $0,1 \text{ моль/дм}^3$, метиловый оранжевый

Техника определения. В две конические колбы вместимостью 250 см^3 наливают по 100 см^3 воды, прибавляют 5 капель метилового оранжевого и титруют раствором соляной кислоты до перехода цвета из желтого в оранжевый. Общая щелочность воды:

$$\text{Щ} = \frac{V \cdot N \cdot 1000}{V_1} = V,$$

Щ – общая щелочность воды, мг-экв/дм³; V – объем затраченного на титрование раствора соляной кислоты молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³, см³; N – молярная концентрация эквивалента раствора соляной кислоты, моль/дм³; 1000 – коэффициент перевода граммов в миллиграммы; V₁ – объем воды взятой на титрование, см³.

Округление до второго десятичного знака. Проводят два параллельных опыта и за результат измерений принимают среднее арифметическое значение.

5.2. Анализ поваренной соли

Поваренная соль представляет собой природной хлорид натрия с очень незначительной примесью других солей. Она хорошо растворяется в воде. С повышением температуры ее растворимость повышается, но весьма незначительно. Чистый хлорид натрия негигроскопичен, поваренная соль же вследствие содержания в ней хлоридов кальция и магния – гигроскопична.

Кристаллы хлорида натрия прозрачны, однако в мелкодробленном виде соль имеет белый цвет. Находящиеся в ней примеси придают ей различные оттенки. Соль не обладает запахом.

Поваренную соль добывают различными способами. В зависимости от этого различают соль каменную, самосадочную, садовую и выварочную.

Каменная соль залегает мощными пластами на большой глубине и добывается горным способом путем устройства шахт. Она отличается высокой степенью чистоты и малым содержанием влаги.

Самосадочная соль находится в виде пластов на дне соленых озер. Летом, когда озера высыхают, ее легко добывают технически. Этот вид соли является основным.

Садовая (бассейновая) соль получается из естественных или искусственных солевых водоемов путем выпаривания или вымораживания, при этом вследствие пересыщения выпадает

осадок. Этот вид соли добывается в незначительных количествах.

Выварочная соль получается путем выпаривания из рассолов, добываемых прокачиванием воды через подземные залежи соли. Полученные рассолы содержат до 30% хлорида натрия и примеси иных солей, которые удаляют в результате химической очистки. Затем рассол уваривают под вакуумом для кристаллизации соли, которую центрифугируют, высушивают и просеивают. Наиболее чистой является выварочная соль.

Примеси оказывают влияние на свойства поваренной соли. Соли магния придают ей горьковатый привкус, соли кальция – грубый щелочной вкус. Примеси солей железа вызывают при соприкосновении с жирами красно-бурые пятна и, являясь катализаторами окислительных процессов, ускоряют прогоркание жиров.

В основу деления соли по сортам положена чистота соли и крупнота ее частиц (тонина размола). По сортам выпускается соль «Экстра», высшего, 1 и 2 сортов. По крупности помола различают помол № 0, являющийся самым мелким, № 1, 2, 3.

ГОСТ 13830-91 предусматривает определение органолептических, физико-химических показателей и гранулометрического состава соли.

Цель – исследовать органолептические свойства поваренной соли и определить ее массовую долю в продуктах питания.

5.2.1. Определение цвета, вкуса и запаха соли

Техника определения. По органолептическим показателям цвет соли «Экстра» и высшего сорта должен быть белым, а у 1 и 2 – белым с возможными оттенками: сероватым, голубоватым или желтоватым. Запах соли определяют непосредственно после растирания навески 20 г в чистой фарфоровой ступке. В холодное время года соль перед растиранием выдерживают в закрытом сосуде 10-15 мин при температуре 20⁰С. Запах у соли должен отсутствовать. Для определения вкуса, который должен быть чисто соленым, готовят 5 % раствор соли в дистиллированной воде, имеющий температуру 15-25⁰С. В соли не должны содержаться заметные глазу посторонние примеси.

5.2.2. Определение реакции соли по лакмусу

Реактивы: бумага лакмусовая синяя и красная.

Техника определения. Навеску соли массой около 5 г растворяют в 15 см³ дистиллированной воды, опускают в раствор красную и синюю лакмусовые бумажки, наблюдая за изменением их окрасок; соответственно определяют реакцию раствора: «кислая по лакмусу», «нейтральная по лакмусу», «слабокислая по лакмусу», «щелочная по лакмусу» или «слабощелочная по лакмусу». Соль со слабокислой или слабощелочной реакцией по лакмусу считается, соответствующей требованиям стандарта.

5.2.3. Определение массовой доли поваренной соли в хлебобулочных изделиях

Поваренная соль является основным компонентом рецептуры хлебобулочных изделий, за исключением диетического ахлоридного хлеба, вырабатываемого без соли и предназначенного для больных с заболеваниями почек, сердечно-сосудистой системы и др. Количество поваренной соли в тесте может колебаться от 0 до 2,5% к массе муки; для большинства основных сортов хлеба ее количество находится в пределах 1,25-1,5%.

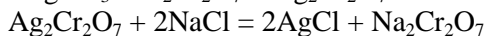
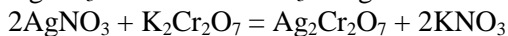
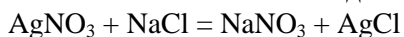
Соль является не только вкусовой добавкой, она влияет на технологический процесс приготовления хлеба и на его качество: внешний вид, объем, свойства мякиша.

Количество добавляемой в тесто соли оказывает существенную роль на протекающие в нем биохимические, коллоидные и микробиологические процессы. В тесте без соли брожение протекает весьма интенсивно, в результате к началу выпечки в нем остается мало несброженных сахаров. В период брожения физические свойства теста значительно ухудшаются за счет интенсивно протекающего протеолиза. Тесто становится липким, что затрудняет его прохождение через округлительные и закаточные машины, снижается его формоудерживающая способность, в результате при расстойке тестовые заготовки для подовых изделий быстро и сильно расплываются и прилипают к матерчатым чехлам люлек конвейерного расстойного шкафа. При выпечке тестовые заготовки также сильно расплываются, хлеб получается малого объема. Готовый хлеб имеет слабоокрашенную корку, недостаточно выраженный аромат, так как недоста-

ток несброженных сахаров на стадии выпечки замедляет протекание реакции меланоидинообразования.

В тесте, приготовленном с добавлением соли, особенно в повышенных дозировках, интенсивность брожения меньше. Физические свойства теста изменяются незначительно. Тесто идущее на разделку отличается упругостью, в результате тестовые заготовки мало расплываются, не прилипают к рабочим поверхностям тесторазделочных машин. Длительность расстойки несколько увеличивается. При выпечке изделия хорошо сохраняют свою форму, они имеют интенсивно окрашенную корку.

Определение содержания поваренной соли в хлебе, булочных изделиях, сухарях и баранках проводится по ГОСТ 5698-51 аргентометрическим методом. Метод основан на осаждении иона хлора в виде хлорида серебра в присутствии бихромата калия или аммония в качестве индикатора.



Образующийся в результате второй реакции кирпично-красный осадок бихромата серебра более растворим, чем белый осадок хлорида серебра, поэтому в начале титрования он быстро исчезает, растворяясь при взаимодействии с хлоридом натрия. Как только все ионы хлора окажутся связанными с ионами серебра, последняя реакция прекращается, и исчезающее кирпично-красное окрашивание показывает конец титрования.

Реактивы: раствор бихромата калия или аммония массовой долей 10%, раствор нитрата серебра молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³.

Техника определения. В изделиях, у которых мякиш легко отделяется от корки (булки, халы, сдобы), анализируется только мякиш, а в остальных случаях (баранки, сухари) – весь образец с коркой.

Навеску мякиша массой 25 г помещают в сухую банку вместимостью 500 см³ с хорошо пригнанной крышкой. Мерную колбу вместимостью 250 см³ наполняют до метки дистиллированной водой. Для извлечения поваренной соли из мякиша в банку добавляют около ¼ объема взятой воды, содержимое бы-

стро растирают деревянной лопаточкой до однородной массы без заметных комочков не растертого мякиша.

К полученной смеси приливают из мерной колбы всю оставшуюся воду, банку закрывают крышкой, и смесь энергично встряхивают в течение 2 мин. После этого смесь оставляют стоять при комнатной температуре в течение 10 мин. Затем смесь вновь энергично встряхивают в течение 2 мин и оставляют в покое в течение 8 мин. По истечении 8 мин отстоявшийся жидкий слой осторожно сливают через частое сито или марлю в сухой стакан. Из стакана отбирают по 25 см³ жидкости пипеткой в две конические колбы вместимостью 100 см³, добавляют по 1 см³ раствора бихромата калия или аммония и титруют раствором нитрата серебра до перехода окраски из желто-зеленой в красную. Рассчитывают средний объем нитрата серебра пошедший на титрование.

Массовая доля хлорида натрия рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{V \cdot 0,005845 \cdot V_1 \cdot 100 \cdot 100}{V_2 \cdot m \cdot (100 - W)},$$

X – массовая доля хлорида натрия в пересчете на сухие вещества, %; V – объем затраченного на титрование раствора нитрата серебра молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³, см³; 0,005845 – количество хлорида натрия соответствующее 1 см³ раствора нитрата серебра молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³, г; V₁ – объем воды, взятый для приготовления водной вытяжки, см³; V₂ – объем раствора, взятый для титрования, см³; m – масса хлеба, взятая для извлечения поваренной соли, г; W – массовая доля влаги в хлебобулочном изделии, %.

Округление до второго десятичного знака. Проводят два параллельных опыта и за результат измерений принимают среднее арифметическое значение.

Лабораторная работа № 6

Витамины продуктов питания

Витамины — низкомолекулярные органические соединения различной химической природы, биорегуляторы процессов, протекающих в живом организме. Это важнейший класс незаменимых пищевых веществ. Для нормальной жизнедеятельности человека витамины необходимы в небольших количествах, но так как организм не может удовлетворить свои потребности в них за счет биосинтеза (он не синтезирует витамины или синтезирует их в недостаточном количестве), они должны поступать с пищей в качестве ее обязательного компонента. Из витаминов образуются коферменты или простетические группы ферментов, некоторые из них участвуют в транспортных процессах через клеточные барьеры, в защите компонентов биологических мембран и т. д. Отсутствие или недостаток в организме витаминов вызывает болезни недостаточности: гиповитаминозы (болезни в результате длительного недостатка) и авитаминозы (болезни в результате отсутствия или резко выраженного глубокого дефицита витаминов). Недостаток одного витамина относят к моногиповитаминозам, нескольких – полигиповитаминозам. При гиповитаминозах наблюдается утомляемость, потеря аппетита, раздражительность, нестойкость к заболеваниям, кровоточивость десен. При авитаминозах проявляются болезни, вызванные значительным дефицитом витаминов (бери-бери, цинга, пеллагра и др.). По мнению некоторых специалистов, существуют пограничные состояния, при которых в определенных условиях может развиваться дефицит витаминов.

Основная причина нехватки витаминов в организме человека — недостаточное их поступление с пищей (первичные, экзогенные авитаминозы), однако в отдельных случаях наблюдается эндогенные или вторичные авитаминозы, связанные с нарушением процессов усвоения витаминов в организме.

При приеме витаминов в количестве, значительно превышающем физиологические нормы, могут развиваться гипervитаминозы. Это особенно характерно для жирорастворимых витаминов.

Людам еще в глубокой древности было известно, что отсутствие некоторых продуктов в пищевом рационе может быть причиной заболеваний (бери-бери, «куриной слепоты», цинги, рахита), но только в 1880 г. русским ученым Н. И. Луниным была экспериментально доказана необходимость неизвестных в то время компонентов пищи для нормального функционирования организма. Свое название они получили, по предложению польского биохимика К. Функа (от лат. *vita* – жизнь), выделившего необходимый для жизнедеятельности человека фактор из рисовых отрубей (витамин В₁), который оказался амином. Сейчас известно свыше тринадцати соединений, относящихся к витаминам. Различают собственно витамины и витаминоподобные соединения. Полная незаменимость витаминоподобных соединений не всегда доказывается. К ним относятся биофлавоноиды, пангамовая кислота, парааминобензойная кислота, оротовая кислота, холин, инозит, метилметионинсульфоний, липоевая кислота, карнитин. Витминоподобные соединения могут быть отнесены к важным биологически активным соединениям пищи, выполняющим разнообразные функции. В отдельных продуктах содержатся провитамины – соединения, способные превращаться в организме человека в витамины, например β-каротин, превращающийся в витамин А; эргостеролы, под действием ультрафиолетовых лучей они превращаются в витамин D.

Так как химическая природа витаминов была открыта после установления их биологической роли, их условно обозначили буквами латинского алфавита (А, В, С, D и т. д.); они сохранились и до настоящего времени для обозначения групп соединений, родственных по структуре, с общими биохимическими функциями (витамеры). По растворимости витамины могут быть разделены на две группы: водорастворимые (В₁, В₂, В₆, РР, С и др.) и жирорастворимые (А, D, Е, К).

6.1. Качественная реакции на витамин А

Реактивы: уксусная кислота ледяная; сульфат железа (II); серная кислота (конц.).

Техника определения. (Реакция Друммонда). 1 каплю рыбьего жира растворяют в 4-5 каплях хлороформа и прибавля-

ют 1 каплю концентрированной серной кислоты. Появляется голубое окрашивание, быстро переходящее в буро-красное.

В основе приведенной реакции лежит способность серной кислоты отнимать от витамина А воду с образованием цветных продуктов реакции.

6.2. Качественная реакция на витамин В₂

Реактивы: хлорное железо 1% раствор.

Техника определения. К экстракту продукта 4-5 мл добавляют раствор хлорного железа, перемешивают. Развивается красная окраска. Пиридоксаль с хлорным железом образует окрашенный комплекс.

Лабораторная работа №7

Ферменты продуктов питания, роль ферментативных реакций в технологических процессах приготовления пищи

Ферменты – биологические катализаторы белковой природы. Они значительно повышают скорость химических реакций, которые в отсутствие ферментов протекают очень медленно. При этом ферменты не расходуются и не претерпевают необратимых изменений. Они ускоряют химические реакции, находя «обходные пути», позволяющие молекулам преодолевать активационный барьер на более низком энергетическом уровне. Это становится возможным потому, что ферментативная реакция состоит из 2-х стадий: на первой стадии происходит образование фермент-субстратного комплекса, переходному состоянию которого соответствует значительно более низкая энергия активации; на второй стадии этот комплекс распадается на продукты реакции и свободный фермент, который может взаимодействовать с новой молекулой субстрата.

Ферменты, являясь по своей природе белками, обладающими третичной или четвертичной структурой, имеют ряд особенностей, которые отличают их от неорганических катализаторов.

В первую очередь, это огромная сила каталитического действия. Ферменты в 10^8 – 10^{20} раз повышают скорость катализируемых ими реакций. Во-вторых, это специфичность действия фер-

ментов. Они катализируют строго определенные реакции. Только благодаря тончайшей специфичности ферментативного катализа возможна строгая упорядоченность и теснейшая взаимосвязь отдельных ферментативных реакций, лежащих в основе биологического обмена веществ. Третьей особенностью ферментов, как биологических катализаторов, является их лабильность. Они подвержены влиянию различных факторов и могут изменять свою активность под действием рН, температуры, присутствия активаторов и ингибиторов и др. Лабильность (или, иными словами, изменчивость) ферментов, обусловлена их белковой природой, сложной пространственной конфигурацией (структурой).

Ферментные препараты в отличие от ферментов содержат помимо активного фермента множество балластных веществ, в том числе и других белков. Кроме того, большинство ферментных препаратов являются Комплексными, т. е. кроме основного фермента, имеющего наибольшую активность, в его состав входят другие сопутствующие ферменты. Однако существуют препараты и индивидуальных ферментов.

Название ферментного препарата включает название основного фермента и название микроорганизма-продуцента, с окончанием «-ин». Например: амилоризин – основной фермент – амилаза, продуцент *Aspergillus oryzae*; протосубтилин – основной фермент – протеаза, продуцент *Bacillus subtilis*. Помимо этого, в названии обязательно отражается способ культивирования микроорганизма: Г – глубинное; П – поверхностное, а также степень очистки – Х (2Х; 3Х; 10Х; 15Х; 20Х).

Применение ферментных препаратов в отраслях пищевой промышленности позволяет интенсифицировать технологические процессы, улучшать качество готовой продукции, увеличивать ее выход, а также сэкономить ценное пищевое сырье. Так получить хлеб с надлежащей пористостью, объемом и окраской корки можно только в том случае, если на всех стадиях технологического процесса достаточно Сахаров, обеспечивающих интенсивность газообразования. Несмотря на присутствие в муке собственных Сахаров, хлеб, полученный за счет сбраживания только собственных Сахаров муки, не будет отвечать требованиям стандарта. При газообразовании только за счет собственных Сахаров муки максимум выделения диоксида углерода прихо-

дится на первые 1-2 часа брожения. Между тем в процессе хлебопечения газообразование в тесте должно оставаться достаточно высоким и на последней стадии (расстойка и первые 10-15 минут выпечки). При наличии в муке активной (β -амилазы газообразование в процессе брожения теста идет по возрастающей и максимум приходится на 4 часа брожения. В противном случае для получения дополнительного количества сбраживаемых сахаров и интенсификации процесса брожения необходимо применение амилолитических ферментных препаратов.

Исключительно важны для хлебопечения и те изменения, которые претерпевает при тестоведении и расстойке белковый комплекс муки. Именно белковый комплекс и его ферментативные изменения определяют собой физические свойства теста. От белкового комплекса зависит как поведение теста при его замесе и расстойке (в частности, формоудержание), так и качество готового хлеба, его объем, пористость, структура мякиша.

Говоря о протеолитических ферментах, воздействующих на белковый комплекс муки, необходимо еще раз отметить эндогенные протеазы зерна пшеницы, среди которых наибольшее значение имеют нейтральные протеиназы, превосходящие по своей активности кислые протеазы в несколько раз и способные в условиях теста эффективно расщеплять белки клейковины.

Ферментативный анализ является составной частью энзимологии и аналитической химии и служит для специфического определения веществ с помощью высокоочищенных препаратов ферментов.

В основе ферментативного анализа лежат реакции фермента с субстратом, причем в качестве субстрата выступает анализируемое вещество пробы.

В хлебобулочных изделиях, яйцах, шоколаде, кондитерских изделиях с помощью ферментативных методов определяют содержание сахарозы, D-глюкозы, D-фруктозы, лактозы, мальтозы, крахмала, этанола, глицерина, D-сорбита, ксилита, холестерина, лецитина. В пищевых концентратах контролируют методом количество сахарозы, D-глюкозы, D-фруктозы, муравьиной кислоты, лимонной и молочной кислот, этанола.

Цель работы – исследование основных свойств ферментов.

7.1. Действие амилазы на крахмал

Амилаза осуществляет гидролиз крахмала до мальтозы через промежуточные продукты распада (декстрины). Нерасщепленный крахмал с 1% йодом дает синее окрашивание, а декстрины, в зависимости от величины своих частиц – фиолетовую, красно-бурую, оранжевую. Если к раствору крахмала прибавить слюну, то промежуточные продукты распада с йодом дадут гамму цветов, мальтоза не окрашивается.

Реактивы: 0,5% раствор крахмала, 1% раствор йода, дистиллированная вода, слюна.

Техника определения. Специфичность действия амилазы. В 9 пробирок вносят по капле 1% раствора йода, 2 мл воды. В стакан наливают 5 мл раствора 0,5% крахмала и прибавляют 5 капель слюны. Энергично перемешивают. В пробирку 1 добавляют 2 капли этой смеси из стакана. Если жидкость в пробирке окрашивается, то через 20 с 2 капли добавляют в пробирку 2. Если в пробирке жидкость окрасится в синий цвет, то в последующие пробирки жидкость вносят через 30 с по очереди. Если жидкость во второй пробирке станет фиолетовая или красная, то в остальные вносят смесь через 20 с. Когда в пробирке цвет жидкости не изменится, гидролиз крахмала завершен.

7.2. Определение оптимальной температуры действия ферментов

В отличие от неферментативных процессов, увеличение скорости ферментативных реакций наблюдается в узком диапазоне температур. Температуру, при которой скорость реакции максимальная называют оптимальной. После достижения 40-50⁰С скорость ферментативных реакций падает.

Реактивы: 0,5% раствор крахмала, 1% раствор йода, слюна.

Техника определения. Берут два ряда пробирок по 4 в каждом ряду. В пробирки первого ряда добавляют по 10 капель 0,5% раствора крахмала, в пробирки второго ряда по 10 капель разведенной в 10 раз слюны. Пробирки 1 и 5 ставят в лед, пробирки 2 и 6 оставляют при комнатной температуре, пробирки 3 и 7 ставят в термостат при 37⁰С, пробирки 4 и 8 – в кипящую водяную баню. Все пробирки стоят 10 мин. Затем из каждой про-

бирки отбирают по 3 капли жидкости и на предметном стекле продельвают реакцию с каплей йода 1%. Результаты записывают в таблицу 9.

Таблица – 9. Определение оптимальной температуры действия амилазы слюны

№ пробирок	Температура, °C	Окраска с йодом
1 и 5		
2 и 6		
3 и 7		
4 и 8		

Сделать выводы по результатам опыта.

7.3. Специфичность действия амилазы

Специфичностью действия ферментов называется их способность катализировать только определенные химические реакции.

Реактивы: 0,5% раствор крахмала, 0,5% раствор сахарозы, 30% раствор щелочи натрия, 7% раствор сульфата меди.

Техника определения. В одну пробирку наливают 10 капель 0,5% раствора крахмала, в другую – 10 капель 0,5% раствора сахарозы.

В обе пробирки вносят по 5 капель разведенной в 5 раз слюны. Содержимое пробирок перемешивают и ставят на 10 мин в термостат при 40 °C. Затем содержимое пробирки с крахмалом необходимо разделить на две части.

После этого в пробирке с сахарозой и в одной из пробирок с крахмалом проводят реакцию Троммера, добавляя 5 капель 30% щелочи натрия и несколько капель 7% раствора сульфата меди до появления исчезающей мути. При нагревании до кипения выпадает желтый осадок $\text{Cu}(\text{OH})_2$ или красный осадок Cu_2O . По результатам убеждаются в том, что произошло расщепление только крахмала, но не сахарозы. Кроме того, в другой пробирке с крахмалом, чтобы подтвердить его расщепление, ставят реакцию с йодом. В этом случае раствор не приобретает синей окраски.

ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ

Пищевые добавки – химические вещества и природные соединения, сами по себе не употребляемые как пищевой продукт или обычный компонент пищи. Они преднамеренно добавляются в пищевые системы по технологическим соображениям на различных этапах производства, хранения, транспортировки готовых продуктов с целью улучшения или облегчения производственного процесса или отдельных его операций, увеличения стойкости продукта к различным видам порчи, сохранения структуры и внешнего вида продукта или намеренного изменения органолептических свойств. Основные цели введения пищевых добавок предусматривают следующие результаты:

1. Совершенствование технологии подготовки и переработки пищевого сырья, изготовления, фасовки, транспортировки и хранения продуктов питания. Применяемые при этом добавки не должны маскировать последствий использования некачественного или испорченного сырья, или проведения технологических операций в антисанитарных условиях.

2. Сохранение природных качеств пищевого продукта.

3. Улучшение органолептических свойств пищевых продуктов и увеличение их стабильности при хранении.

Применение пищевых добавок допустимо только в том случае, если они даже при длительном потреблении в составе продукта не угрожают здоровью человека, и при условии, если поставленные технологические задачи не могут быть решены иным путем.

Обычно пищевые добавки разделяют на несколько групп:

- вещества, улучшающие внешний вид пищевых продуктов (красители, стабилизаторы окраски, отбеливатели);
- вещества, регулирующие вкус продукта (ароматизаторы, вкусовые добавки, подслащивающие вещества, кислоты и регуляторы кислотности);
- вещества, регулирующие консистенцию и формирующие текстуру (загустители, гелеобразователи, стабилизаторы, эмульгаторы и др.);

— вещества, повышающие сохранность продуктов питания и увеличивающие сроки хранения (консерванты, антиоксиданты и др.).

Для гармонизации их использования производителями разных стран Европейским Советом разработана рациональная система цифровой кодификации пищевых добавок с литерой «E». Она включена в кодекс для пищевых продуктов (Codex Alimentarius, Ed.2, V.I) ФАО/ВОЗ (ФАО — Всемирная продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН; ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения) как международная цифровая система кодификации пищевых добавок (International Numbering System – *INS*). Каждой пищевой добавке присвоен цифровой трех- или четырехзначный номер (в Европе с предшествующей ему литерой E). Они используются в сочетании с названиями функциональных классов, отражающих группировку пищевых добавок по технологическим функциям (подклассам).

Согласно предложенной системе цифровой кодификации пищевых добавок, их классификация, в соответствии с назначением, выглядит следующим образом (основные группы):

- E100—E182 — красители;
- E200 и далее — консерванты;
- E300 и далее — антиокислители (антиоксиданты);
- E400 и далее — стабилизаторы консистенции;
- E450 и далее, E1000 — эмульгаторы;
- E500 и далее — регуляторы кислотности, разрыхлители;
- E600 и далее — усилители вкуса и аромата;
- E700-E800 — запасные индексы для другой возможной информации;
- E900 и далее — глазирующие агенты, улучшители хлеба.

Применение пищевых добавок, естественно, ставит вопрос об их безопасности. При этом учитываются *ПДК* (мг/кг) – предельно допустимая концентрация чужеродных веществ (в том числе добавок) в продуктах питания, *ДСД* (мг/кг массы тела) – допустимая суточная доза, *ДСП* (мг/сутки) – допустимое суточное потребление – величина, рассчитываемая как произведение *ДСД* на среднюю величину массы тела – 60 кг (см. гл. 12).

Лабораторная работа № 8

Количественное определение и свойства пищевых добавок

8.1. Определение массовой доли общей сернистой кислоты в кондитерских изделиях (ГОСТ 26811)

Среди специально добавляемых веществ, для консервирования особое значение имеют химические соединения, получившие название *консервантов*. Они предотвращают микробную порчу продуктов. Механизм действия консервантов на возбудителей многообразен, можно выделить из них:

- консерванты, угнетающие определенную фазу прорастания спор микроорганизмов;
- консерванты, снижающие активность воды в субстрате, угнетая тем самым рост и развитие микроорганизмов.

Количество консервирующих веществ регламентируется стандартами, так как их поведение в организме неоднозначно. Существует несколько вариантов участия их в обмене веществ:

1) нерастворимые вещества, которые, как правило, проходят неизменными через кишечник;

2) вещества, которые всасываются из желудочно-кишечного тракта, но химическому превращению не подвергаются. Они не дают токсичных метаболитов и выводятся из организма через почки;

3) вещества, всасывающиеся из желудочно-кишечного тракта, но после биохимического разложения выводятся из организма. На первом этапе они окисляются, на втором – приобретают гидрофильность (связываясь с глюкуроновой, серной, фосфорной кислотами или иным путем), то есть способность к выведению из организма. Для данных веществ, метаболизирующих таким образом, характерны достаточно быстрые биохимические превращения и отсутствие накопления метаболитов в организме.

Цель – ознакомиться с методикой анализа содержания сернистой кислоты в кондитерских изделиях.

Реактивы: гидроокись натрия (1 моль/дм³), серная кислота (1 к 3 по объему), соляная кислота (1 к 5 по объему), двухромовоокислый калий (0,1 моль/дм³), крахмал (1 % раствор), серно-

ватистокислый натрий (0,1 моль/дм³), раствор йода (йод в растворе йодида калия).

Техника определения. Мучное изделие массой 20 г измельчают в колбу на 200-250 см³, доливают дистиллированной водой до половины объема, закрывают пробкой и оставляют стоять на 10 мин при частом взбалтывании. Затем содержимое колбы доводят до метки водой, перемешивают и дают отстояться до появления прозрачного отстоя в суспензии. Раствор фильтруют в сухую колбу. В коническую колбу на 200-250 см³ пипеткой вносят 50 см³ фильтрата и 25 см³ раствора щелочи натрия или калия, закрывают колбу пробкой, взбалтывают и оставляют стоять 15 мин. После этого цилиндром прибавляют 10 см³ раствора серной кислоты, 1 см³ крахмала и сразу титруют раствором йода до появления синего окрашивания, не исчезающего при перемешивании. Контрольный опыт проводят в тех же условиях, но в колбу вместо фильтрата вносят 50 см³ воды, 25 см³ гидроокиси калия, 10 см³ серной кислоты и титруют раствором йода без крахмала. Массовую долю (%) сернистой кислоты рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{(V - V_1) \cdot K \cdot 0,32 \cdot 100 \cdot V_2}{m \cdot 1000 \cdot V_3}$$

V – объем раствора йода, затраченного на титрование, см³; V_1 – объем раствора йода, затраченного на контрольное титрование; V_2 – вместимость мерной колбы титрования, см³; V_3 – объем фильтрата, взятый на титрование, см³; K – поправочный коэффициент к раствору йода; 0,32 – количество в мг SO₂, соответствующее 1 см³ раствора йода концентрации 0,01 моль/дм³; m – масса навески изделия, г; 1000 – пересчет г в мг; 100 – пересчет данных в %. Опыт проводится в двух повторях, результаты округляются до тысячных, предел погрешности 15%. За результат принимают среднее арифметическое значение по двум опытам.

8.2. Анализ колера

8.2.1. Определение экстрактивных веществ

Оборудование: рефрактометр РПЛ-3 или ИРФ-454М.

Техника определения. Несколько капель колера помещают между осветительной и измерительной призмами рефрактометра, при этом палочка не должна касаться призм. После это-

го перемещают окуляр прорези, пока граница света и тени не совместится с пунктирной линией. На правой шкале прибора отмечают деление, через которое проходит граница светотени. Сразу же после определения поверхность призм вытирают фильтровальной бумагой, а затем промывают дистиллированной водой.

8.2.2. Определение цветности

Реактивы: раствор йода молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм

Техника определения. Цвет 100 см³ 1% раствора колера принимают эквивалентным цвету раствора йода молярной концентрацией 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. 47-48 см³ дистиллированной воды наливают в другой цилиндр или колориметрический стакан, добавляют по каплям при помощи градуированной пипетки емкостью 1 см³ при постоянном перемешивании раствор йода до выравнивания цвета в обоих сосудах.

Цветность колера определяют по формуле: $C = 2 \cdot A$, A – объем затраченного раствора 0,1 моль/дм³, мл, C – цветность, см³ 0,1 моль/л раствора йода.

БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩИ

Актуальность проблемы безопасности продуктов питания с каждым годом возрастает, поскольку именно обеспечение безопасности продовольственного сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих здоровье людей и сохранение генофонда.

Под безопасностью продуктов питания следует понимать отсутствие опасности для здоровья человека при их употреблении, как с точки зрения острого негативного воздействия (пищевые отравления и пищевые инфекции), так и с точки зрения опасности отдаленных последствий (канцерогенное, мутагенное и тератогенное действие). Иными словами, безопасными можно считать продукты питания, не оказывающие вредного, неблаго-

приятного воздействия на здоровье настоящего и будущих поколений.

С продуктами питания в организм человека могут поступать значительные количества веществ, опасных для его здоровья. Поэтому остро стоят проблемы, связанные с повышением ответственности за эффективность и объективность контроля качества пищевых продуктов, гарантирующих их безопасность для здоровья потребителя.

В начале 70-х гг. была разработана концепция критической контрольной точки при анализе опасного фактора (*ККТАОФ*), которая призвана обеспечить безопасность пищевых продуктов. Главные принципы, лежащие в сути этой концепции, свидетельствуют о том, что основной акцент должен быть сделан на предупредительный контроль «критических моментов» в производстве продовольствия, а не на проверку готовой продукции. Согласно концепции ККТАОФ ответственность за определение критических точек в технологии производства безопасных пищевых продуктов возлагается на производителей. С другой стороны, она дает производителям пищевых продуктов возможность повысить эффективность контроля и, тем самым, обеспечить должную безопасность продуктов питания.

Выявление ККТАОФ складывается из двух основных операций.

Операция 1. Выявление опасных факторов и определение контрольных мер. При этом необходимо изучить следующие важные обстоятельства:

- состав используемого сырья и компонентов, а также параметры, которые могут оказывать влияние на безопасность и стойкость продукта;

- параметры и условия процесса производства, влияющие на опасные факторы или их создающие;

- защита от повторного загрязнения химическими веществами и микроорганизмами (целостность, проницаемость и безопасность упаковки);

- использование в потребительской практике (размораживание, подогревание, варка и т. п.);

— группы риска (система общественного питания, дети, пожилые люди, лица с нарушением иммунной системы, другие категории больных).

Операция 2. Установление критических контрольных точек. При этом необходимо для каждого опасного фактора на каждой стадии ответить на следующие вопросы:

— может ли изучаемый опасный фактор появиться в продукте из сырья или при его переработке и на каком уровне (допустимом или недопустимом)?

— имеет ли состав сырья или рецептура продукта решающее значение для безопасности продукта?

— обеспечивает ли технологический процесс безопасность готового продукта за счет снижения уровня опасного фактора или за счет предотвращения его возрастания до опасного уровня?

Кроме названных двух основных операций ККТАОФ включает также спецификацию, систему мониторинга, системы устранения недостатков и проверки.

Концепция ККТАОФ за последние 15 лет постоянно уточнялась и недавно Комиссия *Codex Alimentarius* опубликовала документ «Система анализа опасного фактора и контрольной критической точки и руководство для ее применения». Очевидно, что этот новейший документ будет рассматриваться как стандарт, и остается надеяться, что внедрение данного подхода позволит получать более точную, полную и объективную картину, что, в свою очередь, обеспечит должный контроль качества пищевых продуктов. Чужеродные химические вещества (ЧХВ) могут попадать в пищу случайно в виде контаминантов – загрязнителей, например, из окружающей среды или в процессе технологической обработки при контакте с оборудованием; иногда их вводят специально в виде пищевых добавок, когда это связано с технологической необходимостью. Кроме того, в пищевом сырье и готовых продуктах питания могут содержаться природные компоненты, оказывающие вредное влияние на здоровье человека.

Лабораторная работа № 9

Определение нитратов

Интенсификация производства овощей приводит к применению азотистых удобрений. Это влечет за собой повышение содержания в сырье и, следовательно, в продуктах питания нитратов, которые могут восстанавливаться в нитриты в верхних отделах пищеварительного тракта и оказывать вредное влияние на организм человека.

На концентрацию нитратов в растениях влияет недостаток света, сроки уборки урожая. Так увеличение продолжительности вегетации в весенний период положительно сказывается на снижении содержания нитратов в овощах. В молодых растениях нитратов на 50-70% больше чем в зрелых.

При хранении овощей может происходить микробиологическое восстановление нитратов под действием ферментов редуктаз. Поэтому для продуктов содержащие нитраты опасны высокие температуры в течение длительного времени.

Установлено, что нитраты могут угнетать активность иммунной системы организма, снижать устойчивость организма к отрицательному воздействию факторов окружающей среды. Нитраты и нитриты также способны изменять активность обменных процессов в организме. Допустимая суточная доза поступления нитратов с пищей составляет 300-350 мг.

Цель – ознакомиться с методами определения нитратов в пищевых продуктах.

Принцип спектрофотометрического метода. Определение нитратов основано на образовании бесцветного комплекса нитротолуола. Метод обладает большой чувствительностью (0,016 мг/кг).

Реактивы: уксусная кислота концентрированная, гидроксид алюминия, толуол, серная кислота

Техника определения. 25 г измельченного продукта (овощи – на терке, зерновые – на кофемолке, мясные изделия – в мясорубке) помещают в колбу Эрленмейера на 250 мл с притертой пробкой, извлекают присутствующие токсические вещества 50-100 мл дистиллированной водой из овощей, зерновых (плюс 5 мл – концентрированной уксусной кислоты в случае мясных

изделий) при взбалтывании на встряхивателе в течение 15 минут. Затем экстракт фильтруют через ватный фильтр и прибавляют к нему 25-50 мл суспензии гидроокиси алюминия. После 30-минутного контакта, когда осадок гидроокиси алюминия станет серого цвета, его отфильтровывают через беззольный складчатый фильтр (синяя, красная, желта лента), а в фильтрате определяют нитраты.

Для определения нитратов к 5 мл анализируемого раствора, помещенного в коническую колбу на 100 мл с притертой пробкой, прибавляют 5 мл толуола и 15 мл серной кислоты (3:1). Раствор встряхивают в течении 5 минут в делительной воронке и после охлаждения до 20⁰С отделяют бесцветный органический слой и измеряют оптическую плотность на спектрофотометре при $\lambda = 284$ нм, в кювете $l = 1$ см против дистиллированной воды.

Содержание нитрата определяется по соответствующему калибровочному графику, для построения которого используется стандартный раствор нитрата калия. При определении нитратов раствором сравнения служит дистиллированная вода. Содержание нитратов в пробе рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{A \cdot V \cdot 0,001 \cdot 1000}{M \cdot V_1}$$

где: A – содержание определяемых веществ в мкг, рассчитываемое по калибровочному графику;

V - общий объем фильтрата, мл;

V_1 - анализируемый объем, мл;

$0,001$ - коэффициент пересчета мкг в мг;

1000 - коэффициент пересчета г в кг;

m - навеска продукта, г.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Пищевая химия / Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Под редакцией А.П. Нечаева. Издание 3-е, испр. – Спб.: ГИОРД, 2004. – 640 с.
2. Химия пищи. Кн. 1 / И.А. Рогов, Л.А. Антипова, Н.И. Дунченко и др. – М.: Колос, 2000. – 384 с.
3. Позняковский В.М. Гигиенические основы питания и экспертизы продовольственных товаров. - Новосибирск, изд-во НГУ, 1996. – 216 с.
4. Нечаев А.П. Пищевые добавки / А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова, А.Н. Зайцев. – М.: Колос, 2002. – 256 с.

Дополнительная

1. Белясова Н.А. Биохимия и молекулярная биология / Н.А. Белясова. – Мн. : Книжный дом, 2004. – 416 с.
2. Скурихин И.М. Все о пище с точки зрения химика / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев. – М.: Высшая школа, 1991.
3. Булдаков А.С. Пищевые добавки: Справочник. – Спб.: Ут, 1996.
4. Люк Э. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение: пер. с нем. / Э. Люк, И. Ягер. – Спб.: ГИОРД, 1998.- 255 с.
5. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок. Технические рекомендации / Л.А. Сарафанова – 5-е изд. – СПб.: ГИОРД, 2002. – 160 с.
6. Химический состав пищевых продуктов: Справочник / Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. – 2-е изд. – М.: Агропромиздат, 1987. т.1, т.2.
7. Березов Т.Т. Руководство к лабораторным занятиям по биологической химии / Т.Т. Березов и др. – М.: Медицина, 1976, 293 с.
8. Шапиро Д.К. Практикум по биологической химии / под ред. академика АН БССР А.С. Вечера. Мн: Высшая школа, 1976. – 285 с.

Содержание

Введение	3
Лабораторная работа № 1 Выделение, свойства и количественное определение белков пищевых продуктов	4
Лабораторная работа № 2 Углеводы пищевого сырья и продуктов питания	20
Лабораторная работа № 3 Липиды растительного сырья и продуктов питания	27
Лабораторная работа № 4 Определение кислотности пищевых продуктов	32
Лабораторная работа № 5 Влаг и минеральных веществ пищевых продуктов.	36
Лабораторная работа № 6 Витамины продуктов питания	45
Лабораторная работа № 7 Ферменты продуктов питания, роль ферментативных реакций в технологических процессах приготовления пищи	47
Лабораторная работа № 8 Количественное определение и свойства пищевых добавок	54
Лабораторная работа № 9 Определение нитратов	59
Литература	61

Учебное издание

Русина Ирина Михайловна

Пищевая химия

Учебно-методическое пособие

Компьютерная верстка: И.М. Русина

Подписано в печать 15.04.2010.
Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс
Печать Riso. Усл. печ.л. 3,83. Уч.-изд.л. 3.61.
Тираж 70 экз. Заказ № 2221.

Учреждение образования
«Гродненский государственный аграрный университет»
Л.И. №02330/0548516 от 16.06.2009.
230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28

Отпечатано на технике издательско-полиграфического отдела
Учреждения образования «Гродненский государственный аграрный
университет»
230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28.