

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра пищевой биотехнологии

Т.М. КРАХМАЛЕВА

ПИЩЕВАЯ ХИМИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМУ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2007

УДК 664:54+612.3(076.5)

ББК 36.81Я7
К 78

Рецензент

кандидат технических наук, доцент Г.А. Сидоренко

Крахмалева Т.М.
К 78 **Пищевая химия: методические указания к лабораторному практикуму/ Т.М. Крахмалева.- Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007.- 40 с.**

Лабораторный практикум состоит из 13 лабораторных работ по анализу пищевого сырья и готовой продукции. Каждая работа включает теоретическое изложение материала, описание методики проведения опытов.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Пищевая химия» для студентов третьего курса специальностей 260201, 260202, 260204, 260501, 260505.

ББК 36.81 я7

© Крахмалева Т.М., 2007
© ГОУ ОГУ, 2007

Содержание

1 Лабораторная работа № 1 Определение содержания α -аминного азота нингидриновым методом.....	4
2 Лабораторная работа № 2 Определение массовой доли белка методом Лоури.....	6
3 Лабораторная работа № 3 Биуретовый микрометод определения белка по Мерку Г.Е.....	8
4 Лабораторная работа № 4 Определение массовой доли декстринов по методу М.П. Попова и Е.Ф. Шаненко.....	11
5 Лабораторная работа № 5 Определение массовой доли лактозы.....	14
6 Лабораторная работа № 6 Определение массовой доли крахмала.....	18
7 Лабораторная работа № 7 Определение массовой доли сухих веществ рефрактометрическим методом.....	21
8 Лабораторная работа № 8 Определение кислотности пищевых продуктов.....	23
9 Лабораторная работа № 9 Анализ поваренной соли.....	26
10 Лабораторная работа № 10 Определение массовой доли поваренной соли в хлебобулочных изделиях.....	28
11 Лабораторная работа № 11 Определение автолитической активности муки.....	30
12 Лабораторная работа № 12 Анализ воды.....	33
13 Лабораторная работа № 13 Анализ колера.....	37
Список использованных источников.....	40

1 Лабораторная работа № 1

Определение содержания α -аминного азота нингидриновым методом

Аминокислоты являются мономерами, из которых состоят белковые вещества. В процессе ферментативного гидролиза белок расщепляется до пептидов, а затем до α -аминокислот. Аминокислоты в организме разносятся с кровью, и далее осуществляется синтез белков, которые служат для поддержания жизнедеятельности.

В природе аминокислот насчитывается около 200; входящих в состав белков только 20. Причем в протеиногенных кислотах аминогруппа находится в α -положении относительно карбоксильной группы.

Биологическая ценность белков обусловлена наличием в них незаменимых α -аминокислот, их соотношением с заменимыми, перевариваемостью ферментами в пищеварительной системе.

Незаменимые аминокислоты не синтезируются в организме. Их восемь: лизин, лейцин, изолейцин, метионин, валин, фенилаланин, треонин, триптофан. В детском организме не синтезируются гистидин и аргинин.

Для определения биологической ценности белков используют ряд методов. Химические методы основаны на определении количества всех аминокислот. Сопоставляют это число с гипотетическим "идеальным" белком, т.е. с эталоном. Затем вычисляют процентное содержание каждой из аминокислот по отношению к эталону. Эта величина называется аминокислотным скором ("скор" в переводе с английского означает счет).

$$A.C. = \frac{\text{мг аминокислоты в исследуемом белке}}{\text{мг аминокислоты в эталоне}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $A.C.$ – аминокислотный скор, %.

Этот показатель может быть:
равен 100 – идеальный белок,
больше 100 – избыток аминокислоты,
меньше 100 – недостаток аминокислоты.

Лимитирующей биологическую ценность белка аминокислотой считается та, скор которой имеет наименьшее значение. Обычно рассматривают скор наиболее дефицитных аминокислот: лизин, триптофан, метионин. У зерна пшеницы лимитирующая аминокислота – лизин.

Аминокислоты выполняют ряд функций: участвуют в построении белковых молекул; являются медиаторами, т.е. регулируют прохождение нервных импульсов от клетки к клетке; участвуют в реакциях меланоидинообразования, образования меланинов.

Существует целый ряд методов количественного определения α -аминокислот. Нингидриновый метод основан на способности α -аминокислот образовывать с забуференным раствором нингидрина соединения, имеющие фиолетовую окраску. Интенсивность окрашивания зависит от массовой доли аминокислот в исследуемом объекте. Чувствительность метода высока и позволяет определить содержание α -аминокислот при концентрации их в растворе от 0,1 до 0,3 мг/100 см³.

Техника определения

Используемый материал: ячменный солод дробленный

Реактивы: забуференный раствор нингидрина;

раствор для разбавления (2 г КЮ растворяют в 600 см³ воды и смешивают с 400 см³ 96 % спирта);
раствор глицина (107,2 мг глицина растворяют в 100 см³ воды)

Оборудование: водяная баня;

весы квадрантные ВЛКТ-500г-М;

фотоэлектроколориметр ФЭК-60

Перед началом работы необходимо включить водяную баню!

Необходимо определить влажность испытуемого материала.

Подготовка пробы: взвешивают 5 г солода и помещают в коническую колбу вместимостью 250 см³, снабженную пробкой. В колбу добавляют 100 см³ дистиллированной воды, смесь хорошо перемешивают и встряхивают в течение 15 минут. Затем суспензию фильтруют. Фильтрат используют для анализа.

В день анализа из основного раствора глицина готовят разбавленный раствор: 1 см³ основного раствора доводят дистиллированной водой до метки в мерной колбе вместимостью 10 см³. Стандартный раствор содержит 2 мкг/см³.

Опыт проводят в двух повторностях. Помимо этого необходимо подготовить еще две пробирки: одну для раствора сравнения, другую для стандартного раствора.

В первые две пробирки приливают по 2 см³ исследуемой пробы, в третью – 2 см³ дистиллированной воды (раствор сравнения), в четвертую – 2 см³ разбавленного раствора глицина (стандартный раствор). Во все пробирки добавляют по 1 см³ забуференного раствора нингидрина, сразу же закрывают пробкой для предотвращения потерь с паром при кипячении и помещают на 16 минут в кипящую водяную баню. Затем охлаждают под струей воды, выдерживают 20 минут при температуре 20 °С, и приливают 5 см³ раствора для разбавления. На колориметре определяют экстинкцию исследуемой и стандартной пробы против раствора сравнения при длине волны 570 нм.

Предосторожности!

При проведении этого анализа особое внимание следует уделить чистоте всей посуды, т.к. существует опасность того, что аминокислоты

попадут в пробы с рук или со слюной. Поэтому нельзя брать пипетку непосредственно в рот, а пробирку следует брать пинцетом.

Массовая доля α -аминного азота определяется по формуле:

$$A = \frac{D_{\text{иссл}} \cdot 2 \cdot 100 \cdot 100}{D_{\text{ст}} \cdot m \cdot 10 \cdot (100 - W)}, \quad (2)$$

где A – массовая доля α -аминного азота в пересчете на сухие вещества, %;

$D_{\text{иссл}}$ – значение оптической плотности исследуемого раствора;

$D_{\text{ст}}$ – значение оптической плотности стандартного раствора;

W – массовая доля влаги в солоде, %.

1.1 Вопросы к защите лабораторной работы № 1

1.1.1 Классификация аминокислот

1.1.2 Незаменимые аминокислоты

1.1.3 Физиологические свойства аминокислот

1.1.4 Аминокислотный скор

1.1.5 Азотистый баланс

2 Лабораторная работа № 2

Определение массовой доли белка методом Лоури

Среди азотистых веществ, входящих в состав пищевых продуктов, белкам принадлежит важнейшая роль. Их основное значение заключается в незаменимости другими компонентами пищи. Белки составляют основу процессов жизнедеятельности организма. Необходимость их постоянного обновления лежит в основе обмена веществ.

Белки – это высокомолекулярные соединения, состоящие из остатков α -аминокислот.

Белки в организме выполняют ряд функций. Первая – пластическая или структурная функция, поскольку протеины входят в состав ядра, протоплазмы, мембран клеток всех органов и тканей. Белки участвуют в процессе воспроизводства живой материи. Белки костей, хрящей выполняют опорную функцию. Защитная функция заключается в том, что антитела, образующиеся при поступлении в организм чужеродных веществ, являются протеинами. Белки являются энергетическим материалом (при окислении 1 г белка выделяется 16,74 кДж).

Дефицит белка в пищевом рационе повышает восприимчивость организма к инфекционным заболеваниям, нарушает процессы кроветворения, обмен липидов, витаминов и др. У детей при белковой недостаточности замедляются рост и умственное развитие.

Длительный избыток белка в питании также отрицательно оказывается на жизнедеятельности организма, вызывая перевозбудимость нервной системы, нарушение обменных процессов, перегрузку печени и почек.

Белки зерновых культур делятся на протеины и протеиды, по отношению к растворителям на альбумины, глобулины, проламины, глютелины. Основные группы белков растительного сырья: запасные белки, ферменты, ингибиторы ферментов белковой природы.

Метод Лоури основан на реакции реактива Фолина с фенольными радикалами некоторых аминокислот, входящих в состав белков, в результате которой образуются соединения, придающие синюю краску раствору белка. Интенсивность окрашивания зависит от массовой доли белка в исследуемом растворе. Метод обладает высокой чувствительностью и позволяет определить содержание белка при присутствии его в растворе от 10 до 100 мкг.

Техника определения

Испытуемый материал: мука

Реактивы: раствор А – раствор карбоната натрия массовой долей 2 % в растворе едкого натра молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³;
раствор В – раствор кристаллогидрата сульфата меди массовой долей 0,5 %;
раствор С – раствор тартрата калия-натрия массовой долей 1 %;
реактив Фолина

Оборудование: весы квадрантные ВЛКТ-500г-М;
фотоэлектроколориметр ФЭК-60

Необходимо определить влажность испытуемого материала.

Взвешивают навеску массой 5 г и помещают в коническую колбу вместимостью 250 см³, снабженную пробкой. В колбу добавляют 100 см³ дистиллированной воды, смесь хорошо перемешивают и встряхивают в течение 15 минут. Затем суспензию фильтруют. Фильтрат используют для анализа.

Для проведения анализа в день исследований готовят смешанный реактив. К 0,5 см³ раствора В приливают 0,5 см³ раствора С. В полученную смесь добавляют 50 см³ раствора А.

Опыт проводят в двух повторностях. Для колориметрирования готовят раствор сравнения.

В две пробирки отмеривают пипеткой по 0,8 см³ белковой вытяжки (фильтрат), а в третью – 0,8 см³ дистиллированной воды (раствор сравнения). Во все пробирки добавляют по 4 см³ смешанного реактива, смесь перемешивают и через 10 минут добавляют к ней 0,4 см³ рабочего раствора Фолина. После 30 минут выдержки колориметрируют исследуемые пробы против раствора сравнения при длине волны 750 нм.

Для построения калибровочной кривой готовят несколько растворов с точно известным содержанием белка. Для этого в 100 см³ дистиллированной воды растворяют 100 мг чистого кристаллического альбумина. В 1 см³ раствора содержится 1 мг белка. В девять мерных колб вместимостью 10 см³ отмеривают в возрастающих количествах приготовленный раствор белка: в первую колбу 0,5 см³, в остальные от 1 до 8 см³. Объем в колбах доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. Оптическую плотность полученных растворов белка определяют так, как это указано выше. Затем на миллиметровой бумаге строят калибровочную кривую, откладывая по оси абсцисс содержание белка в стандартном растворе, а по оси ординат – оптическую плотность.

Массовая доля белка определяется по формуле:

$$X = \frac{m \cdot 100 \cdot 100}{1000 \cdot m_1 \cdot (100 - W)}, \quad (3)$$

где X – массовая доля белка в пересчете на сухие вещества, %;
 m – содержание белка, найденное по калибровочной кривой, г;
 m_1 – масса муки, г;
 W – массовая доля влаги в муке, %.

2.1 Вопросы к защите лабораторной работы № 2

- 2.1.1 Классификация белков
- 2.1.2 Незаменимые аминокислоты
- 2.1.3 Функции аминокислот
- 2.1.4 Физиологические функции белков
- 2.1.5 Азотистый баланс
- 2.1.6 Аминокислотный скор

3 Лабораторная работа № 3

Биуретовый микрометод определения белка по Мерку Г.Е.

Среди азотистых веществ, входящих в состав пищевых продуктов, белкам принадлежит важнейшая роль. Их основное значение заключается в незаменимости другими компонентами пищи. Белки составляют основу процессов жизнедеятельности организма. Необходимость их постоянного обновления лежит в основе обмена веществ.

Белки – это высокомолекулярные соединения, состоящие из остатков α -аминокислот.

Белки в организме выполняют ряд функций. Первая - пластическая или структурная функция, поскольку протеины входят в состав ядра,

протоплазмы, мембран клеток всех органов и тканей. Белки участвуют в процессе воспроизводства живой материи. Белки костей, хрящей выполняют опорную функцию. Защитная функция заключается в том, что антитела, образующиеся при поступлении в организм чужеродных веществ, являются протеинами. Белки являются энергетическим материалом (при окислении 1 г белка выделяется 16,74 кДж).

Дефицит белка в пищевом рационе повышает восприимчивость организма к инфекционным заболеваниям, нарушает процессы кроветворения, обмен липидов, витаминов и др. У детей при белковой недостаточности замедляются рост и умственное развитие.

Длительный избыток белка в питании также отрицательно оказывается на жизнедеятельности организма, вызывая перевозбудимость нервной системы, нарушение обменных процессов, перегрузку печени и почек.

Белки зерновых культур делятся на протеины и протеиды, по растворимости на альбумины, глобулины, проламины, глютелины. Основные группы белков растительного сырья: запасные белки, ферменты, ингибиторы ферментов белковой природы.

Данный метод требует для выполнения доступных реактивов и используется для определения в растворах, в том числе предназначенных для электрофореза. Приведенный ниже метод позволяет определить белок в растворах с концентрацией от 0,04 до 1,6 мг в 1 см³.

Техника о п р е д е л е н и я

Испытуемый материал: мука

Реактивы: биуретовый реактив – 400 см³ раствора гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,2 моль/дм³ помещают в мерную колбу емкостью 1 дм³, добавляют 9 г калия-натрия виннокислого, 3 г кристаллогидрата сульфата меди, затем к раствору прибавляют 5 г иодида калия и доводят объем до метки раствором гидроксида натрия; раствор мочевины (к 300 г мочевины прибавляют кусочек тимола величиной с горошину, приливают 700 см³ воды и смесь нагревают, затем прибавляют 3 г активированного угля, все тщательно перемешивают и фильтруют в мерную колбу на 1 дм³, объем доводят до метки дистиллированной водой); раствор гидроксида натрия массовой долей 0,2 % растворитель – 50 % раствор этанола)

Оборудование: весы квадрантные ВЛКТ-500г-М;
фотоэлектроколориметр ФЭК-60

Навеску муки массой 3 г опытного образца взвешивают на весах и помещают в небольшую фарфоровую ступку. К навеске добавляют 2 г кварцевого песка и приливают из бюретки 3 см³ раствора гидроксида натрия и тщательно растирают пестиком в течение 3 мин, чтобы экстрагировать белок.

Затем добавляют еще 2 см³ раствора гидроксида натрия и снова растирают 2 мин. Полученную смесь переносят из ступки в мерную колбу емкостью 50 см³, ополаскивают ступку 2-3 раза свежими порциями раствора гидроксида натрия по 5 см³ и доводят содержимое колбы этим же раствором до метки.

Колбу с навеской хорошо встряхивают и оставляют на 1 час. По окончании настаивания вытяжку фильтруют в сухую колбу, фильтрат в объеме 0,1 см³ используют для анализа.

В пробирку наливают по 2,4 см³ раствора мочевины, 0,1 см³ раствора белка и 2,5 см³ биуретового реактива (готовят две параллельные пробы). Смесь хорошо перемешивают и пробирку помещают в водяную баню при температуре 40 °С на 10 мин. Через 30 мин раствор колориметрируют при длине волны 545 нм. Толщина кюветы составляет 5 мм. Раствором сравнения является дистиллированная вода. Количество белка вычисляют на основании предварительно построенной калибровочной кривой по яичному белку. Для этого готовят исходные растворы с содержанием 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 и т.д. мг белка в 10 см³ воды.

Для составления шкалы из полученных растворов отбирают в пробирку по 0,1 см³, добавляют 2,4 см³ раствора мочевины и 2,5 см³ биуретового реактива.

Далее поступают, так как указано выше.

Расчет ведут по формуле после того, как по графику найдено число мг белка:

$$X = \frac{G \cdot V_1 \cdot 100}{H \cdot V \cdot 1000} \cdot 0,148, \quad (4)$$

где X - содержание белка в исследуемом образце, мг;

G - количество белка по графику, мг;

H - масса навески, г;

V_1 - объем исходной вытяжки, см³;

V - объем фильтрата, взятого для анализа, см³.

3.1 Вопросы к защите лабораторной работы № 3

3.1.1 Классификация белков

3.1.2 Незаменимые аминокислоты

3.1.3 Функции аминокислот

3.1.4 Физиологические функции белков

3.1.5 Азотистый баланс

3.1.7 Аминокислотный скор

4 Лабораторная работа № 4

**Определение массовой доли декстринов по методу
М.П. Попова и Е.Ф. Шаненко**

Крахмал является одним из основных биополимеров входящих в состав зерновых культур. Он содержит до 96,1-97,7 % полисахаридов образующих при кислотном гидролизе глюкозу.

Состоит крахмал из полисахаридов двух типов, различающихся по своим физическим и химическим свойствам, - амилозы и амилопектина. В пшеничном крахмале содержится 25 % амилозы и 75 % амилопектина.

В молекуле амилозы остатки глюкозы связаны 1,4-глюкозидными связями; образуют линейную цепочку. Молекулярная масса амилозы $3 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^6$ а.е.м.

Молекула амилопектина имеет не только 1,4-глюкозидные связи, но и связь между 1-м и 6-м атомами углерода остатков глюкозы; образуется разветвленная структура. Молекулярная масса амилопектина достигает сотен миллионов а.е.м.

Декстрины – это полисахариды разной молекулярной массы; являются промежуточными продуктами кислотного и ферментативного гидролиза крахмала. Они растворимы в воде, оптически активны: вращают плоскость поляризации вправо. Декстрины, получаемые на первых стадиях гидролиза крахмала, мало отличаются от него по размерам молекулы и свойствам. По мере дальнейшего гидролиза молекулярная масса декстринов понижается, увеличивается их способность восстанавливать фелингову жидкость.

В зависимости от молекулярной массы различают следующие виды декстринов:

- амилодекстрины, представляют собой порошки, растворимые в 25 % растворе спирта, но осаждаемые 40 % раствором спирта. Величина удельного вращения амилодекстринов $(\alpha)_D^{20}$ колеблется от $+190^0$ до $+196^0$, амилодекстрины образуют с раствором йода комплексные соединения фиолетово-синего цвета;
- эритродекстрины, растворимы в 55 % растворе этанола, но осаждаются при концентрации спирта 65 %. Эритродекстрины образуют с раствором йода комплексные соединения красно-бурого цвета. Величина удельного вращения эритродекстринов $(\alpha)_D^{20} = +194^0$;
- ахродекстрины, растворимы в 70 % растворе спирта и имеют величину удельного вращения $(\alpha)_D^{20} = +192^0$, с раствором йода комплексных крашенных соединений не образуют;
- мальтодекстрины спиртом не осаждаются, имеют величину удельного вращения $(\alpha)_D^{20}$ от $+181^0$ до $+183^0$, с раствором йода комплексных крашенных соединений не образуют.

Декстрины оказывают большое влияние, как на технологические процессы производства пищевых продуктов, так и на их качество. Например, для повышения вязкости растворов в кондитерском производстве используют низкоосахаренную карамельную патоку, содержащую до 55-60 % декстринов, которые играют роль антикристаллизаторов и способствуют получению карамельной массы высокого качества.

В сахарном производстве декстрины играют отрицательную роль, так как, тормозя кристаллизацию сахарозы, повышают потери ее с патокой.

В хлебопекарном производстве повышенное содержание декстринов в пшеничной муке или тесте приводит к резкому снижению качества готовых изделий: хлеб получается с липким заминающимся мякишем.

Содержание декстринов в крахмалсодержащих продуктах является важным показателем, характеризующим глубину повреждения нативной структуры крахмала в процессе переработки сырья: в мукомольной промышленности – степень повреждения крахмала в процессе размола зерна; в крупяной и комбикормовой – степень деструкции в процессе гидротермической обработки зерна; в крахмалопаточной – глубину гидролиза крахмала и т.д.

Методы определения декстринов, как правило, трудоемки и длительны. В связи с этим большой интерес представляет метод, разработанный М.П. Поповым и Е.Ф. Шаненко, основанный на способности декстринов давать окрашенные комплексы с йодом. Метод предложен для определения декстринов в объектах крупяной и комбикормовой, мукомольной и хлебопекарной промышленности.

Техника определения

Реактивы: раствор йода молярной концентрацией эквивалента
0,005 моль/дм³

Оборудование: весы квадрантные ВЛКТ-500г-М;
фотоэлектроколориметр ФЭК-60

Необходимо определить влажность испытуемого материала.

Взвешивают 2 г муки и переносят в коническую колбу емкостью 500 см³, добавляют 200 см³ дистиллированной воды. Для проведения экстракции интенсивно перемешивают содержимое колбы в течение 5 минут, фильтруют. В фильтрате определяют содержание декстринов. Для этого в коническую колбу вместимостью 50 см³ переносят пипеткой 5 см³ фильтрата, добавляют 5 см³ раствора йода и определяют оптическую плотность полученного раствора на фотоэлектроколориметре при длинах волн 670 и 540 нм, используя кюветы толщиной 5 мм (раствор сравнения – дистиллированная вода). Измерение проводят в двух повторностях.

Содержание декстринов в растворе вычисляют по формуле:

$$C_D = 0,587 \cdot D_{540} - 0,1 \cdot D_{670}, \quad (5)$$

где C_D – концентрация декстринов в растворе, мг/см³;

D_{670} и D_{540} – оптические плотности раствора при длинах волн 670 и 540 нм соответственно.

Масса декстринов в навеске продукта:

$$m_D = C_D \cdot V, \quad (6)$$

где m_D - масса декстринов, мг;

C_D – концентрация декстринов в растворе, мг/см³;

V - объем воды, взятой для экстрагирования, см³.

Массовая доля декстринов в навеске продукта:

$$w = \frac{m_D}{m_H} 100, \quad (7)$$

где w - массовая доля декстринов в навеске, %;

m_D - масса декстринов, мг;

m_H - масса навески, мг.

Массовая доля декстринов в пересчете на сухие вещества:

$$w = \frac{m_D \cdot 100 \cdot 100}{m_H (100 - W)}, \quad (8)$$

где w - массовая доля декстринов в пересчете на сухие вещества, %;

m_D - масса декстринов, мг;

m_H - масса навески, мг;

W – массовая доля влаги в продукте, %.

4.1 Вопросы к защите лабораторной работы № 4

4.1.1 Классификация углеводов

4.1.2 Физиологические функции углеводов

4.1.3 Усвояемые углеводы

4.1.4 Декстрины. Классификация, роль в технологических процессах пищевых производств

4.1.5 Крахмал. Строение, свойства

4.1.6 Физиологическая роль усвояемых углеводов

4.1.7 Пищевые волокна

4.1.8 Физиологическая роль пищевых волокон

4.1.9 Роль углеводов в пищевых продуктах

5 Лабораторная работа № 5

Определение массовой доли лактозы

Молоко и продукты, вырабатываемые из него, благодаря высокой питательности, вкусовым достоинствам и хорошей усвояемости являются одним из важнейших источников питания. Они входят в рецептуры различных хлебобулочных и кондитерских изделий и широко используются

в производствах пищевых концентратов, продуктов детского и диетического питания. Молоко содержит 87,5 % воды. Из 12,5 % сухих веществ в среднем 3,5 % приходится на жир, 3,2 % - на белки, 0,04 % - на небелковые азотистые соединения, 4,7 % - на лактозу, 0,7 % - на минеральные вещества.

Лактоза является основным углеводом молока. Она положительно влияет на организм человека: помогает усвоению кальция и фосфора пищи, улучшает состав микрофлоры кишечника благодаря тому, что образующаяся при сбраживании лактозы молочная кислота подавляет развитие гнилостных бактерий. Кроме того, ее компонент галактоза необходима для построения нервных и мозговых тканей человека.

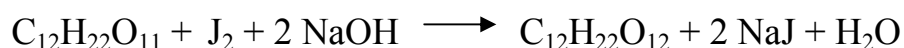
Лактоза подвергается сбраживанию после предварительного расщепления β -галактозидазой на составляющие ее моносахариды: глюкозу и галактозу.

При нагревании молока до температуры 95 °С и выше происходит его побурение, обусловленное реакцией меланоидинообразования, возникающей между лактозой и аминокислотами. Наиболее активно эта реакция протекает при стерилизации, сгущении и сушке молока.

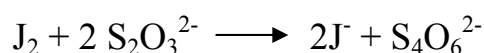
Лактозу в молоке и молочных продуктах определяют химическими и физическими методами. К химическим относятся стандартные методы: йодометрический и перманганатометрический (ГОСТ 8764-73). Поляриметрический и рефрактометрический методы являются физическими методами.

5.1 Опыт № 1: Определение содержания лактозы йодометрическим методом

Принцип метода заключается в следующем. Альдегидная группа лактозы в щелочной среде окисляется избытком йода. Йод окисляет лактозу в лактобионовую кислоту.



При определении лактозы вводят избыток йода и по разности между количеством взятого и не прореагировавшего йода титрованием раствором тиосульфата натрия находят ее содержание:



Техника определения

Испытуемый материал: молоко

Реактивы: реактив Фелинга 1 (69,26 г кристаллогидрата сульфата меди растворяют в дистиллированной воде в мерной колбе вместимостью 1 дм³);
раствор гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 1 моль/дм³;

раствор гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³;
 раствор йода молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³;
 раствор соляной кислоты молярной концентрацией эквивалента 0,5 моль/дм³;
 раствор тиосульфата натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³;
 раствор крахмала массовой долей 1 %

Оборудование: весы квадрантные ВЛКТ-500г-М

Отвешивают навеску молока массой 25 г или отмеривают пипеткой 25 мл³ и рассчитывают навеску умножением объема взятого молока на его плотность. Молоко переносят в мерную колбу вместимостью 500 см³, приливают дистиллированную воду до половины объема, отмеривают 10 см³ раствора Фелинга I и 4 см³ раствора гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 1 моль/дм³. Жидкость перемешивают после добавления воды и реактивов. Доводят содержимое до метки дистиллированной водой, снова перемешивают и оставляют в покое на 30 минут. Отстоявшуюся жидкость фильтруют в сухую колбу через складчатый бумажный фильтр. Первые порции фильтрата 10 – 20 см³ удаляют. 50 см³ фильтрата переносят пипеткой в коническую колбу вместимостью 250 – 300 см³ с притертой или резиновой пробкой. Приливают 25 см³ раствора йода и медленно при непрерывном перемешивании добавляют 37,5 см³ раствора гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³. Закрыв колбу пробкой, оставляют ее в темном месте на 20 минут при температуре 20 °С. Далее вносят цилиндром 8 см³ раствора соляной кислоты и титруют выделяющийся йод раствором тиосульфата натрия. После перехода цвета титруемого раствора из бурого в соломенно-желтый, в колбу прибавляют 1 см³ раствора крахмала, и титрование продолжают до исчезновения синей окраски. Параллельно проводят контрольный опыт, отмеривая в колбу 50 см³ дистиллированной воды (вместо фильтрата), и осуществляют эксперимент в той же последовательности и с теми же реактивами, как в основном опыте.

Массовую долю лактозы рассчитывают по формуле:

$$L = \frac{0,01801 \cdot (V_1 - V) \cdot 100 \cdot 0,97}{m}, \quad (9)$$

где L – массовая доля лактозы, %;

0,01801 - количество лактозы, соответствующие 1 см³ раствора йода молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³;

V_1 - количество раствора тиосульфата натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³, пошедшее на титрование йода в контрольном опыте, см³;

V - количество раствора тиосульфата натрия молярной концентрацией

эквивалента $0,1 \text{ моль/дм}^3$, пошедшее на титрование избытка йода в фильтрате, см^3 ;
 100 – коэффициент, приводящий к 100 г навески;
 0,97 – поправка, установленная эмпирически;
 m – масса молока, содержащегося в 50 см^3 фильтрата, г.

При взятии навески молока, равной 25 г, формула для расчета лактозы приобретает следующий вид:

$$L = 0,699 \cdot (V_1 - V) \quad (10)$$

5.2 Опыт № 2: Определение массовой доли лактозы рефрактометрическим методом

В соответствии с этим методом о содержании лактозы судят по величине показателя преломления без белковой фракции молока, полученной осаждением белков раствором хлорида кальция при кипячении и отделением осадка фильтрацией.

Техника определения

Испытуемый материал: молоко

Реактивы: раствор хлорида кальция с массовой долей 4 %

Оборудование: водяная баня;

рефрактометр РПЛ-3 или ИРФ-454 Б2М.

Отмеряют пипеткой 5 см^3 молока в пробирку, добавляя 5 – 6 капель раствора хлорида кальция. Пробирку помещают в баню с кипящей водой на 10 минут. Затем содержимое пробирки фильтруют через складчатый фильтр. В прозрачном фильтрате определяют на рефрактометре показатель преломления при температуре 20°C . Измерение проводят в двух повторностях.

Метод отличается простотой и быстротой определения, однако уступает химическим методам по точности. Ниже приведена таблица 1, пользуясь которой определяют массовую долю лактозы в молоке в %.

Таблица 1 – Массовая доля лактозы в молоке

Показатель преломления	Массовая доля лактозы, %	Показатель преломления	Массовая доля лактозы, %
1,3390	3,01	1,3412	4,08
1,3391	3,06	1,3413	4,13

1,3392	3,11	1,3414	4,18
1,3393	3,16	1,3415	4,23
1,3394	3,21	1,3416	4,28
1,3395	3,26	1,3417	4,33
1,3396	3,31	1,3418	4,38
1,3397	3,36	1,3419	4,44
1,3398	3,42	1,3420	4,49
1,3399	3,47	1,3421	4,54
1,3400	3,52	1,3422	4,59
1,3401	3,57	1,3423	4,64
1,3402	3,62	1,3424	4,69
1,3403	3,67	1,3425	4,74
1,3404	3,70	1,3426	4,79
1,3405	3,72	1,3427	4,84
1,3406	3,77	1,3428	4,89
1,3407	3,82	1,3429	4,95
1,3408	3,87	1,3430	5,00
1,3409	3,93	1,3431	5,05
1,3410	3,98	1,3432	5,10
1,3411	4,03	1,3433	5,15
		1,3434	5,20

5.3 Вопросы к защите лабораторной работы № 5

5.3.1 Классификация углеводов

5.3.2 Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды

5.3.3 Физиологические функции углеводов

5.3.4 Усвояемые углеводы

5.3.5 Физиологическая роль усвояемых углеводов

5.3.6 Пищевые волокна

5.3.7 Физиологическая роль пищевых волокон

5.3.8 Химизм йодометрического метода определения лактозы в молоке

6 Лабораторная работа № 6

Определение массовой доли крахмала

Основными видами крахмалсодержащего сырья являются картофель, зерно и продукты его переработки (мука, крупа). Содержание крахмала в картофеле составляет в среднем 70-80 % его сухой массы, в зерновке злаков – 40-80 %.

Состоит крахмал из полисахаридов двух типов, различающихся по своим физическим и химическим свойствам, - амилозы и амилопектина. В пшеничном крахмале содержится 25 % амилозы и 75 % амилопектина.

В молекуле амилозы остатки глюкозы связаны 1,4-глюкозидными связями; образуют линейную цепочку. Молекулярная масса амилозы $3 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^6$ а.е.м.

Молекула амилопектина имеет не только 1,4-глюкозидные связи, но и связь между 1-м и 6-м атомами углерода остатков глюкозы; образуется разветвленная структура. Молекулярная масса амилопектина достигает сотен миллионов а.е.м.

Крахмал на 96,1-97,7 % состоит из полисахаридов, образующих при кислотном гидролизе глюкозу. Поэтому существующие методы количественного определения крахмала основываются на использовании различных свойств глюкозы: ее редуцирующей способности, оптической активности и др. Наибольшее распространение получили поляриметрические методы.

Для определения содержания крахмала в растительном сырье необходимо предварительно перевести его в растворимое состояние и гидролизовать, что достигается обработкой исследуемого объекта соляной кислотой или хлоридом кальция. С целью удаления сопутствующих веществ, мешающих определению (в основном белков), и для осветления полученного гидролизата, раствор обрабатывают реактивом-осадителем. Прозрачный раствор поляризуют.

Метод Эверса – основной стандартный метод определения массовой доли крахмала при оценке качества зерна и продуктов его переработки (ГОСТ 10845-98).

Техника определения

Испытуемый материал: мука

Реактивы: раствор соляной кислоты массовой долей 1,124 %;

раствор соляной кислоты массовой долей 25 %;

реактив Карреза 1 (15 г $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$ растворяют в мерной колбе вместимостью 100 см³);

реактив Карреза 2 (30 г $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ растворяют в мерной колбе вместимостью 100 см³)

Оборудование: сахариметр СУ-4;

весы квадрантные ВЛКТ-500г-М;

электрическая водяная баня

Необходимо определить влажность испытуемого материала

В сухую мерную колбу вместимостью 100 см³ вносят из бюретки 25 см³ раствора соляной кислоты массовой долей 1,124 % и добавляют через воронку при постоянном перемешивании (взбалтывании) навеску муки массой 5 г. Когда материал будет полностью суспендирован, промывают воронку и горлышко колбы новой порцией (25 см³) той же кислоты. Колбу при постоянном перемешивании опускают в кипящую

водяную баню и взбалтывают в течение 3 мин (по секундомеру). Нагрев на бане продолжают еще 12 мин. По истечении 15 мин с момента погружения колбы в баню ее вынимают, вливают цилиндром 30 см³ холодной дистиллированной воды и быстро охлаждают под краном до 20 °С.

Для осаждения белков и осветления раствора в колбу приливают по 2 см³ реактивов Карреза 1 и 2. Через 5 мин содержимое колбы доводят дистиллированной водой до метки, взбалтывают и фильтруют через складчатый фильтр в сухую колбу. Первые порции фильтрата (до 10 см³) не используют. Прозрачным фильтратом с температурой 20 °С наполняют поляризационную трубку длиной 200 мм и измеряют угол вращения плоскости поляризации на сахариметре. Параллельно проводят опыт (контрольный) для внесения поправки на оптически активные водорастворимые вещества, не осаждаемые реактивами-осадителями и находящиеся в растворе (преимущественно углеводы).

Контрольный опыт – отвешивают 5 г продукта, переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³, добавляют цилиндром 70 см³ воды и взбалтывают в течение 15 мин. Затем смывают горлышко колбы 10 см³ дистиллированной воды, освещают реактивом-осветлителем, используемым в основном опыте. Взбалтывают в течение 5 мин, доводят содержимое колбы до метки дистиллированной водой, перемешивают и фильтруют. Отбирают пипеткой 50 см³ фильтрата, переносят в мерную колбу на 100 см³, добавляют 2 см³ раствора соляной кислоты массовой долей 25 %, выдерживают 15 мин на кипящей водяной бане, охлаждают до 20 °С и поляризуют в трубке длиной 200 мм на сахариметре два раза.

Содержание крахмала рассчитывают по формуле:

$$C = \frac{(\alpha_{on} - \alpha_{\kappa}) \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 0,3462}{[\alpha]_D^{20} \cdot m \cdot 1 \cdot (100 - W)}, \quad (11)$$

где C – массовая доля крахмала, в % на сухое вещество;

α_{on} – величина угла поворота плоскости поляризации, полученная оптически активными веществами в основном опыте, град сахариметра;

α_{κ} – величина угла поворота плоскости поляризации, осуществляемая водорастворимыми оптически активными веществами (не крахмалом) в контрольном опыте, град сахариметра;

$(\alpha_{on} - \alpha_{\kappa})$ – величина угла поворота плоскости поляризации, полученная растворенным крахмалом навески, град сахариметра;

0,3462 – коэффициент перевода показаний сахариметра в градусы круговой шкалы;

$[\alpha]_D^{20}$ – удельная вращательная способность крахмала исследуемого продукта, град;

m – масса продукта, взятого для анализа, г;
 l – длина поляризационной трубки, дм;
 W – массовая доля влаги исследуемого продукта, %.

При взятой для анализа навеске массой 5 г и длине поляризационной трубки 200 мм формула приобретает вид:

$$C = \frac{(\alpha_{on} - \alpha_k) \cdot F \cdot 100}{100 - W}, \quad (12)$$

где $(\alpha_{on} - \alpha_k)$ – величина угла поворота плоскости поляризации, полученная растворенным крахмалом навески, град сахариметра;
 F – коэффициент Эверса (таблица 2);
 W – массовая доля влаги исследуемого продукта, %.

Таблица 2 - Величина удельной вращательной способности

Крахмал	$[\alpha]_D^{20}$	F
Картофельный	194,5	1,775
Кукурузный	184,6	1,879
Овсяной	181,3	1,914
Пшеничный	182,7	1,898
Ржаной	184,0	1,885
Рисовый	185,9	1,886
Ячменный	181,5	1,912

6.1 Вопросы к защите лабораторной работы № 6

- 6.1.1 Физиологические функции углеводов
- 6.1.2 Усвояемые углеводы. Роль отдельных усвояемых углеводов
- 6.1.3 Крахмал. Строение, свойства
- 6.1.4 Пищевые волокна. Роль отдельных пищевых волокон
- 6.1.5 Роль углеводов в пищевых продуктах

7 Лабораторная работа № 7

Определение массовой доли сухих веществ рефрактометрическим методом

Метод определения массовой доли сухих веществ с помощью рефрактометра отличается высокой точностью и технической простотой. Сущность метода заключается в следующем. Если луч света переходит из одной среды в другую и плотность этих сред

различна, то он частично отражается от поверхности раздела, а частично переходит во вторую среду, изменяя при этом свое первоначальное направление, т.е. преломляется. Показателем (коэффициентом) преломления n называется отношение синуса угла падения к углу преломления. Если луч света переходит из вакуума или из воздуха в другую среду, то угол падения всегда больше угла преломления, т. к. коэффициент преломления среды больше коэффициента преломления вакуума или воздуха. С увеличением угла падения светового луча увеличивается угол его преломления. При угле падения 90° , когда луч скользит по разделу двух сред, угол преломления будет иметь наибольшее значение, называемое предельным углом преломления.

Конструкция большинства рефрактометров, применяемых в пищевой промышленности для определения показателей преломления жидкостей, основана на измерении предельного угла преломления. Основная деталь этих приборов – призма с точно известным показателем преломления.

Коэффициент преломления является одной из характерных констант вещества, он зависит от природы вещества, а также от длины волны падающего света и температуры окружающего воздуха. Коэффициент преломления при прочих равных условиях зависит от концентрации раствора: чем выше концентрация раствора, тем больше значение коэффициента преломления.

Для определения массовой доли сухих веществ применяют универсальный рефрактометр УРЛ первой модификации, марки РПЛ-3 и марки ИРФ-454 Б2М, имеющие шкалу содержания (массовой доли) сухих веществ по сахарозе в %, и прецизионный рефрактометр марки РПЛ-2, в котором показания даются в условиях единиц шкалы.

Рефрактометр пищевой лаборатории ИРФ-454 Б2М состоит из двух призм – осветительной и измерительной, заключенных в пустотелую камеру. Верхняя осветительная призма, соединенная шарниром, откидывается и позволяет поместить несколько капель исследуемой жидкости на поверхность измерительной призмы. Через камеры призм во время определения пропускают воду для установления строго определенной температуры, которая фиксируется термометром. Нормальной считается температура 20°C . Концентрацию сухих веществ можно определить при температуре от 15 до 30°C , вводя температурную поправку по соответствующим таблицам.

На передней стенке корпуса имеется окуляр, в котором видны две шкалы: сверху – шкала показателя преломления, снизу – шкала сухих веществ от 0 до 95 %, отградуированная по сахарозе. Для получения четкого изображения шкалы вдвигают или выдвигают окуляр. Для устранения дисперсии света и расплывчатой границы между светлым и темным полем зрения служит компенсатор.

При проведении данной лабораторной работы приготавливают вытяжку, содержащую водорастворимые вещества муки. *Подумайте, что это за вещества.*

Техника определения

Испытуемый материал: мука

Оборудование: весы квадрантные ВЛКТ-500г-М;
рефрактометр ИРФ-454 Б2М

Подготовка образца: взвешивают навеску муки массой 5 г и помещают ее в коническую колбу вместимостью 250 см³. Добавляют 50 см³ дистиллированной воды, смесь тщательно перемешивают и энергично встряхивают в течение 20 минут. Затем суспензию фильтруют. В полученном экстракте определяют содержание сухих веществ.

Перед началом работы рефрактометр проверяют по дистиллированной воде при температуре 20 °С, при этом пересечение двух линий, нанесенное на окуляр, должно совместиться с границей света и тени на нулевой отметке шкалы сухих веществ. Если этого совмещения не произошло, необходимо отрегулировать прибор с помощью специального ключа.

Затем на призмы с помощью оплавленной стеклянной палочки наносят несколько капель исследуемой жидкости, при этом палочка не должна касаться поверхности призмы. Опускают верхнюю призму, плотно прижимая ее к нижней и фиксируют с помощью зажима. Если раствор не мутный и не слишком окрашен, в окно верхней призмы направляют луч света от осветителя, добиваясь максимальной освещенности поля зрения, наблюдаемого в окуляр. После этого перемещают границу света и тени, пока граница не совместится с пересечением двух линий. На шкале прибора отмечают деление, через которое проходит граница светотени. При отсчете показаний прибора отмечают температуру определения. После определения поверхность призм вытирают фильтровальной бумагой, а затем промывают дистиллированной водой. Помещают между призмами фильтровальную бумагу.

Измерения проводят в двух повторностях.

7.1 Вопросы к защите лабораторной работы № 7

7.1.1 Устройство рефрактометра РПЛ-3

7.1.2 Правила работы на РПЛ-3

7.1.3 Водорастворимые вещества муки

8 Лабораторная работа № 8

Определение кислотности пищевых продуктов

Кислотность – важный показатель качества пищевой продукции.

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, морозобоинного, 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).

8.1 Опыт № 1: Определение титруемой кислотности муки по болтушке (ГОСТ 27493-87)

Техника определения

Испытуемый материал: мука

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

Оборудование: весы квадрантные ВЛКТ-500г-М

Навеску муки массой 5 г переносят в сухую коническую колбу вместимостью 100-150 см³ и приливают цилиндром 50 см³ дистиллированной воды. Содержимое колбы перемешивают до исчезновения комочков муки и добавляют три капли 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 секунд. Готовят две параллельные пробы.

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:

$$X = \frac{V \cdot 100 \cdot K}{m \cdot 100} = 2 \cdot V \cdot K, \quad (13)$$

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.

8.2 Опыт № 2: Определение кислотности хлебобулочных изделий стандартным арбитражным методом (ГОСТ 5670-96)

Техника определения

Испытуемый материал: хлебобулочные изделия

Реактивы: раствор фенолфталеина массовой долей 3 %;

раствор гидроксида натрия молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³

Оборудование: весы квадрантные ВЛКТ-500г-М

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 не растертого хлеба.

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

По истечении 8 минут 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 минуты.

Кислотность хлеба вычисляют по формуле:

$$X = \frac{25 \cdot 50 \cdot 4 \cdot V \cdot K}{250 \cdot 10} = 2 \cdot V \cdot K, \quad (14)$$

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.

8.3 Вопросы к защите лабораторной работы № 8

8.3.1 Классификация липидов

8.3.2 Химические свойства липидов

8.3.3 Показатели, характеризующие качество пищевых жиров

8.3.4 Физиологические функции липидов

8.3.5 Пищевая порча жиров

8.3.6 Кислотность как показатель, характеризующий качество пищевых продуктов

9 Лабораторная работа № 9

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 мелкораздробленном 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, садочную 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.

Садочная (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 размол). По сортам выпускается соль «Экстра», высшего, 1 и 2 сортов. По крупности помола различают помол № 0, являющийся самым мелким, № 1, 2, 3.

ГОСТ Р 51574-2000 предусматривает определение органолептических, физико-химических показателей и гранулометрического состава соли.

9.1 Опыт № 1: Определение цвета, вкуса и запаха соли

Техника определения

Испытуемый материал: соль поваренная

Оборудование: весы квадрантные ВЛКТ-500г-М

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 20 °С. Запах у соли должен отсутствовать. Для определения вкуса, который должен быть чисто соленым, готовят 5 % раствор соли в дистиллированной воде, имеющий температуру 15-25 °С. В соли не должны содержаться заметные глазу посторонние примеси.

9.2 Опыт № 2: Определение реакции соли по лакмусу

Техника определения

Испытуемый материал: соль поваренная

Реактивы: бумага лакмусовая синяя и красная

Оборудование: весы квадрантные ВЛКТ-500г-М

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.

9.3 Вопросы к защите лабораторной работы № 9

9.3.1 Классификация минеральных веществ

9.3.2 Микро- и макроэлементы

9.3.3 Физиологические функции минеральных веществ

9.3.4 Пищевые продукты как источники минеральных веществ

9.3.5 Типы классификаций поваренной соли

10 Лабораторная работа № 10

Определение массовой доли поваренной соли в хлебобулочных изделиях

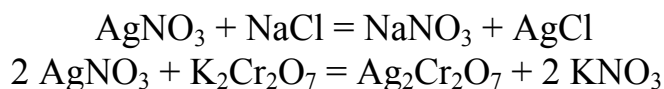
Поваренная соль является основным компонентом рецептуры хлебобулочных изделий, за исключением диетического ахлоридного хлеба вырабатываемого без соли и предназначенного для больных с заболеваниями почек, сердечно-сосудистой системы и др. Количество поваренной соли в тесте может колебаться от 0 до 2,5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

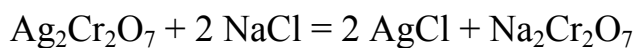
Соль является не только вкусовой добавкой, она влияет на технологический процесс приготовления хлеба и на его качество: внешний вид, объем, свойства мякиша.

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 недостаток 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 неисчезающее кирпично-красное окрашивание показывает конец титрования.

Техника определения

Испытуемый материал: хлебобулочное изделие

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

Оборудование: весы квадрантные ВЛКТ-500г-М

Необходимо определить влажность испытуемого материала.

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 быстро 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 красно-бурую. Рассчитывают средний объем нитрата серебра пошедший на титрование.

Массовая доля хлорида натрия рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{V \cdot 0,005845 \cdot V_1 \cdot 100 \cdot 100}{V_2 \cdot m \cdot (100 - W)}, \quad (15)$$

где X – массовая доля хлорида натрия в пересчете на сухие вещества, %;

V – объем затраченного на титрование раствора нитрата серебра

молярной концентрацией эквивалента $0,1 \text{ моль/дм}^3$, см^3 ;
 $0,005845$ – количество хлорида натрия соответствующее 1 см^3
раствора нитрата серебра молярной концентрацией эквивалента
 $0,1 \text{ моль/дм}^3$, г;
 V_1 – объем воды, взятый для приготовления водной вытяжки, см^3 ;
 V_2 – объем раствора, взятый для титрования, см^3 ;
 m – масса хлеба, взятая для извлечения поваренной соли, г;
 W – массовая доля влаги в хлебобулочном изделии, %.

10.1 Вопросы к защите лабораторной работы № 10

- 10.1.1 Классификация минеральных веществ
- 10.1.2 Микро- и макроэлементы
- 10.1.3 Физиологическое значение минеральных веществ
- 10.1.4 Пищевые продукты как источники минеральных веществ
- 10.1.5 Влияние количества поваренной соли на качество хлебобулочных изделий
- 10.1.6 Сущность аргентометрического метода определения массовой доли поваренной соли в хлебобулочных изделиях

11 Лабораторная работа № 11

Определение автолитической активности муки

Для определения хлебопекарных свойств ржаной муки и распознавания муки, полученной из зерна с пониженными хлебопекарными свойствами, определяют автолитическую активность муки.

Автолитическая активность («авто» – само, «лизис» – растворение) – это способность муки образовывать при прогреве водно-мучной суспензии определенное количество водорастворимых веществ. Выражают автолитическую активность количеством водорастворимых веществ в % на сухие вещества. Эта величина характеризует доброкачественность муки.

Переход сухих веществ в водорастворимое состояние связан с действием ферментов муки на высокомолекулярные соединения, в результате чего образуются легко растворимые в воде вещества. Скорость этих процессов зависит как от активности ферментов, так и от податливости (атакуемости) высокомолекулярных соединений (в первую очередь крахмала и белка). Основную массу водорастворимых веществ составляют сахара, декстрины, аминокислоты, водорастворимые белки, глицерин, кислые фосфаты и др., образовавшиеся в результате действия ферментов. Часть водорастворимых веществ (собственных) переходит в муку из зерна.

Чем выше активность ферментов муки, тем выше автолитическая активность. Поэтому для выявления дефектов муки с высокой активностью ферментов используют определение автолитической активности.

Чем ниже сорт муки, тем больше в ней содержится ферментов и тем выше ее автолитическая активность.

В пшеничной муке высшего, 1 и 2 сортов нормального качества должно содержаться не более 20 – 30 % водорастворимых веществ (в пересчете на сухие вещества).

Более высокая автолитическая активность пшеничной муки свидетельствует о повышенной активности ферментов, в особенности α - амилазы. Чаще всего такую муку получают из проросшего или морозобойного зерна. Присутствующая в таком зерне и муке, полученной из него, α - амилаза способна в ходе технологического процесса гидролизовать крахмал до декстринов с высокой скоростью, что приводит к получению хлеба с липким заминающимся мякишем вследствие пониженной способности декстринов связывать воду. Распознавание такой муки – важная задача технологического контроля.

Ржаная мука имеет существенные отличия от пшеничной по химическому и биохимическому составу. В ржаной муке выше активность амилалитических ферментов. Даже в муке из нормального зерна ржи всегда присутствуют не только α - амилаза, но и β - амилаза. Крахмал ржи легче расщепляется амилазами и имеет более низкую температуру клейстеризации. В ржаной муке содержится значительно больше собственных водорастворимых веществ (сахаров, белков и др.). Все это обуславливает более высокую автолитическую активность ржаной муки и важность этого показателя для оценки хлебопекарных свойств ржаной муки. Для правильного установления технологического режима приготовления ржаных сортов хлеба в зависимости от автолитической активности муки приняты следующие ориентировочные нормы содержания водорастворимых веществ, в % на сухие вещества, не более:

ржаная обойная	55
ржаная обдирная, сеяная	50

При переработке ржаной муки с автолитической активностью свыше 55 % для предотвращения появления дефектов в хлебе, обусловленных присутствием активной α - амилазы, рекомендуется применять способы тестоведения, обеспечивающие более высокую кислотность теста с укороченным брожением и расстойкой.

Определение автолитической активности муки в соответствии с ГОСТ 27495 – 87 проводится путем постепенного прогрева водно – мучной суспензии с последующим измерением количества образовавшихся водорастворимых веществ на рефрактометре. Этот метод прост в исполнении, не требует сложной аппаратуры, но условен, так как режим прогрева оказывает большое влияние на результаты определения. В процессе прогрева активность ферментов постепенно возрастает, достигает максимума при определенной температуре (оптимальной для данного фермента), потом

снижается, а затем происходит инактивация ферментов. Чтобы во всех пробах интенсивность и скорость прогрева были одинаковыми, стандарт строго регламентирует размеры и материалы посуды, в которой проводится определение, размеры водяной бани, глубину погружения проб в гнезда бани, длительность прогрева и другие условия.

Для анализа используют только фарфоровые стаканчики вместимостью 50 см³, высотой около 7 см, диаметром примерно 3,5 см и массой 30-40 г. Рекомендуется использовать стеклянную палочку длиной 10 см и диаметром около 0,5 см. Водяная баня должна быть с электрическим обогревом, диаметром около 18 см и высотой 9-10 см, иметь крышку с шестью гнездами, размер отверстий которых должен соответствовать диаметру стаканчиков. Уровень жидкости в погруженных в баню стаканчиках должен быть на 0,75-1 см ниже уровня воды в бане. Расстояние между дном бани и стаканчиками должно быть 2-3 см.

Техника определения

Испытуемый материал: мука

Оборудование: водяная баня;

рефрактометр РПЛ-3 или ИРФ-454 М

Необходимо определить влажность испытуемого материала.

Взвешивают стаканчик вместе со стеклянной палочкой, остающейся в ней в течение всего определения (готовят две параллельные пробы). Затем в стаканчик отвешивают 1 г анализируемой муки. Приливают пипеткой 10 см³ дистиллированной воды и тщательно перемешивают палочкой. После этого все анализируемые пробы одновременно погружают в кипящую водяную баню. При числе проб меньше шести в свободные гнезда погружают стаканчики с 10 см³ воды. Прогревают в течение 15 минут, причем в первые 1 – 2 минуты содержимое стаканчиков перемешивают палочкой для равномерной клейстеризации крахмала. Помешивание ведут одновременно в двух стаканчиках. Затем стаканчики накрывают одной большой стеклянной воронкой или каждый стаканчик отдельной воронкой для уменьшения испарения воды. После 15 минут прогрева одновременно все стаканчики (вместе с крышкой) вынимают из бани и к содержимому каждого стаканчика немедленно приливают по 20 см³ дистиллированной воды, энергично перемешивают и охлаждают до комнатной температуры. Затем массу содержимого стаканчиков доводят на весах до 30 г, добавляя дистиллированную воду из пипетки, тщательно перемешивают палочкой до появления пены и фильтруют через складчатый фильтр диаметром 8 см из средне фильтрующей бумаги (ГОСТ 12026-76). Из-за высокой вязкости автолизата рекомендуется сливать только слой жидкости, а осадок не переносить на фильтр. Первые две капли фильтрата отбрасывают, а последующие 2-3 капли используют для определения массовой доли сухих веществ на рефрактометре.

Массовая доля водорастворимых веществ в муке определяется по формуле:

$$X = \frac{B \cdot 30 \cdot 100}{100 - W}, \quad (16)$$

где X – массовая доля водорастворимых веществ в муке в пересчете на сухие вещества, %;

B – массовая доля водорастворимых веществ в фильтрате, %;

30 – масса испытуемого раствора, г;

100 – коэффициент, приводящий к 100 г навески;

W – массовая доля влаги в муке, %.

Вычисления проводят с точностью до первого десятичного знака. За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми, не должно превышать 3 %.

11.1 Вопросы к защите лабораторной работы № 11

11.1.1 Автолитическая активность как показатель, характеризующий качество муки

11.1.2 Классификация ферментов

11.1.3 Классификация ферментных препаратов

11.1.4 Значение ферментов и ферментных препаратов

11.1.5 Использование ферментов и ферментных препаратов в пищевой промышленности

12 Лабораторная работа № 12

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.

Все чаще для описания свойств в пищевых продуктах используется термин «активность воды». Активность воды определяет способность воды к улетучиванию с поверхности влажного продукта относительно способности к улетучиванию чистой воды при той же температуре.

$$A_W = \frac{P}{P_0}, \quad (17)$$

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 – сухолубивые микроорганизмы.

Критический предел активности воды для развития микроорганизмов:

- гидрофилы (в основном бактериальная микрофлора) 1,00-0,92;
- 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 20⁰; мутность по стандартной шкале не более 1,5 мг/дм³; сухой остаток не более 1000 г/дм³; общая жесткость не более 1,5 мг-экв/дм³ (допускается до 6 мг-экв/дм³); общая щелочность не более 1,5 мг-экв/дм³; общее количество бактерий в 1 см³ неразбавленной воды не более 100; бактерий группы кишечной палочки в 1 дм³ воды не более 3.

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

12.1 Опыт № 1: Определение органолептических показателей

(ГОСТ 3351-74)

Органолептические свойства воды оцениваются показателями, нормирующими вкус, цвет, запах, мутность, концентрацию ряда химических веществ.

Характер и интенсивность запаха воды определяют органолептически, отмечая ощущение воспринимаемого запаха: землистый, хлорный, нефтепродуктов и др. Интенсивность запаха оценивают по пятибалльной шкале.

Интенсивность вкуса и привкуса воды оценивают по пятибалльной системе, отмечают характер вкуса и привкуса: соленый, кислый, щелочной, металлический и др.

Цветность воды определяют путем сравнения проб исследуемой воды, профильтрованной через мембранный фильтр, с растворами, имитирующими цвет природной воды, и выражают в градусах цветности.

Техника определения

Испытуемый материал: вода водопроводная

Реактивы: раствор имитатора

Оборудование: электрическая плита;

фотоэлектроколориметр ФЭК-60

Для определения запаха и вкуса отбирают образец воды объемом не менее 500 см³ и анализируют его не позднее чем через 2 ч.

Для определения запаха в колбу вместимостью 250-350 см³ отмеряют 100 см³ анализируемой воды температурой 20 °С. Колбу закрывают пробкой, содержимое перемешивают вращательными движениями. Затем колбу открывают и определяют характер и интенсивность запаха. Опыт далее повторяют с водой нагретой до 60 °С. В этом случае горло колбы закрывают часовым стеклом. Интенсивность запаха оценивают по таблице 3. Запах при 20 °С и 60 °С должен быть не более 2 баллов.

Таблица 3 – Оценка запаха и вкуса воды

Интенсивность Запаха (вкуса)	Характер проявления запаха (вкуса)	Оценка интенсивности запаха (вкуса), баллы
Нет	Не ощущается	0
Очень слабая	Не ощущается потребителем, но обнаруживается при лабораторном исследовании	1
Слабая	Замечается потребителем, если обратить на это его внимание	2
Заметная	Легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья	4

Очень сильная	Настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5
---------------	---	---

Для определения вкуса небольшую порцию воды набирают в рот и выдерживают 3-5 с. Интенсивность вкуса и привкуса, оцениваемая при 20 °С по таблице 3, должна быть не выше 2 баллов.

Цветность воды определяют колориметрически, сравнивая анализируемую жидкость с раствором, имитирующим цвет природной воды. Для определения цветности анализируемого образца воды определяют оптическую плотность на колориметре при длине волны 413 нм в кювете толщиной 5 см. В качестве раствора сравнения используют дистиллированную воду. Цветность определяют по градуировочному графику, откладывая на оси ординат полученную оптическую плотность. Соответственно на оси абсцисс получают искомый показатель в градусах.

Для построения градуировочного графика используют фотоэлектроколориметр, сравнивая анализируемую жидкость с раствором, имитирующим цвет природной воды. Для приготовления имитатора используют растворы бихромата калия, сульфата кобальта и серной кислоты. Из имитатора приготавливают шкалу цветности, определяют оптическую плотность эталонных растворов на колориметре при длине волны 413 нм в кювете толщиной 5 см. По полученным данным строят градуировочный график в координатах градусы цветности – оптическая плотность.

12.2 Опыт № 2: Определение щелочности воды

Общая щелочность воды – это сумма гидратов, карбонатов, бикарбонатов и солей других слабых кислот содержащихся в воде. Щелочность определяют титрованием воды соляной кислотой с индикатором метиловым оранжевым или электрометрическим титрованием до рН 4,5 и выражают в миллиграмм-эквивалентах щелочных ионов в 1 дм³ воды.

Техника определения

Испытуемый материал: вода водопроводная

Реактивы: раствор соляной кислоты молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³;
метиловый оранжевый

В две конические колбы вместимостью 250 см³ наливают по 100 см³ воды, прибавляют 5 капель метилового оранжевого и титруют раствором соляной кислоты до перехода цвета из желтого в оранжевый.

Общая щелочность воды:

$$Щ = \frac{V \cdot N \cdot 1000}{V_1} V, \quad (18)$$

где $Щ$ – 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;

V_l – объем воды взятой на титрование, см³.

12.3 Вопросы к защите лабораторной работы № 12

12.3.1 Значение воды для организма человека

12.3.2 Свободная и связанная влага

12.3.3 Активность воды

12.3.4 Классификация микроорганизмов по показателю активности воды

12.3.5 Классификация пищевых продуктов по показателю активности воды

12.3.6 Критерии, которым должна соответствовать вода, используемая в пищевой промышленности

13 Лабораторная работа № 13

Анализ колера

В пищевой промышленности широко используются пищевые добавки, в том числе пищевые красители.

Пищевые красители делятся на натуральные и синтетические.

Натуральные красители содержатся в растительном или животном сырье, из которого выделяются и далее вносятся в сырье или готовый продукт.

Каротиноиды – пигменты растительного происхождения красно-желтого цвета, обеспечивающие окраску ряда жиров, овощей, фруктов, яичного желтка и других продуктов.

Хлорофилл – растительный пигмент зеленого цвета, придающий окраску многим овощам.

Сахарный колер (карамель, жженка) – темно-окрашенный продукт карамелизации сахарозы. Карамелизация дисахаридов протекает при температуре 100 °С и выше. При отщеплении двух молекул воды от сахарозы образуется карамелан $C_{12}H_{18}O_9$ – растворимое в воде соединение желтого цвета, при отщеплении трех – карамелен $C_{36}H_{50}O_{25}$, имеющий ярко-коричневый цвет, затем – карамелин, трудно растворимое в воде соединение. Применяют сахарный колер для окраски напитков, кондитерских изделий, в кулинарии.

Энокраситель – продукт, получаемый извлечением из темных сортов винограда или путем сгущения сока бузины. В кислой среде имеет красную окраску. При значении рН выше 7 единиц приобретает синий цвет.

Кармин – соединение красного цвета, получаемое из тропических насекомых (кошенили).

Куркума – желтый краситель, получаемый из корней многолетних травянистых растений семейства Имбирных – *Curruma longa*.

Алканин – красно-бордовый краситель, получаемый из корней *Alkanna tinctoria*.

Шафран – желтый краситель, получают из высушенных рылец цветков шафрана, растения семейства касатиковых.

Красители, получаемые из кизила, красной и черной смородины, клюквы, брусники, свеклы, пигменты чая.

Синтетические красители получают синтезом из органических веществ.

Индигокармин (динатриевая соль индигодисульфокислоты) – краситель синего цвета. Применяют в кондитерской промышленности и при применении сахара-рафинада.

Тартразин (натриевая соль азокрасителя) – сообщает продукту оранжево-желтую окраску. Используют в кондитерской промышленности, при производстве напитков.

Ультрамарин – краситель синего цвета.

Орлеан – придает готовому продукту желтую окраску.

Амарант – краситель красного цвета (запрещен к применению в пищевой промышленности в Российской Федерации).

13.1 Опыт № 1: Определение экстрактивных веществ

Техника определения

Испытуемый материал: колер

Оборудование: рефрактометр РПЛ-3 или ИРФ-454М

Несколько капель колера помещают между осветительной и измерительной призмами рефрактометра, при этом палочка не должна касаться призм. После этого 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. Помещают между призмами фильтровальную бумагу.

13.2 Опыт № 2: Определение цветности

Техника определения

Испытуемый материал: колер

Реактивы: раствор йода молярной концентрацией эквивалента
0,1 моль/дм³

Оборудование: весы квадрантные ВЛКТ-500г-М

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:

$$C = 2 \cdot A, \quad (19)$$

где C – цветность колера, см³ 0,1 моль /дм³ раствора I₂;

A – объем затраченного на титрование раствора йода молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³; см³.

13.3 Вопросы к защите лабораторной работы № 13

13.3.1 Натуральные пищевые красители

13.3.1 Синтетические пищевые красители

13.3.3 Карамелизация низкоконцентрированных растворов сахарозы

13.3.4 Карамелизация высококонцентрированных растворов сахарозы

13.3.5 Реакция меланоидинообразования

Список использованных источников

- 1 Пищевая химия: учебник / А.П. Нечаев и др.; под ред. А.П. Нечаева.- СПб.: ГИОРД, 2004.- 619 с.
- 2 Скурихин И.М. Все о пище с точки зрения химика: справочное издание / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев.- М.: Высшая школа, 1991.- 288 с.
- 3 Пищевая химия. Лабораторный практикум: пособие для вузов / А.П. Нечаев и др.; под ред. А.П. Нечаева.- СПб: ГИОРД, 2006.- 304 с.
- 4 Гамаюрова В.С. Пищевая химия: лабораторный практикум / В.С. Гамаюрова, Л.Э. Ржечицкая.- СПб: ГИОРД, 2006.- 136 с.
- 5 ГОСТ Р 51574-2000. Соль поваренная пищевая. Технические условия.- Введ. 2001-07-01.- М.: Изд-во стандартов, 2001.- 16 с.
- 6 ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности.- Введ. 1975-07-01.- М.: Изд-во стандартов, 1975.- 11 с.
- 7 ГОСТ 27495-87. Мука. Метод определения автолитической активности.-

- Введ. 1989-01-01.- М.: Изд-во стандартов, 1988.- 6 с.
- 8 ГОСТ 8764-73. Консервы молочные. Методы контроля.- Введ. 1974-07-01.- М.: Изд-во стандартов, 1974.- 35 с.
- 9 ГОСТ 10845-98. Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала.- Введ. 2000-01-01.- М.: Изд-во стандартов, 1999.- 8 с.
- 10 ГОСТ 27493-87. Мука и отруби. Метод определения кислотности по болтушке.- Введ. 1989-01-01.- М.: Изд-во стандартов, 1988.- 6 с.
- 11 ГОСТ 5670-96. Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности.- Введ. 1997-08-01.- М.: Изд-во стандартов, 1996.- 8 с.
- 12 ГОСТ 5698-51. Хлеб и хлебобулочные изделия. Методы определения массовой доли поваренной соли.- Введ. 1951-04-01.- М.: Изд-во стандартов, 1951.- 5 с.