

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова
Кафедра биотехнологии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам

по дисциплине «Общая технология продовольственных продуктов» для
студентов специальности 050727 - Технология продовольственных продуктов

Павлодар

Лист утверждения

к методическим указаниям



Форма

ФСО ПГУ 7.18.1/05

УТВЕРЖДАЮ

Декан АТФ

_____ Бексеитов Т.К.

«__» _____ 2009 г.

Составитель: _____ старший преподаватель Сарлыбаева Л.М.

Кафедра биотехнологии

Методические указания к лабораторным работам

по дисциплине «Общая технология продовольственных продуктов»
для студентов специальности 050727 «Технология продовольственных
продуктов».

Рекомендовано на заседании кафедры от «__» _____ 200__ г.

Протокол № _____

Зав. кафедрой _____ Адамжанова Ж.А.

Одобрено методическим советом агротехнологического факультета

«__» _____ 200__ г. Протокол № _____

Председатель УМС _____ Жагипарова М.Е.

«__» _____ 200__ г.

Работа 1

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАСТВОРИМОСТЬ БЕЛКОВ (НА ПРИМЕРЕ БЕЛКОВ МЯСА, РЫБЫ, МУКИ)

Белки, входящие в состав пищевых продуктов, под воздействием тепла денатурируют. Вследствие денатурации изменяются их свойства: растворимость, способность набухать, оптическая плотность, электрофоретическая подвижность, взаимодействие с красителями, ферментативная атакуемость и др. По изменению этих свойств судят о степени воздействия на белки отдельных технологических факторов, в том числе температуры, до которой нагревается продукт.

При жарке мяса температура в центре куска может быть 60 °С (полусырой бифштекс или ростбиф) или 80 - 85 °С (полностью прожаренное мясо), а при варке - 94 - 96 °С. В процессе припускания рыбы температура внутри кусков достигает 80 - 82 °С, а при варке - 95 °С. При нагревании мяса и рыбы до более высокой температуры уменьшается растворимость мышечных белков, уплотняются белковые студии, снижается влагоудерживающая способность мяса и рыбы, уменьшается сочность изделий и повышается их жесткость. Поэтому при тепловой обработке мяса и рыбы следует применить мягкие режимы тепловой кулинарной обработки, стремиться сокращать продолжительность хранения готовых изделий в горячем состоянии.

Пшеничную муку при изготовлении соусов нагревают до температуры 120 °С (белая пассеровка) или 150—160 °С (красная пассеровка), растворимость белков муки после этого снижается. Они слабо удерживают воду и после проваривания с водой не образуют клейкую массу, характерную для белков сырой муки.

Цель работы — показать влияние нагревания до разной температуры на растворимость белков мяса, рыбы, муки.

Приборы, оборудование, посуда. Рефрактометр; фотоэлектроколориметр, микроизмельчитель тканей РТ-2 или аппарат для встряхивания; шкафы сушильные; мясорубка; термометры; фильтр № 3 с пористой пластинкой; три конические широкогорлые колбы вместимостью 100 мл; три воронки; шесть пробирок; цилиндр вместимостью 50 мл; градуированные пипетки вместимостью 5 и 2 мл; три стаканчика вместимостью 25 или 50 мл.

Реактивы. 20 %-ный раствор сульфосалициловой кислоты (реактив 1); 4- и 30%-ные растворы гидрата окиси натрия (реактив 2); 3,1 %-ный раствор серно-кислой меди (реактив 3).

Техника выполнения работы

Работа может проводиться с одним из объектов исследования; фаршем из мяса или рыбы, пшеничной мукой. Ее могут одновременно выполнять несколько студентов, нагревая образцы мясного или рыбного фарша до 50, 60, 70, 80, 90 и 100 °С.

Работа сводится к извлечению растворимых белков из исследуемых объектов и сравнению их количества разными методами; осаждения, рефрактометрическим и колориметрическим.

Фарш мясной или рыбный. Мясо освободить от поверхностных отложений жира и плотных соединительно-тканых образований. Мясо или филе рыбы дважды пропустить через мясорубку и перемешать фарш.

В три стаканчика вместимостью 25 или 50 мл отвесить по 10 г фарша и перенести каждую навеску с помощью 10 мл воды в широкогорлую коническую колбу вместимостью 100 мл. Одну пробу фарша оставить в качестве контрольной, две другие поместить в водяные бани, нагретые до температуры, указанной преподавателем, и выдержать в течение 10 мин.

Описать консистенцию и окраску контрольного и прогретых образцов фарша.

Из всех образцов фарша извлечь водорастворимые белки путем перемешивания фарша с водой в аппарате для встряхивания или дополнительного измельчения и перемешивания в микроизмельчителе тканей.

В первом случае комочки прогретого фарша необходимо размять стеклянной палочкой с резиновым наконечником. К каждому образцу фарша прилить по 30 мл дистиллированной воды, закрыть колбы резиновыми пробками и поставить в аппарат для встряхивания на 10 мин.

При использовании микроизмельчителя тканей РТ-2 (рис. 1) каждую пробу переносят 30 мл дистиллированной воды в сосуд 5. Микроизмельчитель имеет электродвигатель, смонтированный в корпусе 7. На валу электродвигателя крепится насадка 6 с режущим и перемешивающим ножами. На стойке прибора закреплен контейнер 3, в котором устанавливается сосуд. Контейнер крепится к стойке при помощи штифта 8. Переключатель 1 служит для изменения числа оборотов ножей. На стойке прибора установлен каплеуловитель 2.

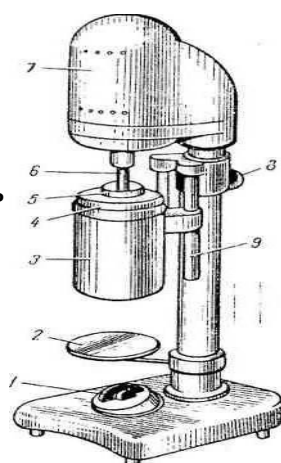


Рис. 1. Микроизмельчитель

Перед началом работы прибор включают в сеть, затем, оттянув штифт 8, снимают контейнер, двигая его вниз по направляющим 9. Сосуд имеет круглое дно: удобнее пользоваться сосудом, не вынимая его из контейнера, в котором он фиксируется зажимным кольцом 4.

После перенесения пробы фарша в сосуд контейнер по направляющим 9 следует поднять вверх и закрепить на стойке при помощи штифта 8. Прочность крепления контейнера проверяют, слегка оттягивая его вниз.

Переключатель поставить в положение / и измельчить фарш в течение 1 мин, а затем на 1 мин поставить переключатель в положение 2.

После измельчения и перемешивания все пробы оставить на 10 мин для осаждения взвешенных частиц, после чего вытяжки из мяса или рыбы профильтровать через складчатые бумажные фильтры в сухие конические колбы.

Сравнить количество белков, извлеченных из образцов фарша.

Для реакции осаждения в градуированные пробирки налить по 5 мл фильтрата, добавить по 2 мл 20%-ной сульфосалициловой кислоты, пробирки закрыть пробками, перемешать их содержимое и оставить на 20 мин. Отметить объемы выпавших осадков.

При *рефрактометрическом определении белка* в вытяжках, полученных из разных образцов фарша, исходят из того, что изменение коэффициентов преломления вытяжек обусловлено только белками. Из фарша в воду, кроме белков, извлекаются экстрактивные и минеральные вещества, количество которых при тепловой обработке почти не изменяется, белки же денатурируют и теряют способность растворяться.

На призму рефрактометра наносят 2—3 капли фильтрата и снимают показания. Замер проводят три раза и рассчитывают среднее арифметическое. Поправку на температуру можно не учитывать, так как в работе определяется сравнительное содержание растворимых белков.

Колориметрическое определение белков по биуретовой реакции производят, приливая к 5 мл каждого фильтрата по 5 мл 30%-ного раствора гидрата окиси натрия и 1 мл 3,1%-ного раствора серно-кислой меди. Содержимое пробирок осторожно перемешивают и отмечают интенсивность биуретовой реакции по результатам визуальных наблюдений или проводят колориметрирование на фотоэлектроколориметре.

Перед измерением оптической плотности растворов на фотоэлектроколориметре растворы сначала фильтруют через фильтр № 3 со стеклянной пластинкой. Бумажные фильтры поглощают растворы биуретовых комплексов. Профильтрованные растворы колориметрируют в кювете с расстоянием между рабочими гранями 10 мм с зеленым светофильтром против холостого раствора.

Мука. В три конические широкогорлые колбы вместимостью 100 мл отвесить на теххимических весах по 5 г муки. Одну пробу прогреть в сушильном шкафу при 120 °С в течение 20 мин, вторую — в течение такого же времени при 160 °С, а затем охладить на воздухе. Ко всем пробам — прогретой и непрогретой муки (третья колба) — прилить по 30 мл 4 %-ного раствора гидрата окиси натрия, закрыть колбы корковыми пробками и поставить в аппарат для встряхивания на 10 мин. Оставить растворы для оседания взвешенных частиц на 15 мин, а затем осторожно слить

декантацией растворы белков в сухие колбы или профильтровать их через фильтр № 3 с пористой пластинкой.

Сравнить количество белков, извлеченных из сырой и прогретой муки, по реакции с сульфосалициловой кислотой и рефрактометрическим методом, как описано выше для вытяжек, выделенных из фарша.

При колориметрическом определении к 10 мл фильтрата добавляют 1 мл 3,1 %-ного раствора серно-кислой меди и сравнивают интенсивность окраски биуретовых комплексов визуально или на фотоэлектроколориметре описанным ранее методом.

Результаты работы оформить в виде табл. 1.

Объект исследования	Количество белка после осаждения сульфосалициловой кислотой	Коэффициент преломления раствора	Интенсивность окраски биуретовых комплексов	Оптическая плотность раствора биуретовых комплексов
Раствор из сырого фарша				
Раствор из фарша прогретого:				
при 60°C				
при 90°C				
Раствор из сырой муки прогретой:				
при 120°C				
при 160°C				

По работе сделать выводы, отметив разницу в количестве белков, извлеченных из сырых и прогретых продуктов; объяснить причину уменьшения растворимости белков; указать, растворимость каких белков резко уменьшается при тепловой обработке; пояснить, почему вытяжки из мяса имеют разную окраску и какое влияние на качество готовых изделий оказывает уменьшение растворимости мышечных белков при тепловой обработке.

Работа 2

ВЫДЕЛЕНИЕ ЛЕТУЧИХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

При нагревании пищевых продуктов глобулярные белки свертываются вследствие тепловой денатурации. Если белки продолжать нагревать, то могут возникнуть вторичные явления, характеризующиеся отщеплением от белков некоторых летучих соединений, например сероводорода и фосфористого водорода.

Наличие сероводорода можно определить с помощью фильтровальной бумаги, смоченной щелочным раствором уксуснокислого свинца.

Фосфористый водород, или фосфин, может взаимодействовать с азотно-кислым серебром, образуя при этом окрашенные соединения - от желтого до красно-бурого цвета. Эта реакция положена в основу качественного определения фосфористого водорода.

Цель работы - продемонстрировать выделение сероводорода и фосфористого водорода вследствие постденатурационных изменений белков. Реактивы. Щелочной раствор уксусно-кислого свинца (реактив 4); 4 %-ный водный раствор азотно-кислого серебра (реактив 5).

Техника выполнения работы

В качестве образцов для исследования рекомендуются: половина белка или желтка куриного яйца, или четвертая часть смеси белка и желтка, либо навески по 10 г измельченного мяса или рыбы.

Определение проводят на приборе, схема которого изображена на рис. 2. В центрифужную пробирку диаметром около 3 см помещают сырой исследуемый продукт. На проволочный крючок, укрепленный в пробке, подвешивают за концы две полоски фильтровальной бумаги размером 1,0X2,5 см. На одну бумажку наносят каплю щелочного раствора уксуснокислого свинца, на другую—каплю азотно-кислого серебра и пробирку закрывают пробкой. Диаметр капли должен быть менее 1,0 см, чтобы были видны контуры окрашенного пятна.

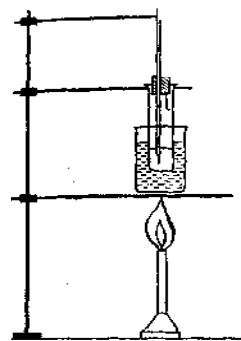


Рис. 2. Схема прибора для качественного определения летучих соединений

В стакан налить холодную воду. Опустить в нее пробирку с продуктом и закрепить на штативе так, чтобы часть ее, содержащая исследуемый продукт, была полностью погружена в воду, но не касалась дна стакана, Шарик термометра должен быть погружен в продукт. Нагревать воду следует так, чтобы повышение температуры исследуемого продукта составляло не более 4—5 °С в 1 мин. При нагревании белков куриного яйца заметить, при какой температуре начнет загустевать белок. Особое внимание обратить на температуру, при которой начнется окрашивание пятен от реактивов на

фильтровальных бумажках. Проследить и отметить, как усиливается окраска пятен по мере нагревания и температуру достижения максимума окраски.

Сделать выводы о влиянии тепловой кулинарной обработки на выделение из продуктов летучих соединений.

РАБОТА 5. Определение массовой доли белка

Среди азотистых веществ, входящих в состав пищевых продуктов. Важнейшая роль принадлежит белкам. 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 в организме выполняют структурную (построение тканей и клеточных компонентов) и функциональную (ферменты, гормоны, дыхательные пигменты и др.) роль.

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 сказывается на жизнедеятельности организма, вызывая перевозбудимость нервной системы, нарушение обменных процессов, перегрузку печени и почек.

В ежедневном рационе взрослого человека белки должны составлять около 14 % общей калорийности, сочетаясь в определенном соотношении с другими пищевыми веществами.

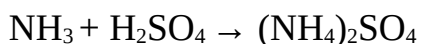
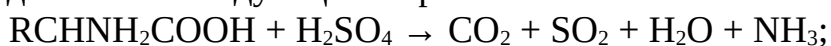
Известно, что растительные белки усваиваются организмом не полностью по сравнению с животными. Так, белки молока и яиц усваиваются на 96 %, белки рыбы и мяса – на 95 %, белки хлеба из муки пшеничной I и II сортов – на 85 %, белки картофеля, хлеба из обойной муки, бобовых – на 70 %. Учитывая, что растительные белки менее полноценны по составу незаменимых аминокислот, чем животные, потребление определенного количества животных белков в среднем должна составлять около 55 % общего количества белка в рационе.

Массовую долю белка в пищевых продуктах определяют по количеству общего азота методом Кьельдаля. С развитием фото- и спектрофотометрии были разработаны методы количественного определения белка, основанные на его способности давать окрашенные соединения с некоторыми реагентами. Среди них следует отметить метод Лоури, биуретовый метод. Находят применение также физико-химические методы, в основу которых положены специфические свойства белка: образование различной степени помутнения в зависимости от концентрации белка в растворе сульфосалициловой кислоты (нефелометрический метод), способность белка адсорбировать некоторые красители и другие свойства белка.

Все перечисленные методы могут быть отнесены к ускоренным. При относительно небольших затратах времени они характеризуются достаточно высокой точностью и простотой определения. В настоящем руководстве

изложены три метода количественного определения белка: биуретовый, нефелометрический и Лоури.

Определение массовой доли белка методом Кьельдаля. Метод основан на минерализации навески продукта при нагревании с концентрированной серной кислотой в присутствии катализаторов. При этом углерод и водород органических соединений окисляются до диоксида углерода и воды, азот, освобождаемый в виде аммиака, соединяется в колбе с серной кислотой, образуя сульфат аммония. Схематично происходящие реакции могут быть представлены следующим образом:



На последующей стадии дистилляции раствор сульфата аммония обрабатывают концентрированным раствором гидроксида натрия, при этом аммиак освобождается и улавливается титрованным раствором серной кислоты. Избыток серной кислоты оттитровывают раствором гидроксида натрия. Метод Кьельдаля применяют в нескольких модификациях, отличающихся в основном условиями минерализации. Для ускорения процесса вводят различные катализаторы: оксид меди, селен, свинец и другие, повышают температуру кипения серной кислоты добавлением солей, сульфата калия или натрия, сочетают добавление катализатора и солей при сжигании навески. Методом Кьельдаля в любой модификации определяется количество общего азота. Массовая доля белка вычисляется умножением полученной величины общего азота на переводной коэффициент 6,25, исходя из того, что в белках в среднем содержится 16% азота. Условность полученных результатов при таком пересчете очевидна, так как не весь азот пищевого продукта находится в форме белка и, кроме того, процентное содержание азота в белках подвержено колебаниям как в сторону повышения, так и в сторону понижения от 16%. В некоторых продуктах азотистые вещества небелкового характера достигают значительных количеств (мышечная ткань рыбы— 15%, мясо животных – 10 - 16% от общего количества азотистых веществ).

Следовательно, для получения более точных результатов необходимо либо при пересчете общего азота на белок использовать различные коэффициенты в зависимости от процентного содержания азота в белках отдельных продуктов: мясо и овощи — 6,25; пшеница, рожь, горох и др. —5,7; гречиха, рис —6,0; молоко— 6,37 и т. д., либо белковый азот определять отдельно специальными методами.

Определение массовой доли белка биуретовым методом. Специфической реакцией на содержанке белка является биуретовая реакция, так как ее дают полипептидные связи. Она получила свое название от производного мочевины — биурета, который образует в щелочном растворе медного купороса окрашенное комплексное соединение. Интенсивность окрашивания пропорционально содержанию пептидных связей, а следовательно, и концентрации белка в растворе.



Рис. 6. Калибровочная кривая для определения массовой доли белка биуретовым методом



Рис. 7. Калибровочная кривая для определения массовой доли белка нефелометрическим методом

Биуретовую реакцию дают все белки, пептоны и полипептиды, начиная с тетрапептидов. Эта реакция длительное время использовалась как качественная реакция на белок. В дальнейшем она стала применяться для количественного

определения белка в различных объектах. Биуретовый метод применяют в различных модификациях, различающихся условиями экстрагирования белка, способами внесения биуретового реактива в технику колориметрирования.

Ниже приводится биуретовый метод определения массовой доли белка в муке в модификации Дженнинга, экспериментальных условиях (от 8 до 20 %). Интервал в содержании белка образцов должен находиться в пределах не более 1 %. Количество образцов не должно быть менее 10. С увеличением их числа точность определений возрастает.

Затем приведенным выше методом Дженнинга определяют оптическую плотность белковых вытяжек всех образцов.

При построении кривой на оси абсцисс откладывают величины оптической плотности, а на оси ординат – содержание белка в навеске в мг.

Определение массовой доли белка нефелометрическим методом. Метод основан на измерении интенсивности светового потока, рассеянного твердыми или коллоидными частицами, находящимися в растворе во взвешенном состоянии. По интенсивности светорассеяния, определяемой нефелометром, судят о концентрации исследуемого вещества.

В настоящее время находят применение фотоэлектрические нефелометры.

Растворы высокомолекулярных соединений, например растворы белков, способны при определенных условиях в присутствии некоторых химических реагентов опалесцировать. Одним из таких реагентов является сульфосалициловая кислота. Концентрация белка в этом случае может определена по интенсивности опалесценции.

Продукты гидролиза белка – пептоны, аминокислоты и другие азотсодержащие вещества – неопалесцируют.

Экспериментальной проверкой установлено, что нефелометрический метод с использованием сульфосалициловой кислоты отличается быстротой, высокой точностью, простотой и хорошей корреляцией с методом Кьельдаля.

Техника определения – около 0,5 г исследуемой муки: взвешивают с погрешностью $\pm 0,001$ и помещают в коническую колбу вместимостью 250–300 см³, снабженную пробкой. В колбу добавляют из бюретки 50 см³ 0,05 н. раствора гидроксида натрия. Закрытую пробкой колбу встряхивают на механическом встряхивателе в течение 15 мин. Затем вытяжку центрифугируют 10 мин при частоте вращения 6000 мин⁻¹. 5 см³ прозрачного

центрифугата пипеткой переносят в мерную колбу на 50 см³ и содержимое колбы доводят до метки сульфосалициловой кислотой.

При нефелометрическом анализе получения правильных результатов в значительной мере зависит от методики получения суспензии, в частности от порядка смешивания растворов, скорости смешивания. Поэтому после добавления сульфосалициловой кислоты колбу быстро переворачивают 2-3 раза (не более), раствор наливают в кювету с толщиной слоя 5 мм и измеряют величину оптической плотности раствора при длине волны 550 нм. Замеры следует производить сразу после добавления кислоты, так как частицы белка быстро агрегируют.

Массовую долю белка определяют по калибровочной кривой (рис. 7). Построение ее ведут так же, как и при биуретовом методе.

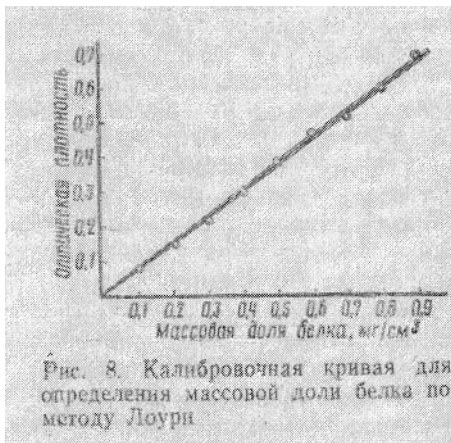
Запись в лабораторном журнале аналогична записи, данной к биуретовому методу. По полученным данным делают заключение.

Определение массовой доли белка методом Лоури. Метод Лоури основан на реакции реактива Фолина с фенольными радикалами некоторых аминокислот, входящих в состав белков, в результате которой образуется соединение, придающее синюю окраску раствору белка. Интенсивность окрашивания зависит от массовой доли белка в исследуемом объекте. Метод обладает высокой чувствительностью и позволяет определять содержание белка при концентрации его в растворе от 10 до 100 мкг.

Необходимые реактивы — стандартный, реактив Фолина: 100 г вольфрамата натрия и 25 г молибдата натрия вносят в круглодонную колбу вместимостью 2 дм³ с шлифованным обратным холодильником, добавляют 700 см³ дистиллированной воды, 50 см³ 85% -ного раствора ортофосфорной кислоты плотностью 1,869 г/см³ и 100 см³ концентрированной соляной кислоты; смесь кипятят на слабом огне на асбестовой сетке в течение 10 ч (можно с перерывом), охлаждают, переносят в коническую колбу Эрленмейера, стенки колбы и холодильник ополаскивают 50 см³ воды, затем туда же добавляют 150 г сульфата лития и 5 капель брома. Открытую колбу нагревают и кипятят под тягой на слабом огне 15—20 мин для удаления паров брома (раствор должен иметь желтую окраску. Если раствор зеленый, то обработку бромом повторяют). После охлаждения раствор доводят дистиллированной водой до 1 дм³ и фильтруют через трубку Аллина, заполненную стеклянной ватой. Концентрацию кислоты проверяют титрованием разбавленного в десять раз реактива Фолина 0,1 н. раствором NaOH по фенолфталеину. Приготовленный раствор хранят в склянке из темного стекла. Рабочий раствор Фолина готовят разведением основного раствора дистиллированной воды в 2 раза.

Смешанный реактив: 2 %-ный раствор Na₂CO₃ в 0,1 н. растворе гидроксида натрия и 0,5 %-ный раствор CuSO₄·5H₂O в 1 %-ном растворе тартрата калия — натрия смешивают в соотношении объемов 50:1 в день проведения анализа (раствор годен в течении дня).

Подготовка проб для продуктов с высокой массовой долей белка и малым содержанием влаги — из средней пробы материала (крупы) отбирают навеску



массой около 10 г и измельчают на лабораторной мельнице в течение 3 мин. Из полученного продукта взвешивают навеску массой 1,5 – 5 г (мука пшеничная – 2 г, рисовая мука – 5 г) с погрешностью $\pm 0,01$ г в зависимости от содержания водорастворимого белка и помещают в коническую колбу вместимостью 250-300 см³ снабженную пробкой. В колбу добавляют пипеткой 100 см³ дистиллированной воды, смесь хорошо перемешивают и встряхивают на механическом

встряхивателе в течение 7-10 мин при частоте вращения 4-5 тыс. мин⁻¹. Водный экстракт белков осторожно сливают с осадка в пробирку и используют для анализа.

Подготовка проб для продуктов с малой массовой долей белка и высоким содержанием влаги – вымытые, подсушенные от воды сочные клубни или плоды нарезают, выделяя в виде сегмента $\frac{1}{4}$ часть, натирают на терке и хорошо перемешивают. Из полученной каши взвешивают навеску массой 2,5-5 г с погрешностью $\pm 0,01$ (картофель 2,5 г), помещают в фарфоровую ступку, добавляют небольшое количество кварцевого песка и тщательно растирают в течение 3 мин. Растертую массу количественно переносят в коническую колбу вместимостью 250-300 см³ с помощью 100 см³ дистиллированной воды и встряхивают на механическом встряхивателе в течение 20 мин. Затем суспензию центрифугируют в течение 10-15 мин при 6000 мин⁻¹, прозрачный центрифугат сливают в пробирку и используют для анализа.

Техника определения – в пробирку отмеривают пипетками 0,5 см³ белковой вытяжки, содержащей 50-500 мкг белка и 2,5 см³ смешанного реактива, перемешивают и через 10 мин добавляют к ней 0,25 см³ рабочего раствора Фолина.

После 30 мин выдержки, необходимой для развития окраски, раствор переливают в кювету с толщиной слоя раствора 5 мм, определяют величину оптической плотности на фотоэлектроколориметре при длине волны 580 нм – содержание белка 50-500 мкг в 1 см³ или на спектрофотометре при длине волны 750 нм – содержание белка 10-15 мкг в см³. По величине оптической плотности белковой вытяжки определяют массовую долю белка с помощью калибровочной кривой (рис. 8). Результат выражают в процентах на сухие вещества.

Построение калибровочной кривой – для построения калибровочной кривой применяют белок, близкий по своей природе к исследуемому белку, приготавливая несколько растворов с точно известной массовой долей белка. Для этого в 100 см³ дистиллированной воды растворяют 100 мг взвешенного с погрешностью $\pm 0,0001$ г чистого кристаллического альбумина. В 1 см³ раствора содержится 1 мг белка. В 9 пробирок с меткой на 10 см³ отмеривают

в возрастающих количествах приготовленный раствор белка; в первую – 1 см³, во вторую – 2 см³ и так далее до 9 см³. Объем в пробирках доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. Оптическую плотность полученных растворов белка определяют так, как это описано приведенным выше методом Лоури. При построении калибровочной кривой на оси абсцисс откладывают содержание белка в растворе (в мг/см³), на оси ординат – величину оптической плотности.

Запись в лабораторном журнале

Масса продукта (муки, крупы и т, д.) (m)	г
Значение оптической плотности (D)	
Содержание белка, найденное по калибровочной кривой (A)	мг/см ³
Содержание белка в навеске продукта ($M_1 = A \cdot 100/1000$)	г
Массовая доля белка в продукте ($M_1 = M_1 \cdot 100/m$)	%
Массовая доля вдет .в продукте.	%
Массовая доля белка в пересчете на сухие вещества.	%
Заключение	

Контрольные вопросы

1. Каково значение белков для организма человека?
2. Каков принцип определения белка по методу Кьельдаля и каковы его Достоинства и недостатки?
3. В чем заключается принцип биуретового метода определения белка?
4. В чем заключается принцип нефелометрического метода определения белка?
5. Каков принцип определения белка по методу Лоури?
6. Каковы недостатки и преимущества метода Лоури по сравнению с другими ускоренными методами.

РАБОТА 6. ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ ДОЛИ ЖИРА

Жиры представляют собой основную группу органических соединений, выделенных в класс липидов. Помимо жиров, к липидам относятся жироподобные вещества – воски, стероиды, фосфолипиды и др., объединенные под общим названием липоидов. Липиды чрезвычайно широко распространены в природе. Они участвуют в построении клеточных структур животных и растительных тканей, в биохимических процессах, протекающих на клеточном уровне. Липиды легко образуют многочисленные комплексы с белками, углеводами и другими органическими соединениями, которые выполняют важные физиологические функции — обеспечивают окислительно-восстановительные процессы на клеточном уровне, принимают участие в биосинтезе белков, обеспечивают одностороннюю проницаемость

и перенос веществ через клеточные мембраны, принимают участие в высшей нервной деятельности и т.д.

Жиры являются самыми распространенными соединениями класса липидов. По химическому строению — это триглицериды - сложные эфиры высших жирных кислот и спирта — глицерина. В состав природных триглицеридов в различных сочетаниях входят десятки органических кислот, отличающиеся числом углеродных атомов в молекуле, наличием или отсутствием двойных связей, содержанием оксигрупп в углеродном радикале и т. д., что и определяет многообразие природных жиров.

В больших количествах в состав жиров входят олеиновая и пальмитиновая кислоты, за что их называют главными жирными кислотами.

Жиры животного и растительного происхождения существенно отличаются.

Животные жиры более богаты по набору высших жирных кислот, в их состав входят кислоты с числом углеродных атомов от 20 до 24, причем преобладают насыщенные жирные кислоты.

В составе растительных жиров преобладают ненасыщенные жирные кислоты - олеиновая, линолевая, линоленовая, а из предельных в значительных количествах содержится лишь пальмитиновая кислота.

Характер входящих в состав жира высших жирных кислот и определяет его физические свойства. Если в составе триглицерида преобладают насыщенные жирные кислоты с высокой температурой плавления, то и триглицерид - твердый (бараний жир, говяжий жир и др.) если же в его составе в основном ненасыщенные жирные кислоты — при обычных условиях это жир жидкий (растительные масла).

Жиры, окисляясь в организме, обеспечивают его энергией; при распаде 1 г жира до диоксида углерода и воды выделяется $38,9 \cdot 10^3 - 40,0 \cdot 10^3$ Дж, тогда как при распаде 1 г углеводов или белков всего $17,1 \cdot 10^3$ Дж.

За счет энергетической ценности жиров, входящих в состав пищевого рациона, организм человека покрывает до 30% расходуемой энергии.

Пищевая ценность жиров определяется их составом, усвояемостью и наличием, в них так называемой нежировой фракции — жирорастворимых витаминов, фосфатидов, стероидов и др.

Общим свойством липидов является их нерастворимость в воде, но хорошая растворимость в органических растворителях — бензоле, бензине, петролейном эфире, серном эфире, ацетоне, хлороформе, сероуглероде, метиловом и этиловом спирте и т. д. На этом свойстве и основаны почти все методы количественного определения жира. В качестве растворителя чаще всего употребляют этиловый (серный) или петролейный эфиры. При экстрагировании эфиром, помимо жиров, одновременно из навески продукта извлекается все, что растворяется в эфире. Из жироподобных веществ извлекаются воски, стероиды, свободные жирные кислоты и др. Если же эфир недостаточно чист и содержит примеси спирта, ацетона, влаги, то в него

могут переходить вещества, не относящиеся к классу липидов — смолы, спирты, красящие вещества сахара, альдегиды, кетоны. Если в навеске продукта содержались эфирные масла, они тоже перейдут в вытяжку.

Вещества, извлекаемые с помощью растворителя из навески продукта, условно называют сырой жир. Так как состав сырого жира в значительной степени зависит от, чистоты растворителя, перед использованием растворитель очищают от воды и спирта, а испытуемый материал обрабатывают холодной водой для удаления сахаров и затем высушивают.

Существует четыре группы методов количественного определения сырого жира.

К первой группе относятся методы, которые позволяют практически полностью навлекать жир из навески путем многократного его экстрагирования растворителем в специальном аппарате. Из полученной вытяжки отгоняют растворитель, а остаток высушивают и взвешивают (метод Сокслета).

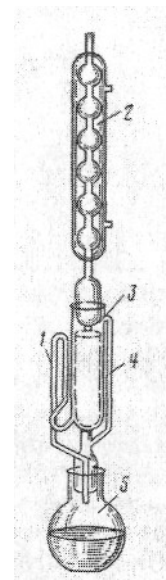
Вторая группа методов предусматривает извлечение жира из навески испытуемого вещества путем настаивания с растворителем в колбе с притертой пробкой в течение определенного времени. Раствор фильтруют, растворитель отгоняют, остаток высушивают и взвешивают.

В третьей группе методов навеску продукта обрабатывают через повторную экстракцию растворителем до полного удаления жира из нее. Обезжиренный остаток испытуемого вещества высушивают, взвешивают и по разнице массы до и после экстракции находят содержание жира в продукте (метод Рушковского).

В четвертой группе методов навеску продукта обрабатывают растворителем с высоким коэффициентом преломления (бром-нафталин- α и др.) для извлечения из нее жира. Смесь фильтруют, фильтрат наносят на призму рефрактометра и определяют коэффициент преломления раствора жира в растворителе. Зная коэффициент преломления чистого растворителя, рассчитывают содержание жира в продукте (рефрактометрические методы определения жира).

Из методов первой группы широкое применение лабораторной практике имеет метод Сокслета.

В



Определение массовой доли сырого жира методом Сокслета. Извлекают сырой жир из навески испытуемого вещества в аппарате Сокслета, обеспечивающем непрерывность экстрагирования. При массовых определениях жира несколько приборов соединяют в одну батарею.

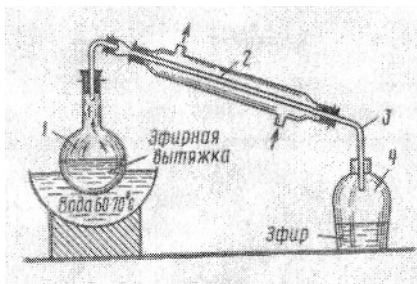
Аппарат (рис.9) состоит из трех частей: экстрактора, приемной колбы и обратного холодильника. Все части прибора плотно с помощью шлифа присоединяются один к другому.

Экстрактор представляет собой цилиндрический сосуд, снабженный двумя боковыми трубками: более широкая 4 служит для отвода паров растворителя в холодильник, более тонкая 1 является сифоном, отводящий эфирную вытяжку в колбу.

Техника определения - навеску хорошо измельченного вещества берут в количестве от 3 до 10 г с погрешностью до 0,0002 г в зависимости от предполагаемого содержания жира в продукте (для муки 10 г) и помещают в бумажный патрон, изготовленный из плотной фильтровальной бумаги. Диаметр патрона должен быть несколько меньше внутреннего диаметра экстрактора, а по высоте он должен размещаться чуть ниже верхнего изгиба сифонной трубки. На дно патрона перед помещением в него вещества кладут небольшое количество сухой обезжиренной ваты и после его взвешивания с веществом навеску прикрывают такой же ватой. Для того чтобы не допустить извлечения водорастворимых веществ водой, содержащейся в самом материале, рекомендуется проводить высушивание патрона с навеской в вакуум-эксикаторе при комнатной температуре или в течение 3 ч при температуре 100-105°C в атмосфере инертного газа или в вакууме, чтобы исключить окисление жира.

Сухую и чистую приемную колбу 5 взвешивают с погрешностью до 0,0002 г, наливают в нее этиловый эфир (от 2/3 до 3/4 ее вместимости с тем, чтобы количество эфира в 1,5—2 раза превышало рабочий объем экстрактора). Патрон с навеской помещают в экстрактор, собирают весь прибор, пускают в холодильник воду и подогревают колбу с эфиром, на водяной бане и электрической песочной плите. Кипение должно быть

Рис. 10. Прибор для отгонки эфира:
1 — колба; 2 — прямой холодильник; 3 — форштосс; 4 — приемник



равномерным, так чтобы за 1 ч происходило 10-15 сливаний эфира. Пары кипящего эфира проходят по широкой трубке экстрактора в холодильник, конденсируются, и эфир стекает в патрон с навеской исследуемого продукта. Экстрактор постепенно наполняется эфиром, извлекающим жир из навески. Когда уровень эфира в экстракторе поднимется выше верхнего колена сифонной трубки, эфир с растворенным в нем жиром через сифон стечет в колбу. Вновь нагреваясь в колбе, эфир превращается в пар и поднимается в холодильник, а жир остается в колбе. Таким образом, одним и тем же небольшим количеством растворителя путем многократной экстракции можно перевести в приемную колбу весь жир, содержащийся в навеске.

Полнота извлечения жира, определяется количеством сливаний эфирной вытяжки в течение 1 ч. При 10-15 сливаниях в час полная экстракция жира из вещества заканчивается через 4-5 ч. По окончании процесса экстрагирования прекращают нагревание колбы, дают ей остыть, отключают воду и отнимают холодильник. Затем, наклонив экстрактор, сливают в приемную колбу через сифонную трубку оставшийся в нем эфир и отделяют колбу от экстрактора. Если вытяжка получилась мутной, ее фильтруют в колбу, предварительно доведенную до постоянной массы. Остатки из колбы смывают небольшими новыми порциями эфира и отфильтровывают их через тот же фильтр, стараясь тщательно его промыть.

Приор для отгонки эфира показан на рис. 10. Колбу 1 с раствором присоединяют к прямому холодильнику 2. Для уменьшения испарения эфира просветы в горлышке колбы 1 закрывают ватой. Форштосс л опускают в приемник 4 свободно, без пробирки и ведут отгонку.

Окончательно удаляют эфир и высушивают сырой жир в сушильном шкафу, в термостате или вакуум-термостате при температуре 100-105⁰ С в атмосфере инертного газа до получения постоянной массы. Зная массу сырого жира и навеску, из которой он получен, вычисляют массовую долю сырого жира в исследуемом продукте.

Запись в лабораторном журнале

<i>Масса колбы с жиром после высушивания</i>	<i>г</i>
<i>Масса пустой колбы</i>	<i>г</i>
<i>Масса сырого жира в 10 г муки</i>	<i>г</i>
<i>Массовая доля жира в муке</i>	<i>%</i>
<i>Массовая доля влаги в муке</i>	<i>%</i>
<i>Массовая доля сухих веществ в муке</i>	<i>%</i>
<i>Массовая доля жира в пересчете на сухие вещества муки</i>	<i>%</i>
<i>Заключение</i>	

Определение массовой доли жира экстракционным методом с гидролизом навески. Арбитражным методом определения массовой доли жира в хлебобулочных изделиях (ГОСТ 5668—68) является метод, основанный на извлечении жира растворителем из предварительно гидролизованной навески изделия и определении массовой доли жира взвешиванием после удаления растворителя из определенного количества полученного раствора.

Техника определения - навеску продукта 10 г (при содержании жира в изделии более 10% навеска, может быть уменьшена до 5 г), взвешенную с погрешностью до 0,01 г. помещают в плоскодонную колбу вместимостью примерно 300 см³, приливают 100 см³ 1,5%-ного раствора соляной кислоты (или 100 см³ 5 %-ного раствора серной кислоты), кипятят в колбе обратным холодильником на слабом огне 30 мин. Затем колбу охлаждают водой до комнатной температуры, приливают 50 см³ хлороформа, плотно закрывают хорошо пригнанной пробкой, энергично взбалтывают в течение 15 мин, далее ее содержимое выливают в центрифужные пробирки и центрифугируют 2—3 мин. В пробирке образуется три слоя. Верхний (водный) слой удаляют пипеткой, снабженной резиновой грушей, отбирают хлороформенный раствор жира и фильтруют его в сухую колбу через небольшой ватный тампон, вложенный в узкую часть воронки, причем кончик пипетки при этом должен касаться ваты. 20 см³ фильтрата переливают в предварительно доведенную до постоянной массы и навешенную с погрешностью до 0,0002 г колбу вместимостью примерно 100 см³.

Отбор и фильтрация должны проводиться в течение 2 мин. Хлороформ из колбы отгоняют на бане, пользуясь холодильником,

Оставшийся жир сушат в колбе до постоянной массы (обычно 1-1,5 ч.) при температуре 100-105 °С, охлаждают в эксикаторе 20 мин и взвешивают с той же погрешностью. Массовую долю жира в продукте рассчитывают по формуле:

$$X = 100 \cdot 100 \cdot \frac{50(m_1 - m_2)}{20m(100 - W)}$$

где X - массовая доля жира в пересчете на сухие вещества, %; 50-количество растворителя, взятое для извлечения жира, см³; m₁-масса колбы с высушенным жиром, г; m₂- масса пустой колбы, г; 20-количество фильтрата, взятое для определения жира, см³; m-масса продукта, г; W-массовая доля влаги в продукте. %.

Запись в лабораторном журнале

Масса колбы с высушенным жиром (m ₁)	г
Масса пустой колбы (m ₂)	г

Масса продукта (<i>m</i>)	г
Массовая доля влаги в продукте, определяемая высушиванием до постоянной массы (<i>W</i>)	%
Массовая доля жира в пересчете на сухие вещества (<i>X</i>)	%
Заключение	

Контрольные вопросы

1. Чем определяется многообразие жиров в природе и каковы их свойства?
2. На чем основаны методы определения жира?
3. Как устроен аппарат Сокслета?
4. Какие вещества применяются для экстрагирования жира из навески продукта?
Что входит в понятие сырой жир?

Работа 4

ВЛИЯНИЕ pH СРЕДЫ, ТЕМПЕРАТУРЫ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ТЕПЛОВОЙ КУЛИНАРНОЙ ОБРАБОТКИ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ТКАНЕЙ ОВОЩЕЙ

В процессе тепловой кулинарной обработки происходит размягчение растительных продуктов вследствие деструкции клеточных стенок и ослабления связи между клетками. О степени размягчения продуктов можно судить по изменению механической прочности их тканей, которую определяют с помощью различных приборов при испытании специально подготовленных образцов на резание, разрыв, сжатие, прокол и др.

Механическая прочность тканей растительных продуктов в процессе тепловой кулинарной обработки снижается: прочность тканей кулинарно готовых продуктов в 10 - 30 раз меньше, чем сырых. Мякоть овощей и плодов после тепловой кулинарной обработки легче разрезается, разжевывается и протирается.

Для определения механической прочности тканей овощей и плодов часто используют пенетрометры - приборы для измерения вязкости и степени мягкости некоторых материалов.

Принцип действия пенетрометров основан на том, что относительно вязкие материалы при вдавливании в них конусообразного стержня или иглы оказывают сопротивление проникновению последних. Вследствие этого глубина проникновения конуса или иглы в материалы с различными структурно-механическими свойствами за один и тот же период времени оказывается неодинаковой.

Глубину проникновения конуса или иглы в материалы характеризуют степенью пенетрации. Степень пенетрации - это расстояние, на которое конус при нагрузке в 150 г или игла при нагрузке в 100 г проникает в испытуемый материал перпендикулярно поверхности образца при 20 – 25 °С в течение 5 с. Степень пенетрации выражают в единицах пенетрации, которые

регистрируются прибором автоматически. Чем мягче материал, тем выше показания прибора.

По степени пенетрации можно сделать выводы о твердости и консистенции испытуемого материала.

Степень размягчения тканей овощей и плодов в процессе тепловой кулинарной обработки зависит не только от свойств продукта, но и от некоторых технологических факторов - рН среды, температуры и продолжительности нагревания.

Влияние рН среды на степень размягчения овощей и плодов связывают с изменениями протопектина. Ионы водорода, присутствующие в варочной среде, оказывают двойное действие на протопектин. С одной стороны, ионы H^+ могут подавлять диссоциацию полигалактуроновых кислот, содержащихся в протопектине, что приводит к уменьшению его растворимости и замедлению деструкции клеточных стенок другой стороны, накопление ионов H^+ в количестве, достаточном для прохождения кислотного гидролиза протопектина, может привести к ускорению деструкции клеточных стенок. Таким образом, степень размягчения овощей и плодов при тепловой кулинарной обработке в средах с различным значением рН зависит от того, какой процесс превалирует - снижение степени диссоциации полигалактуроновых кислот или гидролиз протопектина.

В присутствии слабых кислот (рН = 4,3... 6,2) скорость снижения механической прочности тканей овощей и плодов в процессе тепловой кулинарной обработки уменьшается и консистенция их мякоти длительное время остается относительно твердой. Этим объясняется замедление процессов варки, припускания или тушения многих овощей, наблюдаемое при добавлении в варочную среду уксусной, молочной лимонной кислот, применяемых в кулинарной практике. В более кислых средах (рН \leq 4) овощи и плоды в процессе тепловой кулинарной обработки размягчаются быстрее (например в присутствии щавелевой кислоты).

Повышение температуры и увеличение длительности нагревания растительных продуктов приводят к увеличению степени размягчения их тканей.

Цель работы - изучение влияния рН среды, температуры, длительности нагревания овощей на степень изменения механической прочности их тканей в процессе варки.

Объекты исследования - картофель и свекла.

Приборы и посуда. Пенетромтр; четыре химических стакана вместимостью 250 мл и один вместимостью 500 мл; термометр на 100° С; две водяные бани; фарфоровые чашки или чашки Петри (4 шт.); пипетки: одна на 10 мл, другая - на 1 мл; три колбы мерные вместимость» 200 мл; нож столовый.

Реактивы. 3%-ный раствор уксусной кислоты (реактив 14); 1%-ный раствор щавелевой кислоты (реактив 15); универсальная индикаторная бумага.

Техника выполнения работы

Вариант 1. Изучение влияния рН среды при варке картофеля или свеклы на степень изменения механической прочности их тканей.

Крупный очищенный клубень картофеля или средних размеров корень свеклы разрезать на четыре симметричные части. Из каждой части вырезать по одному ломтику толщиной 30 мм. Ломтики картофеля поместить в стакан с холодной водой.

Приготовить растворы уксусной и щавелевой кислот для варки овощей. Взять с помощью пипеток 10 мл 3 %-ного раствора уксусной кислоты, 10 и 1 мл 1 %-ного раствора щавелевой кислоты, перенести их в три соответствующие мерные колбы вместимостью 200 мл, довести до метки дистиллированной водой и перемешать.

Содержимое колб перенести в химические стаканы вместимостью 250 мл и с помощью универсальной индикаторной бумаги определить рН растворов.

Стаканы с растворами нагреть до кипения, после чего поместить в каждый из них по одному образцу. Для контроля еще в одном стакане вскипятить дистиллированную воду и поместить в нее оставшийся образец. Все образцы поставить варить: из картофеля - в течение 20 мин, из свеклы - 40 мин. Начало варки считать с момента вторичного закипания жидкости.

По окончании варки образцы вынуть из растворов, поместить по одному в четыре фарфоровые чашки или чашки Петри и охладить до комнатной температуры.

лик пенетрометра, подвести верхнюю поверхность образца к острию конусообразной насадки, включить прибор и после пенетрирования записать показания прибора. Пенетрировать образец следует в нескольких точках, отстоящих друг от друга и от края образца не менее чем на 1 см. Из нескольких полученных показателей рассчитать среднее значение степени пенетрации.

Результаты наблюдений свести в табл. 1.

Таблица 1

Растворы кислот	Концентрация, %	рН	Механическая прочность образцов, ед. пенетрации	
			картофель	свекла
Контроль (дистиллированная вода)				
Уксусной				
Щавелевой				
1-й вариант				
2-й вариант				

Сделать выводы о влиянии рН варочной среды на степень изменения механической прочности тканей овощей.

Вариант 2. Изучение влияния температуры варочной среды на степень изменения механической прочности тканей картофеля или свеклы в процессе их варки. Образцы картофеля или свеклы готовят и пенетрируют, как указано в варианте 1.

Определить механическую прочность одного какого-либо образца из сырых овощей (контроль).

В стакане вместимостью 250 мл вскипятить воду и положить в него второй образец для варки в кипящей воде (около 100 °С). Образец картофеля варить 20 мин, образец свеклы — 40 мин.

Подготовить две водяные бани с температурой воды 90 и 70 °С. В двух стаканах вместимостью 250 мл нагреть воду, в одном до температуры 80 °С, в другом —60 °С, положить в них по одному из оставшихся образцов и поставить нагревать на водяные бани с соответствующей температурой. Для контролирования температуры прикрепить к штативу термометр и опустить в стакан с жидкостью так, чтобы конец его не касался дна стакана. Продолжительность нагревания образцов на водяной бане должна быть такой же, как и при варке их в кипящей воде.

После варки образцы вынуть из воды, перенести в фарфоровые чашки или чашки Петри, охладить до комнатной температуры и пропенетрировать. Полученные результаты свести в табл. 2

Таблица 2

Температура нагревания, °С	Механическая прочность образцов ед.пенетрации	
	картофель	свекла
Контроль:		
60		
80		
100		

Составить график зависимости механической прочности тканей овощей (по степени пенетрации) от температуры нагревания.

Рассчитать скорость снижения механической прочности тканей овощей в процессе варки при различных температурах.

$$X = \frac{A - B}{\tau},$$

где X - скорость снижения механической прочности тканей овощей, ед. пенетрации/ч; А - степень пенетрации образцов в конце варки, ед. пенетрации; В - степень пенетрации образцов в начале варки, ед. пенетрации; τ - время нагревания, ч.

Сделать выводы о влиянии температуры нагревания овощей на степень изменения механической прочности их тканей в процессе варки.

Вариант 3. Изучение влияния продолжительности нагревания овощей на степень изменения механической прочности их тканей в процессе варки.

Подготовить образцы из картофеля или свеклы в виде кубиков с ребром 30 мм. Клубни картофеля или корни свеклы разрезать поперек оси роста па

пластины толщиной 30 мм, которые в свою очередь разрезать па брусочки с поперечным сечением 30*30 мм, а затем на кубики. Количество образцов должно быть не менее 10. Образцы из картофеля поместить в стакан вместимостью 500 мл, наполненный холодной водой, Из свеклы -в стакан без воды.

Определить механическую прочность двух образцов из сырого картофеля или свеклы. Из двух параллельных определений рассчитать среднее значение степени пенетрации.

Вскипятить воду. Слить холодную воду с оставшихся образцов картофеля и залить их кипящей водой так, чтобы вода покрывала продукт. Образцы свеклы также залить кипящей водой. На стакане сделать отметку уровня воды. При выкипании жидкости в процессе варки образцов необходимо добавлять в стакан горячую воду, доводя уровень ее до первоначального.

Спустя 5 мин для картофеля или 10 мин для свеклы после закипания жидкости вынуть из стакана два образца и перенести их в фарфоровые чашки или чашки Петри. Через такие же промежутки времени отобрать еще два образца и т. д. через каждые 5 мин (картофель) или 10 мин (свекла). Образцы охладить до комнатной температуры, пропенетрировать и записать показания прибора. Из каждых двух параллельных определении рассчитать среднее значение.

Полученные результаты свести в табл. 3.

ТАБЛИЦА 3

Продолжительность нагревания, мин	Механическая прочность образцов, ед. пенетрации	
	картофель	свекла
0		
5		
10		
И т. д.		

По данным таблицы составить графики зависимости механической прочности тканей овощей (по степени пенетрации) от продолжительности нагревания.

Сделать выводы о влиянии продолжительности варки овощей на степень изменения механической прочности их тканей.

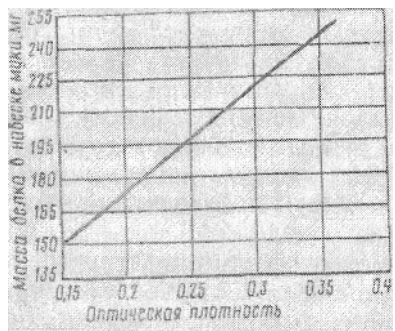


Рис. 6. Калибровочная кривая для определения массовой доли белка биуретовым методом