

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»**

**Кафедра технологии, машин и оборудования
пищевых производств**

**Методические указания
по изучению дисциплины
«Общие принципы обработки пищевого сырья»
для бакалавров очной и заочной форм обучения
по направлению подготовки 19.03.02 «Продукты питания из
растительного сырья», профиль подготовки
«Технология бродильных производств и виноделие»**

Майкоп – 2019

УДК 664.002.33(07)

ББК 36.8

М 54

Печатается по решению научно-технического совета технологического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»

Составители: старший преподаватель **Коблева М. М.**

канд. техн. наук **Гишева С. А.**

Рецензенты: профессор, д-р техн. наук, доцент **Сиюхов Х. Р.**

кандидат технических наук **Блягоз А. Р.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ» ДЛЯ БАКАЛАВРОВ ОЧНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 19.03.02 «ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ» - Майкоп, 2019 г. – 40 с.

Методические указания по изучению дисциплины «Общие принципы обработки пищевого сырья» для бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья», профиль подготовки «Технология бродильных производств и виноделие».

Методические указания ориентированы на изучение принципов обработки сырья, включают лабораторный практикум, методические указания к практическим работам, контрольные задания.

Введение

Изучение дисциплины предполагает, рассмотрение основных понятий и создание системы знаний об общих принципах обработки сырья на современном этапе.

Изложение материала должно строиться по следующему принципу: следует освещать физику явления, сущность процесса обработки продукта, основанного на данном явлении.

На занятиях следует широко использовать наглядные пособия и технические средства обучения (ТСО) (чертежи, схемы, плакаты, модели машин, механизмов и аппаратов, макеты, действующее оборудование, учебные кинофильмы, кинофрагменты, видеофильм, диапозитивы и т.п.).

С целью усиления контроля знаний учащихся возможно использование для этого специальных технических средств.

В рабочие программы могут быть внесены коррективы по видам занятий, по конкретному числу часов, отводимому на изучение каждой темы и т.д.

I. Содержание дисциплины

1. Введение в дисциплину. Общие положения. Основные определения.
2. Факторы, влияющие на сохранность продуктов.
3. Технологические основы обработки зерна и зернового сырья.
4. Технологические основы обработки сочного растительного сырья.
5. Режимы и способы обработки молока и молочного сырья.
6. Обработка и хранение мяса и отдельных видов мясных продуктов.
7. Технология обработки гидробионтов (рыбы и морепродуктов).
8. Стандартизация животноводческой и растениеводческой продукции.

II. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Техника безопасности при работе в лабораториях:

- все опыты с ядовитыми и неприятнопахнущими веществами проводить в вытяжном шкафу;
- не нюхать выделяющиеся газы, близко наклоняясь к сосуду. При необходимости определения запаха газа или жидкости осторожно вдыхать воздух, слегка направляя рукой поток его от сосуда к себе;
- при разбавлении крепких кислот, особенно серной и соляной, вливать кислоту в воду, а не наоборот;
- при наливании реактивов никогда не наклоняться над сосудом во избежание попадания брызг на лицо или халат;
- не наклоняться над сосудом с нагреваемой жидкостью, так как иногда ее может выбросить из сосуда;
- при нагревании пробирки не держать ее отверстием к себе или в сторону находящихся рядом товарищей;
- если на лицо или руки попадут брызги жидкости, надо тотчас же смыть их водой. Брызги крепкой кислоты следует смыть большим количеством воды, после чего промыть пораженное место слабым раствором соды. Щелочь следует смывать водой до тех пор, пока участок кожи, на который она попала, не перестанет быть скользким;
- все опыты с легко воспламеняющимися летучими веществами проводить подальше от огня и по возможности в вытяжном шкафу;
- при тушении загоревшегося бензина, спирта, эфира пользоваться песком, засыпая им пламя;
- при уходе из лаборатории проверить, закрыты ли краны газовых горелок.

Порядок работы в лабораториях

При работе в химической лаборатории необходимо придерживаться следующих правил:

1. Предварительно прочитать соответствующие разделы учебника, записи лекций, познакомиться с содержанием лабораторной работы и оформить ее в тетрадь для лабораторных работ (при записи указать название темы, суть метода, кратко ход работы, дать схему или рисунок прибора, оставить место для оформления результатов).
2. Не начинать опыт, пока не проверено наличие всего необходимого для него (посуда, приборы, реактивы).
3. При работе точно соблюдать порядок и последовательность операций, указанных в руководстве
4. Соблюдать все меры техники безопасности.
5. Внимательно следить за ходом опыта и замечать все его детали.
6. После окончания работы привести в порядок рабочее место.

РАБОТА № 1. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ БРОЖЕНИЯ ТЕСТА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПОЛУЧАЕМОГО ХЛЕБА

На качество получаемого хлеба большое влияние оказывает технология его производства и продолжительность брожения теста.

Целью брожения является разрыхление теста, придание ему определенных физических свойств, необходимых для последующих операций, а также накопление веществ, обуславливающих вкус и аромат хлеба, его окраску.

В процессе брожения происходят микробиологические (спиртовое и молочнокислородное брожение) коллоидные, биохимические процессы.

Спиртовое брожение вызывается ферментами дрожжевых клеток, которые обеспечивают превращение простейших сахаров в этиловый спирт и диоксид углерода. Выделяющийся диоксид углерода разрыхляет тесто, придавая ему пористую структуру. Дрожжи сбраживают собственные сахара муки (глюкозу, фруктозу, сахарозу), а также с помощью комплекса ферментов переводят мальтозу, образующуюся в тесте при гидролизе крахмала, в глюкозу и сбраживают ее. Интенсивность спиртового брожения зависит от температуры и влажности теста, кислотности среды, содержания в тесте соли, сахара, жира и других факторов. Оптимальная температура теста для спиртового брожения 28-30°C.

Молочнокислородное брожение, вызывается молочнокислыми бактериями, образующими в процессе своей жизнедеятельности молочную, уксусную и другие летучие органические кислоты, которые значительно влияют на вкус и аромат хлеба.

В пшеничном тесте преобладает спиртовое, а в ржаном – молочнокислородное брожение.

К коллоидным процессам при брожении относят процессы набухания белков теста. Ограниченное набухание белков теста уменьшает в нем количество жидкой фазы, улучшая тем самым его физические свойства.

Неограниченное набухание белков и пептизация белков, характерное для муки со слабой клейковиной, наоборот, увеличивает содержание веществ в жидкой фазе, что приводит к разжижению теста.

Суть биохимических процессов состоит в расщеплении под действием ферментов, находящихся в муке, а также ферментов дрожжей и других микроорганизмов – составных компонентов муки, прежде всего белков и крахмала. При этом определенная степень разложения белков желательна, т.к. ведет к получению теста с оптимальными структурно-механическими свойствами и способствует накоплению продуктов разложения, участвующих на стадии выпечки в образовании цвета, вкуса и аромата хлеба. Однако при чрезмерном разложении белков, особенно в слабой муке, тесто расплывается и качество хлеба ухудшается. При расщеплении крахмала ферментами идет образование мальтозы, которая расходуется на брожение теста и участвует в процессе выпечки, определяя вкус и окраску хлеба.

По окончании процесса брожения тесто поступает на разделку и выпечку.

Качество готового хлеба оценивают по органолептическим и физико-химическим показателям.

К органолептическим показателям относятся внешний вид изделия по форме, состоянию поверхности, цвету корки; состояние мякиша по пропеченности, промесу, пористости, вкусу и запаху.

При характеристике внешнего вида осматривают весь образец хлеба и отмечают: симметричность и правильность его формы; цвет корки (от светло-желтого до коричневого) и её толщину; поверхность изделий (гладкая, неровная, наличие трещин и подрывов).

При характеристике состояния мякиша осматривают срез хлеба и отмечают: цвет мякиша; пропеченность; состояние пористости (равномерность, крупность пор, толщина стенок пор); промес; эластичность (определяется легким надавливанием пальцами); в случае обнаружения отмечается липкость, отслоение корок от мякиша.

Вкус, запах мякиша, наличие или отсутствие хруста от минеральных примесей, определяются дегустацией.

К основным **физико-химическим показателям** относят влажность, кислотность и пористость мякиша.

Влажность мякиша определяют по ГОСТ 21094-75 путем высушивания в сушильном шкафу навески мякиша 5 г при температуре 130°C в течение 45 минут или ускоренным способом в приборе ВЧ при температуре 160°C в течение 3 минут. Влажность вычисляют с точностью до второго десятичного знака. За окончательный результат принимают среднеарифметическое двух параллельных определений, отклонения между которыми не должны превышать 1%.

Кислотность мякиша определяют по ГОСТ 5670-96 титрованием фильтрата, полученного из крошки хлебных изделий, арбитражным или ускоренным методом и выражают в градусах кислотности.

Ускоренный метод определения кислотности заключается в следующем: взвешивают 25 г хлебной крошки и помещают в сухую бутылку (типа молочной) вместимостью 500 мл с хорошо притертой пробкой.

Мерную колбу вместимостью 250 мл наполняют до метки дистиллированной водой подогретой до температуры 60°C. Около одной четверти взятой воды, переливают в бутылку с крошкой, быстро растирают деревянной лопаткой до получения однородной массы. К полученной смеси прибавляют из мерной колбы всю оставшуюся воду. Бутылку закрывают пробкой и энергично встряхивают в течение 3 минут. Затем дают смеси отстояться в течение 1 минуты и отстоявшийся жидкий слой осторожно сливают в сухой стакан через частое сито или марлю. Из стакана отбирают пипеткой по 50 мл раствора в две конические колбы вместимостью по 100-150 мл и титруют 0,1 н раствором гидроксида натрия с 2-3 каплями 1%-ного раствора фенолфталеина до получения слабо-розового окрашивания, не исчезающего при спокойном состоянии колбы в течение 1 минуты.

Кислотность изделия X в градусах определяется по формуле:

$$X = \frac{V \cdot V_1 \cdot 100}{10 \cdot m \cdot V_2} K \text{ или } X = 2 \cdot V \cdot K,$$

где V – объем 0,1 н раствора гидроксида натрия, израсходованного на титрование исследуемого раствора, мл;

V_1 – объем дистиллированной воды, взятой для извлечения кислот из исследуемой продукции, мл;

m – масса навески, г;

V_2 – объем исследуемого раствора, взятого для титрования, мл;

K – поправочный коэффициент к 0,1 н раствору гидроксида натрия.

За окончательный результат испытаний принимают среднеарифметическое двух параллельных определений, допускаемые расхождения между которыми не должны превышать 0,3 град.

Пористость хлеба определяют по ГОСТ 5669-96 с помощью прибора Журавлева.

Под пористостью понимают отношение объема пор мякиша к общему объему хлебного мякиша и выражают в процентах.

Определение пористости проводят следующим образом: из середины образца изделия вырезают кусок (ломоть) шириной не менее 7-8 см. Из мякиша куска на расстоянии не менее 7 мм от корок делают выемки цилиндром прибора, для чего острый край цилиндра, предварительно смазанный растительным маслом, вводят вращательными движениями в мякиш куска. Заполненный мякишем цилиндр укладывают на лоток так, чтобы ободок его плотно входил в прорезь, имеющуюся на лотке. Затем хлебный мякиш выталкивают из цилиндра втулкой, примерно на 1 см и срезают его у края цилиндра острым ножом. Отрезанный кусочек мякиша удаляют. Оставшийся в цилиндре мякиш выталкивают втулкой до стенки лотка и также отрезают у края цилиндра.

Для определения пористости пшеничного хлеба делают три цилиндрических выемки, для ржаного хлеба и хлеба из смеси ржаной и пшеничной муки - четыре выемки, объемом 27 мл каждая.

Приготовленные выемки взвешивают одновременно.

Пористость Π в процентах вычисляют по формуле:

$$\Pi = \frac{V - \frac{m}{\rho}}{V} 100,$$

где V – общий объем выемок хлеба, мл;

m – масса навесок, г;

ρ – плотность беспористой массы мякиша.

Плотность беспористой массы мякиша ρ принимают для хлебобулочных изделий и хлеба:

- ржаного, ржано-пшеничного, пшенично-ржаного и пшеничного из обойной муки – 1,21;
- из смеси ржаной обдирной муки и пшеничной муки второго сорта – 1,23;
- из смеси пшеничной муки первого и второго сортов – 1,28;
- ржаных заварных сортов и пеклеванного – 1,27;
- из пшеничной муки второго сорта – 1,26;
- из пшеничной муки высшего и первого сортов – 1,31;

Вычисления производятся с точностью до 1,0%.

Для более полной характеристики качества хлеба определяют дополнительные показатели, не предусмотренные стандартами: удельный объем хлеба, формоустойчивость подовых изделий (отношение высоты к диаметру), структурно-механические свойства мякиша, а также объемный выход, весовой выход и др.

Объемный выход характеризуется процентным отношением объема полученного хлеба к массе муки и дополнительного сырья, израсходованных на его производство.

Весовой выход характеризуется процентным отношением массы полученного хлеба к массе муки и дополнительного сырья, затраченного на его производство.

Для сравнения показателей различных видов хлеба весовой выход целесообразно пересчитывать на определенную влажность (44%) по формуле:

$$B = \frac{B_{\text{хл}} \cdot (100 - W_{\text{хл}})}{100 - 44},$$

где B – весовой выход хлеба в пересчете на влажность 44%, %;

$B_{\text{хл}}$ – весовой выход хлеба, %;

$W_{\text{хл}}$ – массовая доля влаги в хлебе, %.

Задание: Рассчитать рецептуру и произвести замес теста безопасным способом трех образцов теста из муки, воды, соли и дрожжей. Массу муки на один образец принят равной 300 г, количество дрожжей – 2%, соли-1,5%. Влажность теста принять равной 46%. Количество воды, необходимой для замеса теста G_t в миллилитрах рассчитать по формуле:

$$G_t = G_c W_t (100 - W_c) - G_c, \quad (3.4)$$

где G_c – количество сырья на замес теста, г;

W_t – влажность теста, %;

W_c – средневзвешенная влажность сырья, %.

Соль и дрожжи, предварительно растворить в небольшом количестве воды, предназначенной для замеса теста. Сразу после замеса образцы поместить в термостат с температурой 30°C. Продолжительность брожения принять для первого образца – 30 мин, для второго – 60 мин, для третьего – 90 мин. По окончании установленной продолжительности брожения образцы уложить в смазанные растительным маслом формы для выпечки и поместить в термостат с температурой 30°C для 30-минутной расстойки, после чего выпечь в печи при температуре 200-230°C в течение 20-30 мин.

После выпечки провести оценку каждого образца хлеба по органолептическим (внешний вид: форма, поверхность, цвет и толщина корки; состояние мякиша: пропеченность, промес, состояние пористости, эластичность, вкус, цвет и запах мякиша) и физико-химическим показателям (влажность, пористость, кислотность), определить объемный и весовой выход

хлеба. Сделать выводы о влиянии продолжительности брожения на физические свойства теста и качество хлеба.

РАБОТА № 2. ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ УВАРИВАНИЯ КАРАМЕЛЬНОГО СИРОПА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПОЛУЧАЕМОЙ КАРАМЕЛЬНОЙ МАССЫ

Карамель представляет собой кондитерское изделие, получаемое увариванием карамельной массы до влажности 1,5-4% и последующего формования.

Карамельную массу получают путем уваривания сахарного сиропа с крахмальной патокой или инвертным сиропом.

Сущность технологического процесса получения карамельной массы заключается в переводе сахара из твердого кристаллического состояния в аморфное. Патоку и инвертный сироп вводят в качестве антикристаллизаторов, предотвращающих выкристаллизовывание сахарозы из пересыщенного сахарного сиропа при его уваривании, т. к. при их внесении повышается суммарная растворимость сахарозы с другими сахарами и веществами, вносимыми с патокой и инвертным сиропом. Кроме того, содержащиеся в патоке декстрины значительно повышают вязкость раствора, что также замедляет процесс кристаллизации сахарозы.

В карамельном производстве принято следующее соотношение сахара и патоки в рецептуре карамельной массы: на 100 частей сахара вносят 50 частей патоки. При этом редуцирующие вещества в карамельном сиропе составляют 12-13%, в неподкисленной карамельной массе - не более 20%, в карамельной массе с введением кислоты – не более 23%.

Если патоку частично или полностью заменяют инвертным сиропом, то его добавляют из такого расчета, чтобы в карамельном сиропе было 14-16% редуцирующей веществ (глюкоза, фруктоза, мальтоза), а в карамельной массе – 22%.

Инвертный сироп представляет собой раствор равных количеств глюкозы и фруктозы. Инвертный сироп готовят, подвергая водный раствор сахара гидролизу при нагревании в кислой среде. Если процесс ведут в присутствии соляной кислоты, ее вводят в виде 10%-ного раствора (плотностью 1,049) в количестве 3 л на 1000 кг сахара или в количестве 0,03% в пересчете на хлористый водород к массе сахара.

Приготовление инвертного сиропа заключается в следующем: сначала готовят 80%-ный раствор сахара путем растворения 100 г сахара в 20 мл воды при нагревании, доводят раствор до кипения (109⁰С) и затем охлаждают до 90⁰С. В сахарный раствор вливают рассчитанное количество 10%-ного раствора соляной кислоты и при температуре 80-90⁰С проводят гидролиз в течение 20-30 мин, осторожно перемешивая сироп термометром (если для гидролиза взято 0,02% соляной кислоты, гидролиз продолжается 30 мин, если 0,03% - 20 мин). Необходимо тщательно следить за тем, чтобы температура не превышала 90⁰С во избежание образования темноокрашенных продуктов разложения сахаров. После окончания гидролиза инвертный сироп быстро охлаждают до 65⁰С и приливают 10%-ный раствор двууглекислой соды (плотностью 1,073). Количество 10%-ного раствора соды рассчитывается на основе соотношения молекулярных масс или по результатам титрования. Инвертный сироп должен иметь слабокислую среду, поэтому количество соды, необходимое для нейтрализации кислоты уменьшают на 10%. Нейтрализацию инвертного сиропа ведут при непрерывном размешивании сиропа, т. к. продукты гидролиза сахарозы, особенно фруктоза, очень чувствительны к щелочной среде, разлагаясь с образованием темноокрашенных веществ.

Правильно приготовленный инвертный сироп должен быть чистым, прозрачным, желтого цвета. В нем содержится около 20% воды, 70-75% инвертного сахара, 5-10% сахарозы и некоторое количество продуктов разложения сахара.

Приготовление карамельной массы на инвертном сиропе

Количество инвертного сиропа X в граммах, необходимое для приготовления карамельной массы, рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{100aS}{(100-B)(A-a)};$$

где S – количество сахара, г;

B – содержание воды в карамельном сиропе (14-16%);

A – содержание редуцирующих сахаров в инвертном сиропе (70-75%);

a – содержание редуцирующих веществ, допускаемое в карамельном сиропе (14%).

Карамельную массу на инвертном сиропе можно приготовить следующим образом: 50 г сахара растворяют при нагревании в 12,5 мл воды в металлической чашке (кастрюльке). Раствор доводят до кипения при постоянном помешивании металлическим шпателем. Заранее отвешивают в фарфоровую чашечку инвертный сироп (на 1 г больше расчетного) и горячим шпателем переносят его в кипящий сахарный сироп. Уваривание массы ведут до 120-150⁰С. Затем горячую карамельную массу выливают на мраморную плиту, предварительно смазанную растительным маслом, во избежание прилипания. По поверхности горячей карамельной массы быстро и равномерно распределяют лимонную кислоту (1,0% от массы карамельной массы), тщательно проминают шпателем для удаления воздушных пузырьков, равномерного распределения лимонной кислоты и получения необходимой толщины пласта (0,5-0,8 см). После окончания растекания массы измеряют взаимно перпендикулярные диаметры полученного круга для определения растекаемости.

После охлаждения карамель взвешивают и определяют растекаемость. Под **растекаемостью** понимают площадь (в сантиметрах в кубе), которую занимает 1 г карамельной массы, выливаемый на горизонтальную плоскость при температуре 108⁰С. Оценку качества карамели проводят по органолептическим и физико-химическим показателям.

При **органолептической оценке** определяют вкус, аромат, структуру, консистенцию, цвет, внешний вид.

Вкус и аромат карамели должны быть явно выраженными, характерными для данного наименования, без постороннего запаха и привкуса.

Структура и консистенция леденцовой карамели - аморфная, стекловидная, хрупкая.

Цвет и внешний вид. Интенсивность окраски должна быть равномерная, без пятен; поверхность – сухая, не липкая, без трещин.

Наиболее важными **физико-химическими показателями** карамели являются влажность, кислотность, количество редуцирующих веществ, растекаемость карамельной массы.

Влажность карамели можно определять различными методами: термическим (высушиванием при определенной температуре), с учетом содержания сухих веществ по относительной плотности раствора, рефрактометрическим методом и др.

При анализе влажности рефрактометрическим методом готовят растворы карамельной массы 50%-ной концентрации. Влажность патоки, карамельного и инвертного сиропов определяют без разведения, нанося эти полуфабрикаты сразу на призму рефрактометра. Вычисленное содержание сухих веществ в процентах для инвертного сиропа увеличивают на 2%, а для патоки – уменьшают на 2,6% (поправка к рефрактометру при определении сухих веществ в инвертном сиропе и патоке).

При приготовлении 50%-ного раствора взвешивают на теххимических весах 5 г карамели (предварительно измельченной в ступке), переносят навеску в стаканчик, добавляют 5 мл дистиллированной воды и растворяют навеску при нагревании на водяной бане (температурой не выше 70⁰С). После растворения навески, раствор охлаждают и доливают дистиллированную воду, чтобы масса раствора была 10 г. После этого каплю раствора наносят на

призму рефрактометра и определяют в процентах содержание сухих веществ в растворе.

Содержание сухих веществ в карамели рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{nb}{g},$$

где X – содержание сухих веществ, %;

n – показания рефрактометра, %;

b – масса раствора навески, г;

g – навеска карамели, г.

В рассчитанное значение содержания сухих веществ вносят поправки на температуру исследуемого раствора и содержащиеся в нем углеводы патоки и инвертного сиропа (приложение А).

Для определения влажности карамели (в процентах) необходимо вычесть из 100 содержание сухих веществ карамели.

Кислотность карамели определяется по ГОСТ 5898-87 путем титрования исследуемого раствора щелочью в присутствии индикатора.

Для этого 5 г измельченной карамели помещают в коническую колбу и растворяют ее в 50 мл нагретой до 60-70⁰С дистиллированной воды. Затем раствор охлаждают до 20-35⁰С, приливают дистиллированную воду до объема 100 мл, вносят 2-3 капли фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором гидроксида натрия (NaOH) до бледно-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 минуты.

Кислотность X_k в градусах вычисляют по формуле:

$$X_k = \frac{ky100}{m10},$$

где k – поправочный коэффициент 0,1 н раствора NaOH;

y – количество 0,1 н раствора NaOH, израсходованного на титрование, мл;

m – масса навески продукта, г

100 – коэффициент пересчета на 100 г продукта;

10 – коэффициент пересчета 0,1 н раствора NaOH в 1 н раствор.

Для леденцовой карамели, содержащей 1% кислоты кислотность должна быть не менее 10 град.

Содержание редуцирующих веществ (РВ) в карамели по ГОСТ 5903-89 можно определять различными методами: йодометрическим, перманганатным, феррицианидным и фотоэлектроколориметрическим.

Фотоэлектроколориметрический метод определения РВ со щелочным раствором феррицианида основан на взаимодействии редуцирующих сахаров, находящихся в растворе, с ионами железа (III), взятых в избытке. Феррицианид при этом в щелочной среде восстанавливается в ферроцианид. Интенсивность поглощения раствором феррицианида при длине волны 440 нм значительно превышает поглощение раствором ферроцианида, что позволяет по изменению оптической плотности определить количество редуцирующих веществ, прореагировавших с феррицианидом.

Техника определения РВ данным методом заключается в следующем. Первоначально строят калибровочный график. Для этого готовят стандартный раствор глюкозы путем растворения 1,6 г безводной глюкозы в мерной колбе вместимостью 1000 мл. После растворения навески в небольшом количестве дистиллированной воды, раствор в колбе доводят до метки. В шесть конических колб вместимостью 250 мл вносят пипеткой по 25 мл щелочного раствора феррицианида и по 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5 мл стандартного раствора глюкозы (что соответствует 14, 15, 16, 17, 18, 19 мг глюкозы). Из бюретки соответственно приливают 9,0; 8,5; 8,0; 7,5; 7,0; 6,5 мл дистиллированной воды, тем самым доводя объем жидкости в каждой колбе до 41 мл. Содержимое каждой колбы нагревают до кипения и кипятят в течение 1 мин. Началом кипения считают появление первых пузырьков. Затем колбу охлаждают и определяют оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре при длине волны 440 нм в кювете с толщиной слоя раствора 10 мм. Значение оптической плотности определяют как среднее арифметическое трех определений. По полученным данным строят

калибровочный график, откладывая по оси ординат значения оптической плотности, а по оси абсцисс - соответствующие этим значениям массы глюкозы в мг.

Карамель измельчают в ступке. Массу навески m в граммах рассчитывают по формуле:

$$m = \frac{0,002V}{P} 100,$$

где V – вместимость мерной колбы, мл;

0,002 – оптимальная для данного метода концентрация РВ раствора навески, г/мл;

P – предполагаемая максимальная массовая доля РВ в исследуемом изделии, % (для карамельной массы $P=22\%$).

Массу навески более 5 г взвешивают с погрешностью не более 0,01 г, а менее 5 г – не более 0,001 г.

Навеску растворяют в стакане в дистиллированной воде, нагретой до 60-70°C. Полученный раствор охлаждают и переносят в мерную колбу на 200-250 мл, доводят объем раствора до метки дистиллированной водой и хорошо перемешивают.

В коническую колбу вносят 25 мл щелочного раствора феррицианида, 10 мл исследуемого раствора и 6 мл дистиллированной воды, затем содержимое колбы доводят до кипения и кипятят точно 1 мин, охлаждают и измеряют оптическую плотность на фотоэлектроколориметре при длине волны 440 нм и толщине кюветы 10 мм не менее трех раз. Если значение оптической плотности будет за пределами 0,3-0,6, то анализ повторяют, соответственно изменив количество добавляемого к раствору феррицианида исследуемого раствора и дистиллированной воды.

Массовую долю РВ $X_{\text{РВ}}$ в процентах определяют по формуле:

$$X_{\text{РВ}} = \frac{m_1 VK 100}{m V_1 1000} = \frac{m_1 VK}{10 m V_1},$$

где m – масса навески изделия, г;

m_1 – масса глюкозы, полученная по калибровочному графику, мг;

V- вместимость мерной колбы, мл;

K – коэффициент, учитывающий частичное окисление сахарозы (для леденцовой карамели принять $K=0,95$);

V – объем исследуемого раствора, взятого для реакции с феррицианидом, мл;

1000 – коэффициент пересчета мг глюкозы в г.

Содержание РВ оказывает большое влияние на гигроскопичность карамели: чем больше РВ, тем карамельная масса гигроскопичнее. Поэтому для карамели, в которую введено менее 0,6% кислоты, содержание РВ должно быть не более 22%, а для карамели с большим содержанием кислоты – не более 23%.

Задание: Рассчитать количество воды, количество 10%-ной соляной кислоты и 10%-ной двууглекислой соды, необходимых для приготовления инвертного сиропа (на 100 г сахара). Приготовить нейтрализованный инвертный сироп. Определить влажность инвертного сиропа на рефрактометре.

Рассчитать количество инвертного сиропа и лимонной кислоты, необходимых для приготовления карамельной массы (на 50 г сахара). Приготовить три образца карамельной массы, уваривая их соответственно до температур 120, 135 и 150⁰С и три образца карамельной массы с доведением их до температур 120, 135 и 150⁰С и последующим 20 минутным увариванием при данной температуре.

Определить растекаемость каждого образца карамели и его показатели качества (органолептические показатели, содержание влаги, редуцирующих веществ, кислотность). Сделать выводы о влиянии продолжительности и температуры уваривания карамельной массы на ее растекаемость и показатели качества.

РАБОТА № 3.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧЕНЬЯ

Кондитерская промышленность вырабатывает широкий ассортимент печенья. Получение различных видов печенья имеет свои особенности, но можно выделить следующие основные стадии: подготовка сырья, замес теста, формование, выпечка и охлаждение.

Изменяя рецептуру (дозировку сахара, жира и т.п.) и технологические режимы замеса теста (влажность, температуру теста, продолжительность замеса и т.д.) можно получить различные свойства теста и печенья.

В зависимости от рецептуры и технологического режима приготовления печенье принято делить на две основные группы: сахарное и затяжное.

Сахарное печенье изготавливают из высокопластичного теста, поэтому готовые изделия отличаются хорошей пористостью, набухаемостью, высокой хрупкостью.

Затяжное печенье вырабатывают из упруго-эластичного теста, поэтому готовые изделия слоистые, обладают меньшей хрупкостью и набухаемостью.

Перед замесом теста по унифицированной рецептуре на 1 т готовой продукции рассчитывают расход сырья на загрузку с учетом содержания в нем сухих веществ. Затем рассчитывают количество воды, необходимое для замеса теста по формуле:

$$B = \frac{100C}{100 - W_T} - G_c,$$

где B – количество воды на замес теста, мл;

C – масса сухих веществ сырья, рассчитанного на замес, г;

W_T - влажность теста, %;

G_c – масса сырья на один замес, г.

Тесто замешивают на эмульсии из всего сырья (вода, сахар, маргарин, сода, соль, эссенция и т.д.), за исключением муки и крахмала. Готовую эмульсию замешивают с мукой и крахмалом. После замеса тесто подвергают формованию. Одним из способов формования является раскатывание теста в

пласт толщиной 4 мм и отштамповывают заготовки штампом. Сформованные заготовки помещают на под и выпекают в печи при температуре 250-280⁰С в течение 4 мин.

Качество готового печенья оценивают по органолептическим и физико-химическим показателям.

При **органолептической оценке** отмечают: цвет и состояние поверхности изделий, консистенцию (однородность, слоистость, пористость, отмечаются следы непромеса и т.д.), вкус и запах.

Физико-химическими методами определяют влажность, щелочность, набухаемость, содержание общего сахара и жира.

Влажность определяют высушиванием навески измельченного печенья массой 5 г в сушильном шкафу при температуре 130⁰С в течение 30 мин или ускоренным методом на приборе ВЧ при температуре 160-165⁰С в течение 3 мин.

Влажность сахарного печенья должна быть в пределах 3,0-9,0%, затяжного печенья – 5,0-9,0%.

Щелочность определяют титрование водной вытяжки печенья 0,1 н раствором соляной или серной кислоты в присутствии индикатора бромтимолового синего, или обратным титрованием в присутствии фенолфталеина.

Для определения щелочности 25 г тонкоизмельченного печенья помещают в колбу на 500 мл, приливают 250 мл дистиллированной воды и хорошо взбалтывают, затем оставляют на 30 мин, взбалтывая каждые 10 мин. После чего содержимое колбы фильтруют через вату в сухую колбу, 50 мл фильтрата титруют 0,1 н раствором соляной или серной кислоты, прибавив 2-3 капли бромтимолового синего до появления ясно выраженного желтого окрашивания. Щелочность X в градусах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{nV_2 100}{V_1 g 10} \text{ или } X = 2n,$$

где n – количество 0,1 н раствора кислоты, пошедшей на титрование, мл;

V_1 – объем водной вытяжки, взятый на титрование, мл;

V_2 – общий объем вытяжки с навеской, мл;

g – масса навески, г.

Щелочность печенья должна быть не более 2 градусов.

Набухаемость печенья определяют с помощью трехсекционной сетчатой клетки. Клетку опускают в воду, вынимают, вытирают фильтровальной бумагой и взвешивают. В каждую секция закладывают по одному печенью, вновь взвешивают и опускают в сосуд с водой температурой 20⁰С на 2 минуты. Затем клетку вынимают из воды и держат в наклонном состоянии 30 с для стекания избытка воды, вытирают с внешней стороны фильтровальной бумагой и взвешивают вместе с намокшим печеньем. Отношение массы намокшего печенья к массе сухого печенья характеризует степень набухаемости и вычисляется по формуле:

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

где H – набухаемость печенья, %;

m_1 – масса пустой клетки (после погружения в воду), г;

m_2 – масса клетки с сухим печеньем, г;

m_3 – масса клетки с намокшим печеньем, г.

Набухаемость у сахарных сортов печенья должна быть не менее 150%, у затяжных – 130%.

Задание: Исследовать влияние температуры и влажности теста, дозировки крахмала и жира на свойства теста и качество печенья. Для этого подготовить шесть образцов теста:

- 1) влажностью 20% и температурой 25-27⁰С;
- 2) влажностью 20% и температурой 38-40⁰С;
- 3) влажностью 26% и температурой 25-27⁰С;
- 4) влажностью 26% и температурой 38-40⁰С;
- 5) влажностью 20%, температурой 25-27⁰С, с заменой 30% муки на крахмал;

б) влажностью 20%, температурой 25-27⁰С с уменьшенной в 2 раза дозировкой жира.

Перед замесом рассчитать средневзвешенную влажность сырья и количество воды для замеса теста. Рецепттура и содержание сухих веществ в сырье представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Рецепттура и содержание сухих веществ в сырье

Сырье	мука пшеничная в/с или 1/с	сахар - песок	маргари н	соль	сода	эссенци я	ванильная пудра
Расход сырья, г	60	17	9	0,5	0,65	0,07	0,2
Содержание сухих веществ, %	85,50	99,85	84,00	96,50	50,00	-	99,85

Готовое тесто раскатать в пласт толщиной 4 мм и отштамповать заготовки штампом. Сформованные заготовки поместить на под и выпечь в печи при температуре 250-280⁰С в течение 4 мин.

Оценить качество готового печенья по органолептическим (цвет и состояние поверхности изделий, консистенция, вкус, запах) и физико-химическим показателям (влажность, щелочность, набухаемость), рассчитать выход печенья. Сделать выводы о влиянии рецептурных и технологических параметров приготовления печенья на свойства теста и качество готовых изделий.

РАБОТА № 4.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПРЯНИКОВ

В зависимости от технологического режима приготовления пряники делятся на сырцовые и заварные. В сырцовом пряничном тесте создаются

условия для меньшего набухания белков муки (более высокое содержание сахара, более низкая температура теста и т.п.), что способствует образованию рыхлого вязкого теста.

Технологическая схема производства сырцовых пряников состоит из следующих операций: подготовка сырья, замес теста, формование, выпечка, охлаждение, отделка и упаковка.

Сырье для приготовления теста загружают в определенной последовательности: сахар, вода, патока, меланж, эссенция, все перемешивают 2-10 мин для растворения сахара и равномерного перемешивания компонентов. Затем вводят химические разрыхлители в виде раствора и муку и перемешивают еще 5-12 мин. Температура готового теста должна быть 20-22⁰С, влажность 23,5-25,5%.

В производстве заварных пряников замесу теста предшествует стадии приготовления и охлаждения заварки. Заварку готовят следующим образом: в варочном котле перемешивают сахар, мед, патоку и воду при температуре 70-75⁰С до полного растворения сахара, полученный сироп подают в месильную машину, вводят жир и при 65⁰С постепенно добавляют муку. Продолжительность замеса заварки 10-15 мин. Заваренную массу охлаждают до температуры 25-27⁰С, после чего загружают все остальное сырье, предусмотренное рецептурой, и в последнюю очередь растворенные в воде разрыхлители. Продолжительность замеса 30 мин, температура готового теста 29-30⁰С, влажность 20-22%.

Разделку теста в лабораторных условиях можно провести путем раскатывания пряничного теста в пласт толщиной 8-11 мм и вырезкой из него тестовых заготовок с помощью ручного штампа. Сформованные тестовые заготовки помещают на под и выпекают в печи при температуре 220-240⁰С в течение 7-8 мин.

Готовые изделия взвешивают, определяют выход и качество.

Качество готового печенья оценивают по органолептическим и физико-химическим показателям.

При **органолептической** оценке отмечают: цвет и состояние поверхности изделий, консистенцию (однородность, слоистость, пористость, отмечаются следы непромеса и т.д.), вкус и запах.

Физико-химическими методами определяют влажность, щелочность, содержание сахара и жира. Влажность, щелочность и содержание сахара определяют по методикам, приведенным в лабораторной работе № 6 аналогично оценке качества печенья. Содержание жира в пряниках определяют экстракционным, рефрактометрическим или бутирометрическим методами. Влажность готовых пряников 11-13% в зависимости от их вида, рецептуры и технологии приготовления. Щелочность пряников (ГОСТ 15810-96) не должна превышать 2 градусов.

Задание: Изготовить сырцовые и заварные пряники по рецептуре, представленной в таблице 4. Количество воды, необходимое для замеса теста, определить по формуле, приведенной в лабораторной работе № 6.

Таблица 4 - Рецептура и содержание сухих веществ в сырье

Сырье	мука пшеничная в/с	сахар- песок	масло растительное	соль	сода	эссенция
Расход сырья, г	100	50	5	0,5	1,2	0,07
Содержание сухих веществ, %	85,50	99,85	-	96,50	50,00	-

Сформовать и выпечь пряники.

Оценить качество готовых пряников по органолептическим (цвет и состояние поверхности изделий, консистенция, вкус, запах) и физико-химическим показателям (влажность, щелочность), рассчитать выход печенья. Сделать выводы о влиянии параметров приготовления пряников на свойства теста и качество готовых изделий.

III. Методические указания к практическим работам

Основные понятия и расчетные формулы

Приступая к выполнению практических работ, студент должен сначала изучить соответствующий материал по рекомендованной литературе (см. список литературы). Изучение материала должно сопровождаться решением задач. Ниже предлагаются основные понятия и расчетные формулы.

1. Определение плотности

Плотность ρ – масса единицы объема вещества, кг/м³

$$\rho = m/V,$$

где m – масса веществ, кг; V – объем вещества, м³.

Плотность жидкостей, содержащих сухие вещества, (сахарный сироп, фруктовый сок, молоко с сахаром и др.), при $t = 20^\circ \text{C}$ ρ_{20} , будет вычисляться по формуле:

$$\rho_{20} = 10[1,42B + (100 - B)], \quad (1)$$

где B – содержание сухих веществ, %.

При температуре t °C плотность находится таким образом:

$$\rho_t = \rho_{20} - 0,5(t - 20). \quad (2)$$

Для бинарной суспензии, состоящей из воды и твердой фазы, плотность

$$\rho_c = 1/[x_T/\rho_T + (1 - x_T)/\rho_B], \quad (3)$$

где x_T – массовая доля твердой фазы в суспензии; ρ_T – плотность твердой фазы и ρ_B – плотность воды.

Плотность бинарных суспензий ρ_c можно рассчитать по формуле:

$$\rho_c = \rho_T \varphi + \rho_{ж}(1 - \varphi), \quad (4)$$

где φ – объемная доля твердой фазы в суспензии и равна:

$$\varphi = x_T \rho_c / \rho_T. \quad (5)$$

Плотность томатопродуктов определяется по формуле:

$$\rho = 1016,76 + 4,4B - 0,53t, \quad (6)$$

где B – содержание сухих веществ, %; t – температура продукта, °C.

Зависимость между плотностями жидкости при различных температурах выражается формулой:

$$\rho_2 = \rho_1 [1 - \beta (t - t_1)], \quad (7)$$

где ρ_1 и ρ_2 – плотности жидкости при температурах t_1 и t_2 ; β – коэффициент объемного расширения жидкости.

При известной плотности водной суспензии ρ_c и плотности твердой фазы ρ_T массовую концентрацию суспензии рассчитывают по формуле:

$$x_c = \rho_T (\rho_c - 1000) 100 / [\rho_c (\rho_T - 1000)]. \quad (8)$$

Плотность ρ газа или пара при температуре T и давлении P на основании уравнения Клапейрона рассчитывают по формуле:

$$\rho = P / (RT), \quad (9)$$

где R – газовая постоянная, Дж/(кг·К), $R = 8314/M$; M – молекулярная масса газа (пара).

Плотность смеси газов или паров определяют формулой:

$$\rho_{см} = y_1 \rho_1 + y_2 \rho_2 + \dots + y_n \rho_n, \quad (10)$$

где y_1, y_2, \dots, y_n – объемные доли компонентов газовой или паровой смеси; $\rho_{см}, \rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$ – плотности смеси и соответствующих компонентов.

2. Определение объемной массы

Объемную массу свободно насыпанного зернистого материала ρ_m можно рассчитать по плотности ρ_T твердых частиц и порозности ε слоя:

$$\rho_m = \rho_T (1 - \varepsilon). \quad (11)$$

Для свободно насыпанных материалов, состоящих из неоднородных по форме частиц, $\varepsilon = 0,38-0,42$.

3. Определение динамической вязкости

Динамическую вязкость суспензий и эмульсий определяют в

зависимости от вязкости внешней среды μ_c и объемной концентрации φ находящихся в них частиц.

Для суспензий с объемным содержанием твердой фазы $\varphi < 10\%$ динамическая вязкость равна:

$$\mu = \mu_c (1 + 2,5\varphi). \quad (12)$$

При $\varphi > 10\%$ в этой формуле вместо 2,5 принимают 4,5.

Для соков, сиропов и сгущенного молока при 20°C μ (в мПа·с) составит

$$\mu = 0,94e^{0,05 + 0,08B}, \quad (13)$$

где B – концентрация сухих веществ, %.

Для натурального молока при 20°C μ (в мПа·с) будет:

$$\mu = 0,7e^{0,05 + 0,08B}. \quad (14)$$

При температуре, отличающейся от 20°C ,

$$\mu_t = 12,9\mu/t^{0,85}. \quad (15)$$

Для растворов сахарозы при $15 < B < 65\%$ сухих веществ и при $t < 70^\circ\text{C}$ μ (в Па·с) будет:

$$\ln\mu = e^{(aB+b)} + C, \quad (16)$$

где $a = 8,405 \cdot 10^{-7}t^2 - 1,65 \cdot 10^{-4}t + 0,03617$;

$b = -1,0161 \cdot 10^{-5}t^2 + 1,098 \cdot 10^{-3}t - 0,48542$;

$c = 1,534 \cdot 10^{-4}t^2 - 0,03291t - 6,8595$.

Для высококонцентрированных растворов сахарозы (утфелей), содержащих кристаллы,

$$\lg(\mu_y/\mu_p) = 0,01322B \{ [85/(85 - K_p)] - 1 \}, \quad (17)$$

где μ_y – динамическая вязкость утфеля, Па·с; μ_p – динамическая вязкость межкристального раствора при данной температуре, Па·с; K_p – содержание кристаллов в утфеле, %; B – содержание сухих веществ в утфеле, %.

Для растительного масла при температуре $t^\circ\text{C}$

$$\mu_t = 0,175/10^{(0,31 + 0,026t)}. \quad (18)$$

Динамическая вязкость томатопродуктов (в Па·с) рассчитывается по формуле:

$$\mu = 0,0199B^{2,94}t^{-1,17}, \quad (19)$$

где B – содержание сухих веществ в продукте, %; t – температура продукта, °С.

Динамическая вязкость насыщенного пара (в Па·с) равна:

$$\mu = 1/(0,955 - 1,42 \cdot 10^{-3} \rho_n), \quad (20)$$

где ρ_n – плотность насыщенного пара, кг/м³.

4. Определение теплоемкости

а) Теплоемкость растительного сырья в водных полупродуктах c [в Дж/(кг·К)] можно рассчитать по одной из следующих формул:

$$c = c_c(1 - 0,01W) + 41,87W, \quad (21)$$

где c_c – теплоемкость сухих веществ, Дж/(кг·К); W – содержание воды в продуктах, %

б) Теплоемкость зерна [в Дж/(кг·К)] равна:

$$c = 1550 + 26,4W. \quad (22)$$

Теплоемкость томатопродуктов [в Дж/(кг·К)] вычисляется по формуле:

$$C = 4228,7 - 20,9B - 10,88t. \quad (23)$$

Для жидких продуктов сахарного производства c [в Дж/(кг·К)]

$$C = 4190 - 0,01B [2510 - 7,54t + 4,61(100 - D_6)], \quad (24)$$

где D_6 – доброкачественность продукта, %.

Теплоемкость теста [в Дж/(кг·К)] – по формуле:

$$C = 1675(1 + 0,015W), \quad (25)$$

где W – влажность теста, %.

5. Определение теплопроводности

Теплопроводность чистых ассоциированных жидкостей (вода, спирты и др.) [в Вт/(м·К)] определяется по формуле:

$$\lambda = 3,58 \cdot 10^{-8} c \rho^3 \sqrt{\rho/M}, \quad (26)$$

где c – теплоемкость жидкости, Дж/(кг·К); ρ – плотность жидкости, кг/м³; M – молекулярная масса жидкости. Теплопроводность бинарных смесей жидкостей [в Вт/(м·К)] равна:

$$\lambda = \lambda_2 + 1,59x_1(\lambda_1 - \lambda_2)(1 - 0,37x_1), \quad (27)$$

где λ_1 и λ_2 – теплопроводности чистых компонентов 1-й и 2-й смеси, в которой $\lambda_1 > \lambda_2$; x_1 – массовая доля компонента 1 в смеси.

Теплопроводность растворов сахарозы при $0 < B < 65\%$ сухих веществ и при $0 < t < 80^\circ\text{C}$ [в Вт/(м·К)]

$$\lambda = (1 - 5,479 \cdot 10^{-3} B)(0,5686 + 1,514 \cdot 10^{-3} t - 2,2 \cdot 10^{-6} t^2). \quad (28)$$

Теплопроводность томатопродуктов [в Вт/(м·К)] определяется по формуле:

$$\lambda = (528 - 4,04B + 2,05t) \cdot 10^{-3}. \quad (29)$$

Теплопроводность фруктовых соков, молока с сахаром, сиропов и других жидких сред, содержащих сухие вещества λ [в Вт/(м·К)] при 20°C равна:

$$\lambda_{20} = 0,593 - 0,025B^{0,53}. \quad (30)$$

При температуре $t^\circ\text{C}$

$$\lambda_t = \lambda_{20} + 0,00068(t - 20). \quad (31)$$

Для большинства органических жидкостей в пределах температур 0 – 120°C $\lambda = 0,25$ – $0,12$ Вт/(м·К), для воды в пределах указанных температур $\lambda = 0,55$ – $0,68$ Вт/(м·К) и для продуктов, содержащих значительное количество жира, $\lambda = 0,14$ – $0,17$ Вт/(м·К).

6. Определение коэффициента молекулярной диффузии

Коэффициент молекулярной диффузии D_r (в м²/с) газа A в газе B

$$D_r = \frac{0,0435T^{1,5}}{P(v_A^{1/3} + v_B^{1/3})} \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}}, \quad (32)$$

где T – температура среды, К; P – общее давление, Па; v_A и v_B – мольные

объемы газов A и B , см³/ моль; M_A и M_B – молекулярные массы: газов A и B .

Если известен коэффициент диффузии D_{r1} при температуре T_1 и давлении P_1 , то при температуре T_2 и давлении P_2 коэффициент диффузии D_{r2} будет равна:

$$D_{r2} = D_{r1}(T_2/T_1)^{1,5}(P_1/P_2). \quad (33)$$

Коэффициент диффузии газов или паров в жидкостях при 10°С $D_{жс}$ (в м²/с) определяется по формуле:

$$D_{жс} = 7,4 \cdot 10^{-12} (aM)^{0,5} T / (\mu_{жс} \nu^{0,6}), \quad (34)$$

где M – молекулярная масса жидкости; T – температура жидкости. К; $\mu_{жс}$ – динамическая вязкость жидкости, мПа·с; ν – мольный объем диффундирующего компонента, см³/моль; a – опытный коэффициент, равный 1 для эфира, бензола и других неассоциированных жидкостей, 2,6 – для воды, 1,5 – для этилового спирта.

Если известен коэффициент диффузии $D_{ж}$ при 20°С, то коэффициент диффузии при температуре t будет равен:

$$D_{жct} = D_{жс} [1 + b(t + 20)], \quad (35)$$

$$\text{где } b = 0,2 \sqrt{\mu} / \sqrt[3]{\rho}, \quad (36)$$

μ – динамическая вязкость жидкости при 20°С, Па·с; ρ – плотность жидкости, кг/м³.

Мольные объемы ν (в см³/моль) веществ рассчитывают суммированием составляющих для атомов, групп и связей, входящих в состав вещества.

Численные значения коэффициентов диффузии в газах имеют значения:

$0,3 \cdot 10^{-5} - 7 \cdot 10^{-5}$ м²/с, а при диффузии газа или пара в жидкости – $0,4 \cdot 10^{-9} - 5 \cdot 10^{-9}$ м²/с.

7. Определение поверхностного натяжения

Поверхностное натяжение жидкости σ (в Н/м) можно рассчитать по

формуле:

$$\sigma = (P_h \rho_{жс} / M)^4, \quad (37)$$

где P_h – паракор – постоянная, зависящая от поверхностного натяжения жидкости (ее значение находят суммированием составляющих для атомов, групп и связей; $\rho_{жс}$ – плотность жидкости, кг/м³; M – молекулярная масса.

VI. Контрольные задания

Задача № 1

Определить массовую концентрацию $[x_c]$ твердой фазы в водной суспензии, если плотность твердой фазы ρ_T [кг/м³] и плотность суспензии ρ_C [кг/м³]

<u>Вариант</u> <u>Т</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ρ_T	2000	2100	2150	2200	2150	2300	2240	2150	2140	2180
ρ_C	1100	1200	1180	1184	1250	1200	1110	1050	1170	1160

Задача № 2

Рассчитать динамическую вязкость раствора сахарозы при содержании сухих веществ – В % и температуры $t^{\circ}\text{C}$. Для растворов сахарозы при $15 < B < 65\%$ сухих веществ и при $t < 70^{\circ}\text{C}$,

где $a = 8,405 \cdot 10^{-7}t^2 - 1,65 \cdot 10^{-4}t + 0,03617$

$b = -1,0161 \cdot 10^{-5}t^2 + 1,098 \cdot 10^{-3}t - 0,48542$

$c = 1,534 \cdot 10^{-4}t^2 - 0,03291t - 6,8505$

<u>Вариант</u> <u>Т</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	50	54	57	60	45	50	54	57	53	55
t	65	60	63	64	65	62	59	63	60	61

Задача № 3

Определить динамическую вязкость томатопродуктов, где В содержание сухих веществ в продукте, t – температура продукта.

<u>Вариант</u> <u>Т</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
В %	21	22	20	23	24	25	26	22	23	24
t°C	32	33	34	30	35	34	36	37	33	30

Задача № 4

Определить динамическую вязкость молока с сахаром при температуре t° и содержании сухих веществ – В%.

<u>Вариант</u> <u>Т</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	50	53	52	60	57	33	59	49	58	45
В	38	60	55	43	37	46	35	59	39	54

Задача № 5

Определить теплоемкость растительного сырья в водных полупродуктах С [Дж/(кг·К)], если известно C_c – теплоемкость сухих веществ; W – содержание воды в продуктах в %.

<u>Вариант</u> <u>Т</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
W	18	20	23	22	20	21	23	22	24	20
C	810	900	950	940	970	1000	930	960	950	970

Задача № 6

Определить теплоемкость картофеля при $t^\circ\text{C}$, если содержание воды в нем W% и теплоемкость сухих веществ – В [Дж/кг·К].

<u>Вариант</u> <u>Т</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
W	21	23	22	24	20	18	20	23	22	20
C	920	970	1000	750	900	850	940	970	980	960

Задача № 7

Определить теплопроводность раствора сахарозы λ [Вт/(м·К)] при $t^{\circ}\text{C}$, содержащих сухие вещества В%.

<u>Вариант</u> <u>Т</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	70	55	69	67	49	59	65	70	57	48
B	65	43	59	55	35	53	55	53	49	42

Задача № 8

Определить плотность томатопродуктов [кг/м³] при содержании сухих веществ В % и температуре $t^{\circ}\text{C}$.

<u>Вариант</u> <u>Т</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t	27	28	24	22	26	27	25	24	23	24
B	24	25	26	23	22	21	20	27	24	23

Задача № 9

Определить плотность и динамическую вязкость неосветленного сахарного сока с массовой долей твердой фазы X_T , если плотность твердой фазы $\rho_T=2100$ кг/м³, плотность осветленного сока $\rho_0=1080$ кг/м³ и динамическая вязкость его $\mu_0=0,0005$ Па·С.

<u>Вариант</u> <u>Т</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X _т	0,04	0,041	0,042	0,039	0,038	0,043	0,044	0,045	0,039	0,038

Задача № 10

Определить теплоемкость зерна [Дж/(кг·К)], если влажность W %.

<u>Вариант</u> <u>Т</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
W	17	18	18,5	19	20	18	19	19,5	19,4	19,3

Список использованной литературы

1. Голыбин, В. А. Технология крахмала, крахмалопродуктов и глюкозно-фруктозных сиропов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. А. Голыбин, А. А. Ефремов. - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013. - 140 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47461.html>
2. Никифорова, Т. А. Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодовоовощной продукции и виноградарства. Ч. 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т. А. Никифорова, Е. В. Волошин. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. - 149 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71340.html>
3. Никифорова, Т. А. Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодовоовощной продукции и виноградарства. Ч. 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т. А. Никифорова, Е. В. Волошин. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. - 134 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78845.html>
4. Технология безалкогольных напитков [Электронный ресурс]: учебник / [Л.П. Оганесянц и др.] - СПб.: ГИОРД, 2012. - 344 с.
5. Хозиев, О.А. Технология пивоварения: учебное пособие / О.А. Хозиев, А.М. Хозиев, В.Б. Цугкиева. - СПб.: Лань, 2012. - 560 с.
6. Корячкина, С.Я. Технология мучных кондитерских изделий: учебник / С.Я. Корячкина, Т.В. Матвеева. - СПб.: Троицкий мост, 2011. - 408 с.
7. Родионова, Л. Я. Технология алкогольных напитков: учебное пособие / Л.Я. Родионова, Е.А. Ольховатов, А.В. Степовой. - СПб.: Лань, 2017. - 352 с.
8. **Процессы и аппараты пищевых производств. В 2-х кн. Кн. 1: учебник / [А.Н. Остриков и др.]; под ред. А.Н. Острикова. - СПб.: ГИОРД,

2007. - 704 с

9. **Процессы и аппараты пищевых производств. В 2-х кн. Кн. 2: учебник / [А.Н. Остриков и др.]; под ред. А.Н. Острикова. - СПб.: ГИОРД, 2007. - 608 с.

10. Доброскок, Л. П. Основы консервирования и технохимконтроль [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. П. Доброскок, Л. В. Кузнецова, Н. В. Тимофеева. - Минск: Вышэйшая школа, 2012. - 400 с. - ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20242.html>

11. Кавецкий, Г.Д. Технологические процессы и производства (пищевая промышленность): учебник для студентов вузов / Г.Д. Кавецкий, А.В. Воробьева. - М.: КолосС, 2006. - 368 с.

12. Земсков, В.И. Производство растительных масел в условиях сельскохозяйственных предприятий малой мощности [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Земсков, И.Ю. Александров. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 252 с. - ЭБС «Лань» - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107293>

Коблева Мира Мугдиновна

Гишева Сима Асланолвна

Методические указания по изучению дисциплины
«Общие принципы обработки пищевого сырья» для бакалавров очной
и заочной форм обучения по направлению подготовки
19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья»,
профиль подготовки «Технология бродильных производств и виноделие»