

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

М.М. Данина

**ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ
ПРОДУКТОВ**

Учебно-методическое пособие

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Санкт-Петербург

2016

УДК 663.14.576.80.85

Данина М.М. Основы технологии пищевых продуктов: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 42 с.

Приведены стандартные и дополнительные методы контроля сырья и полуфабрикатов пищевых продуктов. Даны форма отчета по выполненным лабораторным работам и вопросы для самопроверки знаний.

Предназначено для бакалавров направления 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья; профиль бакалавриата 19.03.02 Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий; профиль бакалавриата 19.04.03 Технология бродильных производств и виноделие всех форм обучения дисциплины «Основы технологии пищевых продуктов».

Рецензент: доктор техн. наук, проф. Т.П. Арсеньева

Рекомендовано к печати Советом факультета пищевых биотехнологий и инженерии, протокол № 2 от 28.10.2015 г.



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 – 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2016

© Данина М.М., 2016

ВВЕДЕНИЕ

Методы анализа качества некоторых видов сырья представлены в данном учебно-методическом пособии.

Перед началом выполнения работ в лаборатории студент должен изучить правила охраны труда, техники безопасности и противопожарной профилактики и в процессе работы безоговорочно их выполнять.

Все необходимые расчеты и результаты опытов студент записывает в рабочую тетрадь. В учебно-методическом пособии приведена форма записи наблюдений.

Оформление лабораторных работ

В отчете по лабораторной работе должны быть приведены:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. План работы.
4. Краткое описание проведения эксперимента.
5. Полученные результаты по приведенной форме.
6. Выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Определение массовой доли влаги в муке различных сортов

Мука является основным видом сырья в производстве хлебобулочных, макаронных и мучных кондитерских изделий.

Мукой называют продукт, получаемый путем размола зерна злаков. Мукомольная промышленность выпускает муку различных видов, типов и сортов. *Вид* муки определяется родом зерна: пшеница, рожь, ячмень и т. п. Основные виды муки – пшеничная и ржаная. *Тип* муки зависит от ее назначения. Так, пшеничную муку вырабатывают трех типов: хлебопекарную, макаронную и общего назначения (для производства мучных кондитерских и кулинарных изделий). *Сорт* – основной показатель для всех видов и типов муки и зависит от технологии переработки зерна. Сорт муки зависит от ее выхода, т. е. количества муки, получаемого из 100 кг зерна. Чем выше выход муки, тем ниже ее сорт.

В оценке качества пшеничной муки большое значение имеет также ряд показателей, характеризующих ее хлебопекарное достоинство.

Согласно ГОСТ Р 52189–2003 пшеничную хлебопекарную муку в зависимости от белизны или массовой доли золы, массовой доли сырой клейковины, а также крупности помола подразделяют на сорта: экстра, высший, крупчатка, первый, второй и обойная.

Пшеничную муку общего назначения в зависимости от белизны или массовой доли золы, массовой доли сырой клейковины, а также крупности помола подразделяют на типы: М 45-23; М 55-23; МК 55-23; М 75-23; МК 75-23; М 100-25; М 125-20; М 145-23. Буква «М» обозначает муку из мягкой пшеницы, буквы «МК» – муку из мягкой пшеницы крупного помола. Первые цифры обозначают наибольшую массовую долю золы в муке в пересчете на сухое вещество в процентах, умноженное на 100, а вторые – наименьшую массовую долю сырой клейковины в муке в процентах.

Пшеничная мука может быть обогащена витаминами, минеральными веществами, хлебопекарными улучшителями и т. п. К наименованию такой муки соответственно добавляют: «витаминизированная», «обогащенная минеральными веществами», «обогащенная витаминно-минеральной смесью», «обогащенная сухой клейковиной» и др.

В соответствии с ГОСТ Р 52189–2003 по органолептически физико-химическим показателям пшеничная мука должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Показатели качества муки пшеничной хлебопекарной

Показатель	Сорт муки					
	Экстра	Высший	Крупчатка	I	II	Обойная
Массовая доля влаги, %, не более	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Массовая доля сырой клейковины, %, не менее	28,0	28,0	30,0	30,0	25,0	20,0
Качество сырой клейковины, усл. ед. прибора ИДК	35–100	35–100	35–100	35–100	40–100	35–100
Цвет	Белый или белый с кремовым оттенком	Белый или белый с кремовым оттенком	Белый или кремовый с желтоватым оттенком	Белый или белый с желтоватым оттенком	Белый с желтоватым или сероватым оттенком	Белый с желтоватым или сероватым оттенком с заметными частицами оболочек
Вкус	Свойственный пшеничной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький					
Запах	Свойственный пшеничной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый					

Показатель	Сорт муки					
	Экстра	Высший	Крупчатка	I	II	Обойная
Наличие минеральной примеси	При разжевывании муки не должно ощущаться хруста					
Металло-магнитная примесь, мг в 1 кг муки, не более	3,0					
Зараженность вредителями	Не допускается					
Загрязненность	Не допускается					

Цель работы – освоение современных методик оценки качества пшеничной муки по органолептическим и физико-химическим показателям.

Определение органолептических показателей

Аппаратура, сырье и материалы. Весы торговые, весы технические (аналитические), емкости для взвешивания, сита мучные, часы, термометр спиртовой, стеклянная пластинка размером 50×150 мм, лопаточки, эталоны муки, подковообразный магнит (с подъемной силой 12 кг), стеклянные стаканы, образец муки хлебопекарной.

Определение цвета

Цвет муки зависит от количества темноокрашенных частиц оболочек, от каротина, который растворен в жире муки, а также от крупноты помола. Кроме того, на цвет муки влияют оттенок цвета эндосперма, некоторое влияние оказывает влажность муки и длительность ее хранения.

Цвет муки связан с цветом мякиша хлеба. Потребитель обычно отдает предпочтение хлебу с более светлым мякишем. Из темной муки невозможно получить хлеб со светлым мякишем.

Цвет муки можно определить органолептически, сопоставляя его с эталоном цвета муки данного сорта и сравнивая с описанием эталона, или с помощью специальных приборов – цветомеров.

Определение цветности в сухой пробе. На сухую стеклянную пластинку лопаткой кладут 3–5 г испытуемой муки и рядом такое же количество муки, служащей образцом для сравнения цвета. Испытуемая мука должна соприкасаться с мукой эталона. Поверхность муки осторожно сглаживают и, накрыв стеклянной пластинкой, спрессовывают. Сняв верхнее стекло, ребром лопаточки или стекла срезают края муки в виде прямоугольника, затем определяют цвет, сравнивая с эталоном. При этом обращают внимание не только на общий тон окраски, но и на наличие частиц оболочек или примесей, нарушающих однородность окраски.

Определение цветности в мокрой пробе. Стекло со спрессованным брикетиком муки в наклонном положении погружают в сосуд с водой. По прекращении выделения пузырьков воздуха стекло вынимают, дают муке слегка обсохнуть (но не более чем в течение 2–3 мин) и определяют цвет. На увлажненной навеске яснее видны частицы оболочек (или примесей).

Определение запаха, вкуса, хруста

Запах муки обусловлен в основном наличием в ней нелетучих веществ; эфирных масел, альдегидов, спиртов и эфиров. Сразу после размола мука почти не имеет запаха. При хранении, особенно при неблагоприятных условиях, в муке образуются продукты распада ее составных частей (углеводов, белков, жиров) и их взаимодействия, которые могут придавать муке неприятный кислый или затхлый запах. Такой запах может быть связан с продуктами жизнедеятельности плесневых грибов или с наличием в муке нежелательных примесей (головни, донника, полыни и др.). Запах может быть связан с хранением или транспортированием муки вместе с неприятно пахнущими веществами.

Для определения запаха берут около 20 г муки, высыпают на чистую бумагу, согревают дыханием и исследуют на запах. Для уси-

ления ощущения это количество муки переносят в стакан, обливают горячей (60 °С) водой, воду сливают и определяют запах.

Вкус муки нормального качества – пресный, с ощущением при длительном разжевывании приятной сладковатости. Кислый или горький вкус свидетельствует о порче муки, в основном связанной с распадом жира. Чем ниже сорт муки, тем легче она подвергается порче, так как в муке низших сортов больше жира. Мука, полученная из проросшего зерна, обладает сладковатым вкусом.

Ощущение хруста при разжевывании является следствием наличия в муке минеральных примесей (глины, песка и др.).

Вкус и наличие хруста в муке определяют путем разжевывания 1–2 порций муки массой около 1 г каждая.

Определение физико-химических показателей

Определение влажности муки экспресс-методом

Техника определения. В два заранее высушенные и взвешенные бюкса берут навески муки массой по 4 г, взвешивают с точностью до $\pm 0,01$ г. Бюксы с навесками помещают в сушильный шкаф, нагретый до температуры 140–145 °С, крышки у бюксов должны быть открыты и подложены под дно. Температура при этом быстро падает (ниже 130 °С). В течение 10–15 мин ее доводят до 130 °С и при этой температуре продолжают высушивать в течение 40 мин (отклонение температуры не должно превышать ± 2 °С). Затем бюксы тигельными щипцами вынимают, закрывают крышками, охлаждают в эксикаторе в течение 20–30 мин и взвешивают.

Массовую долю влаги рассчитывают по формуле

$$W = \frac{(m - m_1)}{m} 100,$$

где m – масса продукта до высушивания, г; m_1 – масса продукта после высушивания, г.

Запись в лабораторном журнале

Масса пустого пакета (a)	г
Масса пакета с навеской образца до высушивания (b)	г
Масса образца ($m = b - a$)	г

Масса пакета с навеской образца после высушивания (с)	г
Масса высушенного образца ($m_1 = c - a$)	г
Масса испарившейся влаги ($m - m_1$)	г
Массовая доля влаги (W)	%
Заключение.....	

Определение влажности муки ускоренным методом

Техника определения. Применяется прибор ВЧ, представляющий собой две массивные металлические плиты (сплав алюминия и чугуна) круглой или прямоугольной формы, между которыми помещается тонкий слой высушиваемого материала. Высушивают объект в пакетах, которые готовят из газетной бумаги. Бумагу форматом 15×15 см складывают по диагонали, загибая края на 1,5 см. Подготовленные пакеты предварительно сушат в приборе при температуре 160°C в течение 3 мин, охлаждают 2–3 мин в эксикаторе и взвешивают с погрешностью $\pm 0,01$ г.

Во взвешенный пакет берут навеску продукта массой 4 г, распределяя ее по возможности равномерно по всей площади пакетика. Пакет закрывают, помещают в прибор и высушивают при температуре 160°C в течение 3 мин. По истечении времени высушивания пакеты с объектом сушки охлаждают 1–2 мин в эксикаторе и взвешивают. Из-за гигроскопичности бумаги и навески взвешивать пакеты следует быстро.

Массовую долю влаги рассчитывают по формуле

$$W = \frac{(m - m_1)}{m} 100,$$

где m – масса продукта до высушивания, г; m_1 – масса продукта после высушивания, г.

Запись в лабораторном журнале

Масса пустого бюкса (a)	г
Масса бюкса с навеской образца до высушивания (b)	г
Масса образца ($m = b - a$)	г
Масса бюкса с навеской образца после высушивания (c)	г

Масса высушенного образца ($m_1 = c-a$)	г
Масса испарившейся влаги ($m - m_1$)	г
Массовая доля влаги (W)	%
Заключение.....	

Контрольные вопросы

1. Какие методы используют для определения влажности муки?
2. Зачем образцы после высушивания кладут в эксикатор?
3. Назовите формулу для вычисления влажности муки.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Определение качества воды

Определение окисляемости

Окисляемостью воды называют количество окислителя или эквивалентное ему количество кислорода, расходуемое на окисление содержащихся в воде примесей. Окисляемость отражает содержание примесей, способных взаимодействовать с окислителями. По окисляемости принято характеризовать загрязненность воды органическими примесями. При анализе питьевой воды обычно определяют перманганатную окисляемость. Перманганат калия, будучи сильным окислителем, реагирует в кислой среде с восстановителями.

Реактивы:

1. Разбавленный раствор серной кислоты;
2. 0,1н раствор щавелевой кислоты;
3. 0,01н раствор щавелевой кислоты;
4. Приблизительно 0,1 и 0,01 н растворы перманганата калия.

Проведение анализа. В коническую колбу вместимостью 250 см³ наливают 100 см³ анализируемой воды, 5 см³ серной кислоты, разбавленной водой в соотношении 1:3, 10 см³ 0,01 н раствора перманганата калия. Туда же вносят несколько стеклянных шариков или капилляров. Закрыв колбу часовым стеклом, смесь нагревают 5 мин до кипения и кипятят 10 мин. К горячему раствору (температура не выше 80 °С) добавляют 10 см³ 0,01 н раствора щавелевой кислоты и тщательно перемешивают, вращая колбу. Обесцветившийся горячий раствор при 80 °С титруют 0,01н раствором КМnО₄ до появления слабо-розового окрашивания. Израсходованное на титрование количество перманганата равно его количеству, пошедшему на окисление примесей воды. 1 см³ 0,01н раствора КМnО₄ соответствует 0,08 мг кислорода.

В конце анализа проверяют нормальность перманганата калия по щавелевой кислоте. Для этого в горячий раствор после титрования вносят 10 см³ 0,01 н раствора щавелевой кислоты и титруют его перманганатом калия до появления розового окрашивания. Коэффициент нормальности перманганата калия (*K*) рассчитывают по уравнению

$$KV = 0,01 \cdot 10,$$

где *V* – объем перманганата, пошедший на титрование, см³.

Окисляемость воды (O_K) рассчитывают по формуле (в мг O_2 на 1 дм³ воды)

$$O_K = [(V_1 + V_2) k - 10] 0,08 \cdot 10,$$

где $(V_1 + V_2)$ – суммарный объем раствора перманганата калия, пошедшего на титрование, см³; 0,08 – количество кислорода, эквивалентное 1 см³ раствора перманганата концентрацией 0,01 моль/дм³.

Пример. На титрование пробы 100 см³ исследуемой воды пошло 3 см³ перманганата. При проверке нормальности рабочего раствора израсходовано 10,1 см³ перманганата. Следовательно, нормальность его $0,01 \cdot 10/10,1 = 0,0099$, коэффициент поправки равен $0,01/0,0099 = 1,01$. Окисляемость воды

$$O_K = [(3 + 10,1) 1,01 - 10] 0,08 \cdot 10 = 2,58 \text{ мг } O_2/\text{дм}^3.$$

Определение общей жесткости

Общая жесткость воды показывает концентрацию в ней катионов двухвалентных щелочноземельных металлов – кальция и магния. Общепринятым способом определения общей жесткости воды является комплексометрический с помощью трилона Б (двухзамещенной натриевой соли этилендиаминотетрауксусной кислоты). Этот способ основан на свойстве трилона Б образовывать с катионами некоторых металлов растворимые в воде комплексы и таким образом выводить их из ионного состояния.

Реактивы:

1. Аммиачный буферный раствор с рН 10;
2. 0,05 н раствор трилона Б;
3. Раствор эриохрома черного Т.;
4. 0,025 моль/дм³ раствор хлорида кальция;
5. 5 %-й раствор сульфида натрия;
6. 1 %-й раствор гидроксилamina солянокислого.

Проведение анализа. В коническую колбу на 300 см³ помещают такое количество анализируемой воды, чтобы суммарное содержание в ней ионов кальция и магния не превышало 0,5 мг-экв/дм³, т. е. при ожидаемой жесткости воды 0,5–5 мг-экв/дм³ для анализа берут 100 см³ воды, при жесткости 5–10,0 мг-экв/дм³ – 50 см³, а при 10–20 мг-экв/дм³ – 25 см³ воды.

Отобранный для анализа объем воды, если он менее 100 см³, доводят до 100 см³ дистиллированной водой, затем добавляют к ней 5 см³ аммиачного буферного раствора с рН 10, 7–8 капель раствора эриохрома черного Т и титруют 0,05 н раствором трилона Б при интенсивном размешивании до перехода винно-красной окраски раствора в сине-зеленую.

Если на титрование было израсходовано 10 см³ раствора трилона Б, то это указывает, что в отмеренном объеме воды суммарное содержание ионов кальция и магния больше 0,5 мг-экв. В таких случаях определение следует повторить, взяв меньший объем воды и разбавив ее до 100 см³ дистиллированной водой:

$$Ж_0 = V \cdot K \cdot 1000/a,$$

где V – количество трилона Б, взятого на титрование, см³; K – нормальность трилона Б; a – объем воды, взятой для анализа, см³.

Определению общей жесткости воды мешают медь, цинк, марганец и высокое содержание углекислых и двууглекислых солей. Влияние мешающих веществ устраняется в ходе анализа.

При определении общей жесткости воды, содержащей ионы меди и цинка, в пробу перед титрованием трилоном Б добавляют 1–2 см 5 %-го раствора сульфида натрия. При наличии в воде марганца к ней перед титрованием добавляют 5 капель 1 %-го раствора гидроксилamina.

Пример. На титрование 50 см³ воды израсходовано 7 см³ 0,05 н раствора трилона Б:

$$Ж_{Ca} = 7 \cdot 0,05 \cdot 1000/50 = 7 \text{ мг-экв/дм}^3.$$

Определение ионов кальция (кальциевая жесткость)

Определение содержания ионов кальция основано на свойстве ионов кальция в щелочной среде (рН 12) образовывать с индикатором мурексидом соединения, окрашивающие водный раствор в розовый цвет, однако это соединение менее прочное, чем комплекс, образующийся с трилоном Б. Поэтому при добавлении к воде, содержащей ионы кальция, мурексида, и титровании ее с трилоном Б в момент полного связывания ионов кальция в комплексе с трилоном Б розовая окраска раствора изменяется на лиловую.

Реактивы: мурексид; 1 н раствор гидроксида натрия; 0,1 н раствор трилона Б.

Проведение анализа. Для анализа берут такой объем воды, чтобы содержание в нем ионов кальция не превышало 0,5 мг-экв/дм³. В зависимости от ожидаемой концентрации ионов кальция в коническую колбу на 250 см³ отмеривают 100, 50, 25 см³ воды. Если взятый объем воды меньше 100 см³, то к ней добавляют дистиллированную воду до 100 см³. В эту же колбу вносят 2 см³ 1 н гидроксида натрия и 100–150 мг индикатора мурексида. Содержимое колбы после размешивания титруют 0,1 н раствором трилона Б до перехода розовой окраски в лиловую. Точку эквивалентности можно сделать более отчетливой, если анализируемую воду предварительно подкислить соляной кислотой и прокипятить для удаления диоксида углерода. В этом случае в анализируемую пробу прибавляют несколько миллилитров 0,1 н соляной кислоты до кислой реакции по лакмусовой бумажке, кипятят 5 мин и после этого в нее добавляют гидроксид натрия и индикатор.

Кальциевая жесткость (мг-экв/дм³):

$$Ж_{Ca} = V \cdot K \cdot 1000/a,$$

где V – количество трилона Б, взятого на титрование, см³; K – нормальность трилона Б; a – объем воды, взятой для анализа, см³.

Пример. На титрование 100 см³ воды израсходовано 9,5 см³ 0,05 н раствора трилона Б.

$$Ж_{Ca} = 9,5 \cdot 0,05 \cdot 1000/100 = 4,75 \text{ мг-экв/дм}^3.$$

Определение ионов магния (магниевая жесткость)

Содержание ионов магния вычисляют по разности между общей и кальциевой жесткостью:

$$Ж_{Mg} = Ж_o - Ж_{Ca}.$$

Пример. Общая жесткость воды – 7 мг-экв/дм³, а кальциевая – 4,75 мг-экв/дм³:

$$Ж_{Mg} = 7 - 4,75 = 2,25 \text{ мг-экв/дм}^3.$$

Определение щелочности

Способность воды связывать кислоты характеризуется величиной щелочности, обусловленной количеством воды ионов гидроксида OH^- и анионов слабых кислот CO_3 , HCO_3 . Определение щелочности основано на титровании воды соляной кислотой с индикаторами метиловым оранжевым и фенолфталеином. Различают общую щелочность, определяемую титрованием воды соляной кислотой с метиловым оранжевым, и свободную щелочность, определяемую титрованием с фенолфталеином.

Реактивы: 0,05 %-й раствор метилового оранжевого; 0,5 %-й раствор фенолфталеина; 0,1 н раствор соляной кислоты.

Проведение анализа: В коническую колбу на 250 см³ отмеривают 100 см³ воды, добавляют 3 капли фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором соляной кислоты до исчезновения розовой окраски титруемого раствора. Затем в ту же колбу добавляют 3 капли метилового оранжевого и продолжают титрование соляной кислотой до перехода желтой окраски раствора в оранжевую.

Общая щелочность воды (мг-экв/дм³):

$$\text{Щ}_o = V \cdot n \cdot 1000 / W,$$

где V – количество соляной кислоты, пошедшее на титрование с метиловым оранжевым, см³; W – объем воды, взятой для титрования, см³; n – нормальность раствора соляной кислоты.

Свободную щелочность вычисляют по аналогичной формуле, только берется количество соляной кислоты, пошедшей на титрование с фенолфталеином.

Пример: На титрование 100 см³ воды с фенолфталеином израсходовано 0,4 см³ 0,1 н раствора соляной кислоты, а на титрование с метиловым оранжевым – 2,8 см³:

$$\text{Щ}_o = 2,8 \cdot 0,1 \cdot 1000 / 100 = 2,8 \text{ мг-экв/дм}^3;$$

$$\text{Щ}_c = 0,4 \cdot 0,1 \cdot 1000 / 100 = 0,4 \text{ мг-экв/дм}^3.$$

Оценка качества воды по щелочности

Для технологической оценки воды важно знать влияние ее катионов и анионов на рН производственных сред, в которых

протекают биохимические процессы. Отрицательное влияние воды на ферментативный гидролиз крахмала, некрахмальных полисахаридов и белков наиболее часто проявляется в увеличении рН ячменно-солодовых заторов выше оптимальной величины. Для установления данного свойства воды необходимо знать щелочность. Так как отдельные ионы воды по-разному влияют на концентрацию водородных ионов в буферной системе при совместном введении в затор ионов Ca , HCO_3 , CO_3 , OH , его рН устанавливается в зависимости от количественного соотношения этих ионов. Данное соотношение назвали показателем пригодности воды по щелочности и обозначении $\Pi_{\text{щ}}$. Вода, имеющая $\Pi_{\text{щ}} < 1$, повышает рН затора, а имеющая $\Pi_{\text{щ}} > 1$ – понижает. При значениях $\Pi_{\text{щ}} = 1$ вода считается пригодной для технологических целей.

Показатель пригодности находят из соотношения

$$\Pi_{\text{щ}} = \text{Ж}_{\text{Ca}} / \text{Щ}_0,$$

где Ж_{Ca} – содержание ионов кальция, мг-экв/дм³, Щ_0 – общая щелочность, мг-экв/дм³.

Определение гидрокарбонат-ионов

В коническую колбу вместимостью 250 см³ вносят от 25 до 50 см³ исследуемой воды и доливают дистиллированную воду до объема 100 см³, добавляют 2–3 капли 0,1 %-го раствора метиленового оранжевого и титруют 0,1 н раствором HCl до перехода цвета раствора из желтого в розовый. При содержании гидрокарбонат-ионов более 300 мг/дм³ пробу воды кипятят с обратным холодильником в течение 5–7 мин, при переходе цвета раствора в желтый пробу дотитровывают раствором HCl .

Концентрация гидрокарбонат-ионов (X мг/дм³)

$$\text{Ж}_{\text{Ca}} = V \cdot N \cdot 61 \cdot 1000 / V_1,$$

где V – объем 0,1 н раствора HCl , израсходованного на анализ, см³; N – нормальность раствора HCl ; 61 – грамм-эквивалент гидрокарбонат-ионов; V_1 – объем воды, взятой для анализа, см³.

Контрольные вопросы

1. Назовите требования, предъявляемые к воде.
2. Чем отличается временная жесткость от постоянной?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Определение кислотности муки

Стандартом не предусмотрены требования к кислотности муки. Однако во время хранения, особенно при неблагоприятных условиях, кислотность повышается. Кислотность муки – важный показатель качества муки, свидетельствующий о ее свежести. Кислотность муки зависит также от ее сорта. При одинаковой длительности и условиях хранения титруемая кислотность при снижении сортности муки повышается.

Различают титруемую кислотность (общую) и активную (рН). Титруемая кислотность, выражаемая в градусах, характеризует общее количество свободных кислот и кислых солей. Под градусом кислотности понимают количество 1 н раствора гидроксида натрия, требующееся для нейтрализации кислот и кислых солей, содержащихся в 100 г муки.

Стандарт предусматривает определение титруемой кислотности по водно-мучной суспензии и по водному экстракту.

Определение титруемой кислотности муки по водномучной суспензии

Показатель титруемой кислотности не должен превышать для пшеничной муки высшего сорта 3 град; для муки I сорта – 3,5; II сорта – 4,5.

Аппаратура, сырье и материалы. Весы технические, колба коническая, цилиндр мерный, бюретка, капельница, 1 %-й раствор фенолфталеина, 0,1 н раствор гидроксида натрия, дистиллированная вода, мука хлебопекарная.

Техника определения. Из испытуемой пробы берут навеску муки массой 5 г с погрешностью не более 0,01 г, переносят ее в сухую коническую колбу вместимостью 100–150 см³ и приливают цилиндром 50 см³ дистиллированной воды. Содержимое колбы перемешивают до исчезновения комков муки и добавляют три капли 3 %-го раствора фенолфталеина, а в болтушку из ржаной муки – пять капель индикатора. Затем болтушку титруют 0,1 н раствором гидроксида натрия до появления ясного розового окрашивания, не исчезающего при спокойном стоянии колбы в течение 20–30 с. При исчезновении розового окрашивания по истечении указанного времени прибавляют

еще 3–4 капли раствора фенолфталеина. Появление розового окрашивания свидетельствует об окончании титрования. В противном случае титрование продолжают.

Кислотность муки X (в градусах кислотности) вычисляют по формуле

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

где V – количество 0,1 н раствора гидроксида натрия, пошедшее на титрование, см³; m – масса навески муки, г; K – поправочный коэффициент к 0,1 н раствору гидроксида натрия; 1/10 – коэффициент пересчета 0,1 н. раствора гидроксида натрия на 1 н.

Вычисления проводят с точностью до второго десятичного знака с последующим округлением до первого десятичного знака.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать для муки 0,2 градуса.

Запись в лабораторном журнале

Масса навески муки m	г
Количество 0,1 н. раствора NaOH V , израсходованное на 5 г муки.....	см ³
Количество 1 н. раствора NaOH $V/10$, израсходованное на 5 г муки.....	см ³
Поправочный коэффициент K к 0,1 н. раствору NaOH	
Кислотность муки X	град
Заключение	

Определение титруемой кислотности муки по водному экстракту

Навеску муки 25 г муки помещают в молочную бутылку, приливают мерной колбой 250 мл дистиллированной воды, тщательно перемешивают и оставляют на 2 часа для возможно более полной диффузии экстрактивных веществ. Затем фильтруют в сухую колбу, возвращая первые порции фильтрата на фильтр. Из полученного

фильтрата отбирают пипеткой 25 мл в коническую колбу вместимостью 100 мл, добавляют 3–4 капли раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором щелочи до розовой окраски. Из двух параллельных определений берут средний результат и выражают кислотность в градусах, для чего количество израсходованного 0,1 н. раствора щелочи умножают на 4.

Запись в лабораторном журнале

Количество 0,1 н. раствора щелочи, израсходованного на 25 г фильтрата.....	мл
Масса муки, соответствующая 25 мл фильтрата.....	г
Количество 1 н. раствора щелочи, израсходованного на 100 г муки.....	мл
Кислотность.....	град

Контрольные вопросы

1. Какое значение имеет показатель кислотности муки?
2. Назовите методы определения кислотности муки.
3. Чем обусловлена кислая реакция муки?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Определение качества сырой клейковины и ее массовой доли

Навеску муки 25 г, взятую на технологических весах с точностью до 0,1 г, помещают в фарфоровую ступку, добавляют 13 мл водопроводной воды температурой 18 ± 2 °С и шпателем замешивают тесто до его однородности. Приставшие к шпателю частички теста снимают ножом и присоединяют к куску теста. По окончании замеса полученное тесто хорошо проминают руками и, скатанное в виде шара, кладут в чашку, прикрывают стеклом (для предотвращения заветривания) и оставляют его на 20 минут в покое при температуре 18 ± 2 °С. Затем опускают тесто в тазик с 1–2 л воды температурой 18 ± 2 °С и, разминая его пальцами, отмывают крахмал и оболочки.

Промытую воду меняют 3–4 раза по мере накопления в ней крахмала и оболочек, процеживая ее через густое шелковое сито для улавливания частичек клейковины, которые присоединяются к общей массе клейковины. Когда большая часть крахмала будет отмыта и клейковина, сначала мягкая и рвущаяся, станет более связанной и упругой, разминание и промывание можно вести энергичнее до тех пор, пока промывная вода не перестанет быть мутной.

Для устранения полноты отмывания клейковины применяют следующие способы:

1) к капле воды, выжатой из отмытой клейковины, добавляют каплю раствора йода в йодистом калии – отсутствие синего окрашивания указывает на полное удаление крахмала;

2) в чистую воду, налитую в хорошо вымытый стакан, выжимают из клейковины 2–3 капли промывной воды: отсутствие помутнения указывает на полноту удаления крахмала.

Отмытую клейковину хорошо отжимают от воды руками, пока она не начнет прилипать к ним, и взвешивают с точностью до 0,01 г. Затем ее повторно промывают в течение 5 мин под струей воды, отжимают и вновь взвешивают. Промывание заканчивают, когда разница между двумя взвешиваниями будет менее 0,1 г. Полученное количество клейковины выражают в процентах к муке:

$$X = \frac{m}{25} 100,$$

где m – количество клейковины, отмытой от муки, г; 25 – количество муки, г; X – количество клейковины в муке, %.

Норма допустимого отклонения при контрольных и арбитражных определениях количества клейковины ± 2 %.

Запись ведут в следующем виде

Количество отмытой из муки клейковины.....	г
Количество муки.....	г
Количество клейковины в муке.....	%
Заключение.....	

О физических свойствах клейковины судят по растяжимости и эластичности клейковины, которые определяют после установления ее цвета.

Под растяжимостью клейковины понимают свойство ее растягиваться в длину. Для определения растяжимости клейковину берут тремя пальцами обеих рук и над линейкой с миллиметровыми делениями равномерно растягивают до разрыва так, чтобы все растягивание продолжалось около 10 с.

При растягивании не допускается подкручивание клейковины. В момент разрыва клейковины отмечают длину, на которую она растянулась. По растяжимости клейковина характеризуется следующим образом: короткая (при растяжимости до 10 см), средняя (от 10 до 20 см) и длинная (свыше 20 см).

Эластичностью клейковины называется свойство ее восстанавливать первоначальную форму после снятия растягивающего усилия. Об эластичности клейковины можно судить по ее поведению при определении растяжимости. Кроме того, устанавливают эластичность отдельных кусочков клейковины, оставшихся после определения растяжимости. Кусочек клейковины тремя пальцами растягивают над линейкой с миллиметровыми делениями примерно на 2 см и отпускают или кусочек клейковины сдавливают между большим и указательным пальцами. По степени и скорости восстановления первоначальной длины или формы кусочка клейковины судят об ее эластичности.

Эластичные свойства клейковины из муки нормального качества находятся в обратной зависимости от ее растяжимости: чем более растяжима клейковина, тем она менее эластична. Поэтому производственные лаборатории хлебозаводов дают качественную оценку клейковины не по ее эластичности, а по растяжимости.

Свойства слабой и сильной клейковины после того как ее отмыли из муки и положили в воду, неодинаковы. Слабая клейковина или тотчас же после ее отмывания или даже при отмывании образует сплошной липкий комочек с большой растяжимостью. После нескольких часов отлежки такой клейковины под водой (30 °С) она сильно расплывается, почти полностью теряет эластичность и способность сопротивляться растяжению. Очень слабая клейковина при этом превращается в липкую тянущуюся клееобразную массу. Сильная (крепкая) клейковина тотчас после отмывания обычно образует плохо сливающиеся отдельные дольки или сплошной упругий комочек губчатого строения. По мере отлежки под водой комочек клейковины приобретает однородное строение, растяжимость клейковины несколько увеличивается.

В зависимости от эластичности и растяжимости клейковину подразделяют по стандарту на три группы. При заполнении качественных удостоверений на отпускаемую муку клейковина I группы характеризуется как хорошая, II группы – удовлетворительная.

При пониженном качестве клейковины (III группа) указывается соответствующий признак: неэластичная, крошащаяся и т. д.

Для определения массы сухой клейковины отмытую и отжатую клейковину высушивают на приборе ВНИИХП – ВЧ. Для этого в два предварительно просушенных и взвешенных бумажных пакета берут навеску 4–5 г, распределяя ее по возможности равномерно по всей площади пакета. Пакет закрывают и помещают между плитами прибора, нагретыми до 160 °С, и выдерживают при этой температуре 10 мин. Затем, охладив в эксикаторе в течение 2 мин, пакеты с клейковиной взвешивают.

В процессе определения сухой клейковины вычисляют влажность клейковины и ее гидратационную способность.

Под влажностью клейковины понимают количество влаги в клейковине по отношению к массе сырой клейковины (в среднем она колеблется от 60 до 70 %):

$$X = \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} 100,$$

где m_1 – масса сырой клейковины, г; m_2 – масса сухой клейковины, г;
 X – влажность клейковины, %.

Под гидратационной способностью понимают способность клейковины поглощать то или иное количество воды по отношению к массе сухой клейковины. Гидратационная способность клейковины обычно колеблется в пределах от 150 до 250 %.

$$X = \frac{m_1}{m_2} 100,$$

где m_1 – масса сырой клейковины, г; m_2 – масса сухой клейковины, г;
 X – гидратационная способность клейковины, %.

Выход сухой клейковины

$$X = \frac{m_2}{m_1} 100,$$

где m_1 – масса сырой клейковины, г; m_2 – масса сухой клейковины, г;
 X – выход сухой клейковины, %

Запись ведут в следующем виде

Масса пакета.....	г
Масса пакета с клейковиной до высушивания	г
Масса сырой клейковины	г
Масса пакета с клейковиной после высушивания	г
Масса сухой клейковины	г
Влажность.....	%
Гидратационная способность.....	%
Выход сухой клейковины	%
Заключение.	

Определение качества сырой клейковины на приборе ИДК-1

Этот прибор предназначен для определения способности клейковины оказывать сопротивление деформирующей нагрузке сжатия.

Результаты измерения упругости образца клейковины выражают в условных единицах шкалы прибора. Чем выше указанная способность образца, тем меньше он сожмется и тем меньшая величина $H_{СЖ}$ будет зафиксирована на шкале прибора.

Шарик сырой клейковины массой 4 г после 15-минутной его отлежки в воде температурой 18 ± 1 °С помещают в центр опорного столика, нажимают кнопку «Пуск» и, удерживая в нажатом положении 2–3 с, отпускают. Пуансон опускается и сжимает клейковину в течение 30 с. По истечении указанного времени загорается лампочка «Отсчет» и производится снятие показаний по шкале прибора.

Затем нажимают кнопку «Тормоз» и поднимают пуансон в верхнее положение, снимают с опорного столика образец клейковины и вытирают сухой мягкой тканью диски пуансона и опорного столика. За показатель качества клейковины принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений.

При контрольных и арбитражных анализах допускается отклонение ± 5 единиц шкалы прибора. В зависимости от показаний прибора, выраженных в условных единицах шкалы прибора, клейковину относят к соответствующей группе качества.

Очень сильная (неудовлетворительно крепкая).....	0–15
Сильная (удовлетворительно крепкая).....	20–60
Средняя (хорошая).....	60–75
Удовлетворительно слабая	80–100
Неудовлетворительно слабая	100–120

Контрольные вопросы

1. Что включает в себя понятие «сила» муки?
2. От чего зависит «сила» муки?
3. Как определить количество клейковины?
4. Какими реологическими свойствами обладает клейковина?
5. Принцип метода определения упругих свойств на приборе ИДК.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Анализ сырья (органолептическая оценка, определение влажности)

Органолептическая оценка

Зернопродукты – солод, дробленый ячмень, ячменная мука, дробленый рис и сечка, обезжиренная кукурузная мука или крупка, обезжиренная соевая мука – используются для обеспечения сортовых особенностей некоторых сортов пива.

Качество зернопродуктов оценивается по органолептическим показателям (внешнему виду, цвету, запаху, вкусу) и по их влажности.

Вкус определяют разжевыванием небольшого количества продукта. Отмечают наличие горького, кислого вкуса или посторонних привкусов.

Запах определяют в пробе, взятой в ладонь и согретой дыханием. Более определенно о запахе можно судить, если продукт всыпать в стакан, залить кипящей водой, размешать, закрыть стакан стеклянной пластинкой и дать постоять 10 мин. Запах должен соответствовать культуре зерна и быть чистым, ни в коем случае не иметь посторонних оттенков (затхлости, плесени).

Определение влажности

Показатель влажности (массовой доли влаги) является важнейшим для оценки качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий. Содержание влаги характеризует энергетическую ценность продукта, так как чем больше в единице массы продукта воды, тем меньше сухих веществ (белков, жиров, углеводов и др.).

Влажность продукта предопределяет условия и сроки его хранения, поскольку избыток влаги способствует развитию микроорганизмов (в том числе вызывающих гниение и плесневение) и ускоряет ферментативные и химические реакции. Влажность не должна превышать 15–15,5 %, в противном случае невозможно гарантировать сохранность зерна. Количество влаги в сырье влияет на технико-экономические показатели работы предприятий.

Массовую долю влаги определяют прямыми и косвенными методами. К *прямым* методам относится отгонка (дистилляция) воды из навески с применением высококипящих органических жидкостей и последующим определением объема перегнанной воды, а также химические методы, основанные на взаимодействии воды с определенным реагентом. Эти методы довольно громоздки, сложны и недостаточно точны. В отличие от прямых методов, в *косвенных* определяется не сама влага в анализируемом объекте, а показатель, функционально связанный с массовой долей влаги материала. К косвенным методам относятся термогравиметрические (методы высушивания), физические (определение массовой доли сухих веществ по величине относительной плотности или рефрактометрически), электрометрические (определение влажности по электропроводности) методы.

Наиболее распространенным среди косвенных методов является метод определения массовой доли влаги по сухому остатку. В этом случае количество влаги устанавливают по разнице массы навески до и после высушивания. Существует два основных способа высушивания, отличающихся режимами и продолжительностью сушки:

- метод высушивания до постоянной массы;
- ускоренный метод высушивания.

Цель работы: освоить методики определения массовой доли влаги в пищевых продуктах.

Лабораторная работа выполняется по четырем вариантам:

- 1-й вариант* – определение массовой доли влаги ячменя;
- 2-й вариант* – определение массовой доли влаги солода;
- 3-й вариант* – определение массовой доли влаги дрожжей;
- 4-й вариант* – определение массовой доли влаги риса.

Метод высушивания до постоянной массы

Приборы и материалы: средний образец продукта; аналитические весы; бюксы; сушильный шкаф; тигельные щипцы; эксикатор.

Ход определения. Для анализа необходима бюкса, высушенная в сушильном шкафу при температуре 100–105 °С до постоянной массы. В предварительно взвешенную бюксу помещают навеску измельченного вещества массой 3–5 г, взятую с погрешностью $\pm 0,0002$ г, и высушивают в сушильном шкафу при 100–105 °С до тех пор, пока не установится постоянная масса остатка, т. е. пока два последующих взвешивания навески не покажут практически оди-

наковую массу. Результаты взвешивания округляют до тысячных долей грамма. Разница в массе между двумя последующими взвешиваниями должна быть не более 0,001 г. Первое взвешивание навески обычно проводят спустя 3–4 ч от начала сушки, а каждое последующее – через 1–2 ч в зависимости от свойств высушиваемого продукта. Сушат продукт с одной, а в ответственных случаях с двумя повторностями. Расхождение между повторными определениями по этому методу должно лежать в пределах 1 % (относительного). Среднюю величину из двух повторных определений принимают за массовую долю влаги исследуемого объекта. При взвешивании бюксы с навеской крышка должна быть закрыта, высушивают объект при открытой крышке. Конец контактного термометра, который измеряет температуру в сушильном шкафу, должен находиться на уровне бюкс с навесками, его показания должны соответствовать заданной температуре.

Расчет массовой доли влаги и запись в лабораторном журнале даны ниже в описании определения массовой доли влаги ускоренным методом высушивания.

Ускоренный метод высушивания

Приборы и материалы: средний образец продукта; аналитические весы; бюксы; сушильный шкаф; тигельные щипцы; эксикатор.

Ход определения. В две заранее высушенные и тарированные бюксы помещают навески исследуемого образца массой по 5 г, взвешивают с точностью до 0,01 г. Навески в открытых бюксах с подложенными под дно крышками помещают в сушильный шкаф с температурой 130 °С. Навески высушивают 50 мин, затем тигельными щипцами бюксы вынимают, закрывают крышками и охлаждают в эксикаторе не менее 20 мин и не более 2 ч. После охлаждения бюксы взвешивают с точностью до 0,01 г.

Обработка результатов. Массовую долю влаги рассчитывают по формуле

$$W = \frac{(m - m_1)}{m} 100,$$

где m – масса продукта до высушивания, г; m_1 – масса продукта после высушивания, г.

Запись в лабораторном журнале

Масса пустого бюкса (a).....	г
Масса бюкса с навеской образца до высушивания (b).....	г
Масса образца ($m = b - a$).....	г
Масса бюкса с навеской образца после высушивания (c).....	г
Масса высушенного образца ($m_1 = c - a$)	г
Масса испарившейся влаги ($m - m_1$)	г
Массовая доля влаги (W)	%
Заключение.....	

Экспрессный метод высушивания

Приборы и материалы: аппарат конструкции Чижовой (или аналоги ВЧМ, ПИВИ-1, Кварц-21М, АПС-1, Элекс-7); пакеты из фильтрованной (или газетной) бумаги; средний образец продукта; эксикатор; аналитические весы.

Ход определения. При экспрессном методе высушивания используется прибор ВНИИХП-ВЧ конструкции Чижовой (или аналоги).

Пакетики (конвертики) из фильтровальной (или газетной) бумаги размером 16×16 см предварительно высушивают в приборе при температуре 160°C в течение 3 мин, охлаждают 1–2 мин в эксикаторе, взвешивают с точностью до 0,001г. Навеску продукта массой 5 г равномерно распределяют по пакетику и помещают в аппарат при температуре 160°C . Длительность высушивания зависит от влажности и свойств материала.

Наименование продукта	Продолжительность высушивания, мин
Мука	3
Солод, ячмень, рис	10
Дрожжи прессованные	7
Готовые изделия	3

Высушенные пакеты с продуктом охлаждают 3–5 мин в эксикаторе и взвешивают на аналитических весах. Из-за гигроскопичности бумаги и навески взвешивать пакеты следует быстро. По формуле (см. с. 8) рассчитывают массовую долю влаги навески.

Запись в лабораторном журнале

Масса пустого пакета (a).....	г
Масса пакета с навеской образца до высушивания (b).....	г
Масса образца ($m = b - a$)	г
Масса пакета с навеской образца после высушивания (c)	г
Масса высушенного образца ($m_1 = c - a$)	г
Масса испарившейся влаги ($m - m_1$)	г
Массовая доля влаги (W)	%
Заключение	

Контрольные вопросы

1. Принципы определения массовой доли влаги прямым и косвенным методами.
2. Как осуществляется процесс сушки по ускоренному методу?
3. Как осуществляется процесс сушки по экспрессному методу?
4. Как добиться воспроизводимости результатов при определении массовой доли влаги различными методами?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Определение абсолютной массы и пленчатости зерна

Пленчатостью называют количество мякинной оболочки, выраженное в процентах от общей массы зерна.

Толщина (количество) мякинной оболочки ячменя, кроме чисто химического влияния на состав полученного сусла и пива, оказывает влияние на рентабельность переработки того или другого сорта ячменя. Чем меньше оболочка, тем больше выхода экстракта можно ожидать от ячменя. Тонкокожие ячмени содержат 6–7 % мякинной оболочки, толстокожие – 10 % и выше. Кроме того, толстая пленка содержит больше дубильных и горьких веществ, понижающих качество пива.

Мякинная оболочка ячменя прочно приклеена к ядру пектиновыми веществами, чтобы снять их, нужно сначала растворить эти вещества. Для определения пленчатости пользуются методами Омарова (обработка горячей щелочью) и Люффа (обработка слабым раствором аммиака).

Определение абсолютной массы зерна

Абсолютной массой зерна называют массу сухого вещества 1000 зерен, выраженную в граммах. Этот метод является информативным, но не обязательным при оценке качества солода, так как он зависит от сортовых особенностей зерна ячменя, масса 1000 зерен которого может колебаться в широких пределах. Современные сорта пивоваренного ячменя имеют значение массы 1000 зерен от 40 до 45 г. Соответственно масса 1000 зерен солода будет колебаться в пределах 38–43 г, при этом, чем лучше разрыхлен солод, тем меньше масса 1000 зерен.

Приборы и материалы, необходимые для проведения анализа:

- весы аналитические;
- разлинованный лист бумаги с 50 квадратами;
- средний образец солода.

Ход определения. Обычно для облегчения подсчета определяют массу 500 зерен, для чего в каждый квадрат разлинованного листа бумаги помещают 10 целых зерен солода. Затем полученный результат умножают на 2. Навеску взвешивают с точностью до 0,01 г.

Таким образом, определяют абсолютную массу солода в расчете на воздушно-сухое вещество. Абсолютную массу в пересчете на сухое вещество находят по формуле:

$$A = \frac{x (100 - W)}{100},$$

где x – масса 1000 зерен, г; W – влажность зерна, %.

За норму принимают следующие показатели: 28–38 г – для воздушно-сухого солода; 25–35 – для сухого вещества солода.

Метод Люффа

Приборы и реактивы: конические колбы на 100–150 см³; водяная баня; стеклянная или фарфоровая чашка; 5 %-й раствор аммиака.

Ход анализа. Взвешивают на аналитических весах 50 зерен ячменя, переносят их в толстостенную склянку емкостью от 100 до 150 см³, снабженную хорошо притертой стеклянной или плотной резиновой пробкой, приливают 10 см³ 5 %-го раствора аммиака, завязывают пробку тонкой проволокой или шпагатом и помещают склянку в водяную баню, нагретую до 80 °С, так глубоко, чтобы вода снаружи склянки стояла несколько выше внутреннего уровня. Температуру 80 °С поддерживают 1 час, после чего сливают аммиачный раствор с зерен.

Зерна высыпают в стеклянную или фарфоровую чашку осторожно сдирают с них оболочку, сначала прилегающую к зародышу спинную часть, а затем брюшную. Оболочку высушивают при 105 °С в течение 3 часов и взвешивают. При пересчете необходимо иметь в виду, что во время обработки аммиаком оболочка теряет в среднем 1/12 часть своего веса.

Расчет пленчатости (в процентах) на воздушно-сухое вещество ведут по формуле

$$X = \frac{100}{m} \left(a + \frac{a}{12} \right),$$

где a – масса сухих пленок, г; m – масса 50 зерен ячменя.

Расчет пленчатости (в процентах) на сухое вещество ведут по формуле

$$X = \frac{100}{m} \left(a + \frac{a}{12} \right) \frac{100}{100 - W},$$

где W – влажность ячменя, %.

Определение массовой доли влаги в солоде

Массовой долей влаги (влажностью) называют количество воды, удаляемой из солода при высушивании, выраженное в процентах к его массе. Основное значение массовой доли влаги заключается в том, что с ее изменением меняется содержание сухих веществ, а следовательно, и выход экстракта их единицы массы солода. Как правило, для определения влажности солода используется ускоренный метод высушивания: когда навеску размолотого солода сушат в электрическом сушильном шкафу при температуре 130 °С в течение 40 минут. Воспроизводимость результатов определения массовой доли влаги этим методом зависит от крупности помола зерна и высоты его слоя при высушивании.

Для уменьшения ошибки солод небольшими порциями промалывают на специальных дисковых размельчителях, а постоянство высоты слоя размолотого солода достигается тем, что для анализа всегда берут навеску около 5 г и высушивают ее в металлических бюксах диаметром 48 мм.

Приборы и материалы, необходимые для проведения анализа:

- сушильный шкаф;
- мельница тонкого и грубого помола;
- металлические бюксы с крышками;
- тигельные щипцы;
- эксикатор;
- образец солода;
- технические весы, ложечка и банка с притертой крышкой.

Ход определения. Из образца солода берут около 30 г и размалывают на лабораторной мельнице тонкого помола. Размолотое зерно собирают в стеклянную банку с притертой пробкой. Перед взятием навески солод хорошо перемешивают и ложкой из разных

мест берут порции для двух параллельных навесок в предварительно высушенные и взвешенные бюксы. Взвешивание 5 г производят на технических весах с точностью до 0,01 г.

В сушильный шкаф, нагретый до 130 °С, помещают бюксы, причем их ставят на снятые с них крышки. Через 10 минут, когда бюксы нагреются до 130 °С, отмечают время и ведут высушивание в течение 40 минут. Затем бюксы щипцами вынимают из шкафа, накрывают их крышками и охлаждают в эксикаторе в течение 15–20 минут, после чего их взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г.

Массовую долю влаги рассчитывают по формуле, %:

$$W = \frac{x(a - b)}{(a - c)} 100,$$

где a – масса бюкса с навеской до высушивания, г; b – масса бюкса с навеской после высушивания, г; c – масса пустого бюкса, г.

Пример. Масса бюкса с навеской до высушивания $a = 24,64$ г. Масса бюкса после высушивания $b = 24,38$ г. Масса пустого бюкса $c = 19,64$ г.

$$W = \frac{x(24,64 - 24,38)}{(24,64 - 19,64)} 100 = 5,2 \text{ \%}.$$

Нормативные значения массовой доли влаги для светлого солода составляют 4,5–6,0 %, для темного солода – от 1,0 до 5,0 %. Предельное значение влажности для товарного солода обычно 5 %.

Контрольные вопросы

1. Строение зерна ячменя.
2. Оболочка зерна, ее состав.
3. Влияние пленчатости ячменя на качество солода и пива.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Определение активной и титруемой кислотности пивного сусла, пива, соков

Определение титруемой кислотности пивного сусла и пива

О кислотных свойствах растительного сырья и продуктов его переработки более полное представление дает величина титруемой кислотности, а не рН. Это объясняется тем, что в материалах растительного происхождения всегда присутствуют белки, продукты их гидролиза и фосфаты, обладающие большой буферной способностью. Поэтому в производственных условиях определение титруемой кислотности имеет важное значение. Так, например, по значению кислотности судят о биологической чистоте производственных сред, определяют кислотность готовой продукции и ее соответствие требованиям ГОСТов и т. д.

В различных отраслях бродильной промышленности кислотность выражают в разных единицах и для определения конца титрования используют разные индикаторы. В производствах солода, пива, кваса, фруктовых вод кислотность выражают в миллилитрах 1 н. раствора щелочи на 100 мл анализируемой жидкости на 100 г экстракта, или на 100 г сухих веществ при анализе твердых продуктов (зерна, солода), конец титрования определяют по фенолфталеину. В производстве спирта кислотность принято выражать в градусах: 1° соответствует 1 мл 1 н раствора щелочи, израсходованного на титрование 20 мл анализируемой жидкости с индикатором метиловым красным (в производстве спирта из зерно-картофельного сырья) или бромтимоловым синим (в производстве спирта из мелассы).

Сущность методов определения титруемой кислотности заключается в титровании определенного объема жидкости 0,1 н. раствором щелочи. Конец титрования определяют тремя методами: при помощи соответствующего индикатора; по достижении раствором заданного значения рН (электрометрическое титрование); по достижении раствором заданного значения коэффициента пропускания (фотоэлектрическое титрование).

Определение кислотности пивного сусла

Аппаратура и реактивы. Конические колбы на 250 мл; пипетки на 10 мл; бюретка на 25 мл; 0,1 н раствор щелочи; красный фенолфталеин.

Ход определения. В коническую колбу на 250 мл пипеткой отмеривают 10 мл сусла, добавляют 20 мл дистиллированной воды и 3–4 капли фенолфталеина. Полученный раствор титруют 0,1 н. раствором щелочи до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Кислотность X (в миллилитрах 1 н. раствора щелочи на 100 мл сусла) равна количеству миллилитров 0,1 н. раствора щелочи, израсходованной на титрование.

Запись в лабораторном журнале

Активная кислотность сусла, рН
Титруемая кислотность, миллилитр 1 н. раствора щелочи
на 100 мл сусла
Заключение

Определение титруемой кислотности соков

Титруемая кислотность определяется прямым титрованием отмеренного объема сусла титрованным раствором щелочи до нейтральной реакции, устанавливаемой при помощи индикатора.

Метод 1-й

Приборы и реактивы: коническая колба объемом 250–300 см³; бюретка на 25 см³; пипетка на 10 см³; стеклянная палочка; нагревательный прибор; 0,1 и 1 н. растворы гидроксида натрия или калия; 0,4 %-й раствор бромтимолового синего (0,4 г индикатора растворяют в 10 см³ спирта-ректификата и доводят свежекипяченой, нейтрализованной до рН 7 дистиллированной водой до объема 100 см³. Интервал перехода рН от 6 до 7,6. Окраска в щелочной среде синяя, в кислой – желтая); буферный раствор с рН 7 (107,3 г однозамещенного фосфорнокислого калия растворяют в 500 см³ 1 н. раствора гидроксида натрия и доводят водой до объема 1 дм³).

Техника определения. В коническую колбу отбирают 10 см³ сока, сусла или вина, добавляют 25 см³ воды и нагревают до начала кипения, чтобы удалить углекислый газ. К пробе добавляют 1 см³ индикатора бромтимолового синего и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия до появления зелено-синей окраски, после чего сразу доливают 5 см³ буферного раствора. Полученный раствор служит раствором сравнения. Затем в другую коническую колбу отмеряют 10 см³ сусла (или вина), 30 см³ воды, нагревают до кипения, добавляют 1 см³ индикатора и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия до появления окраски, идентичной окраске раствора сравнения. При титровании небродящих соков и сусел нагрев необязателен. Раствор сравнения служит для серии определений кислотности соков, сусел или вин, близких по окраске.

Расчет: титруемую кислотность выражают в миллиграмм-эквивалентах (мг-экв) на 1 дм³ в пересчете на винную, сульфатную или, в случае плодово-ягодных соков, сусел или вин, на яблочную кислоту, пользуясь формулой

$$T = K a (1000/v),$$

где T – титруемая кислотность, мг-экв/дм³; a – количество 1 н раствора гидроксида натрия (или гидроксида калия), израсходованного на титрование, см³; v – объем пробы, см³; 1000 – множитель для пересчета на 1 дм³; K – коэффициент, учитывающий исследуемый вид кислоты.

Величина K выражает количество миллиграмм-эквивалентов, или граммов кислоты, соответствующее 1 см³ раствора гидроксида натрия или гидроксида калия. Для 1 см³ 0,1 н. раствора K равно 0,1 мг-экв, или 0,0075 г винной, 0,0067 яблочной и 0,0049 г серной кислот. Подставляя эти величины в формулу и допуская, что $v = 10$ см³, после соответствующих сокращений получаем:

для винной кислоты (в.к.)

$$T_{\text{в.к.}} = 0,75a, \text{ г/дм}^3;$$

для яблочной кислоты (я.к.)

$$T_{\text{я.к.}} = 0,67a, \text{ г/дм}^3;$$

для серной кислоты (с.к.)

$$T_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,49a, \text{ г/дм}^3;$$

В России титруемую кислотность виноградных соков, сусел и вин принято выражать в граммах винной кислоты на 1 дм³, а плодово-ягодных – яблочной.

Результаты параллельных определений выражают с точностью до 0,01, а окончательный результат округляют до 0,1.

Метод 2

Приборы и реактивы: коническая колба объемом 250–300 см³; бюретка на 25 см³; пипетка на 10 см³; стеклянная палочка; нагревательный прибор; 0,1 и 1 н. растворы гидроксида натрия или калия.

Техника определения. В коническую колбу емкостью 250–300 см³ наливают 100 см³ дистиллированной воды, добавляют 1 см³ 1 %-го раствора фенолфталеина и 5 см³ исследуемого сока, сусла или вина. Нагревают до начала кипения и титруют 0,1 н. раствором едкого натрия или калия до появления слабо-розового окрашивания. В красных соках окраска сока при титровании вначале изменяется в грязно-бурую, затем снова появляется розовая окраска уже в результате изменения цвета индикатора. Титруемую кислотность виноградных соков и вин (X) выражают в граммах винной кислоты на 1000 см³ вина и вычисляют по формуле

$$X = (a \cdot 0,0075 \cdot 1000)/5,$$

где a – количество 0,1 н. раствора едкого натрия, израсходованного на титрование кислот в 5 см³ сока или вина, см³; 0,0075 (для плодово-ягодного вина 0,0067) – количество винной кислоты, эквивалентное 1 см³ 0,1 н. раствора едкого натрия, г; 1000 – коэффициент пересчета на 1000 см³ вина; 5 – количество вина, взятое для титрования, см³.

В сильноокрашенных красных соках титруемую кислотность определяют после предварительного разбавления сока дистиллированной водой. В мерную колбу емкостью 100 см³ вносят 10 см³ сока, доливают до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. В коническую колбу наливают 20 см³ разбавленного сока, вливают 100 см³ дистиллированной воды, предварительно нагретой до кипения, добавляют 1 см³ 1 %-го раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором едкого натрия или калия до слабо-розового окрашивания. Титруемую кислотность вина (X) вычисляют по формуле

$$X = (a \cdot 0,0075 \cdot 100 \cdot 1000)/(10 \cdot 20), \text{ или } X = a \cdot 3,75,$$

где a – количество 0,1 н. раствора едкого натрия, израсходованного при титровании разбавленного вина, см³.

Контрольные вопросы

1. Какие виды кислотности Вы знаете?
2. В каких единицах определяется титруемая кислотность?
3. В каких единицах определяется активная кислотность?
4. Для чего определяется показатель кислотности?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Введение в технологии продуктов питания: Лаб. практикум / Г.М. Мелькина, О.М. Аношина, Л.А. Сапронова и др. – М.: КолосС, 2007. – 248 с.
2. **Ермолаева Г.А.** Справочник работника пивоваренного предприятия. – СПб.: Профессия, 2004. – 536 с.
3. Контроль качества сырья, полуфабрикатов и хлебобулочных изделий: Учеб. пособие для вузов / С.Я. Корячкина, Н.В. Лабутина, Н.А. Березина и др. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 496 с.
4. **Косминский Г.И.** Технология солода, пива и безалкогольных напитков: Лаб. практикум по технохимическому контролю производства. – Минск: Дизайн ПРО, 1998. – 352 с.
5. **Кунце В., Мит Г.** Технология солода и пива. – СПб.: Профессия, 2001. – 912 с.
6. **Мармузова Л.В.** Технология хлебопекарного производства. Сырье и материалы. – М.: Академия, 2011. – 288 с.
7. **Матвеева Т.В., Корячкина С.Я.** Технология мучных кондитерских изделий: Учеб. – СПб.: Троицкий мост, 2011. – 224 с.
8. **Пащенко Л.П., Жаркова И.М.** Технология хлебобулочных изделий: Учеб. – М.: Лань, 2014. – 672 с.
9. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий): Учеб. пособие для вузов / Л.П. Пащенко, Т.В. Санина, Л.И. Столярова и др. – М.: КолосС, 2007. – 215 с.
10. Сырье хлебопекарного производства: Справ. Т. 1. М.: ГОСНИИХП, 2008. – 149 с.
11. Химия отрасли. Лабораторный практикум / Сост. С.Н. Евстафьев. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – 65 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	
Определение массовой доли влаги в муке различных сортов.....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	
Определение качества воды	11
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	
Определение кислотности муки	18
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	
Определение качества сырой клейковины и ее массовой доли	21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5	
Анализ сырья (органолептическая оценка, определение влажности).....	26
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6	
Определение абсолютной массы и пленчатости зерна	31
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7	
Определение активной и титруемой кислотности пивного сусла, пива, соков	35
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	40

Данина Марина Максимовна

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор

Т.Г. Смирнова

Титульный редактор

Р.А. Сафарова

Компьютерная верстка

Н.В. Гуральник

Дизайн обложки

Н.А. Потехина

Печатается

в авторской редакции

Подписано в печать 25.04.2016. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 2,56. Печ. л. 2,75. Уч.-изд. л. 2,5

Тираж 50 экз. Заказ № С 23

Университет ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

Издательско-информационный комплекс
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9