

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра химии

О. П. Кушнарева

ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Часть 2

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания, 18.03.01 Химическая технология

Оренбург
2018

УДК 577.1(076.5)
ББК 28.707я7
К96

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Т. М. Крахмалева

Кушнарева, О.П.
К96 Химические основы биологических процессов. В двух частях. Часть 2: методические указания / О. П. Кушнарева ; Оренбургский гос. ун-т. Оренбург: ОГУ, 2018.

Выражаю глубокую благодарность в подготовке данного издания
Макишевой С.С.

В методических указаниях представлен лабораторный практикум, вопросы к защите лабораторных работ, перечень рекомендуемой литературы для изучения дисциплины.

Данные методические указания являются продолжением части 1 и составляют единый комплекс по сопровождению лабораторных работ курса «Химические основы биологических процессов».

Данные методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по курсу «Химические основы биологических процессов» для студентов, обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания, 18.03.01 Химическая технология.

УДК 577.1(076.5)
ББК 28.707я7

© Кушнарева О. П., 2018
© ОГУ, 2018

Содержание

Введение	4
1 Клейковина, её состав и свойства	5
1.1 Лабораторная работа №1. Определение количества и качества сырой клейковины зерна пшеницы	7
1.2 Вопросы к защите лабораторной работы № 1	12
2 Липиды	13
2.1 Лабораторная работа № 2. Определение сырого жира в аппарате Сокслета	15
2.2 Лабораторная работа № 3. Оценка качества пищевых жиров по основным показателям.....	17
2.3 Вопросы к защите лабораторных работ № 2, 3	21
3 Кислотность пищевых продуктов.....	23
3.1 Лабораторная работа № 4. Определение кислотности пищевых продуктов.....	25
3.2 Вопросы к защите лабораторной работы 4	30
4 Проращивание зерна.....	32
4.1 Лабораторная работа № 5. Колобковая выпечка для распознавания муки из проросшего зерна.....	33
4.2 Вопросы к защите лабораторной работы № 5	35
5 Хлебопекарные качества муки. Биохимические процессы, протекающие при замесе теста и выпечке хлеба	36
5.1 Лабораторная работа № 6. Пробная выпечка	39
5.2 Вопросы к защите лабораторной работы № 6	42
6 Литература, рекомендуемая для изучения дисциплины.....	43
Список использованных источников	45

Введение

Данные методические указания составляют единое целое с первой частью и являются их продолжением. Вторая часть методических указаний по дисциплине «Химические основы биологических процессов» включает сведения по таким разделам курса, которые имеют прикладную направленность и технический характер. Представлены краткие теоретические сведения, методики выполнения лабораторных работ, контрольные вопросы для самопроверки по таким разделам как клейковина зерна, кислотность пищевых продуктов, качество пищевых жиров и хлебопекарные свойства муки.

Порядок подготовки к занятиям, выполнения лабораторной работы, оформления отчета и защиты представлены во введении к первой части методических указаний.

1 Клейковина, её состав и свойства

Под клейковиной понимают белковый комплекс, образующийся при отмывании теста от крахмала и обладающий упругими и эластичными свойствами.

Клейковина, отмытая из пшеничного теста, представляет собой сильно гидратированный гель, состоящий в основном из белков, но содержащий кроме него углеводы, липиды и минеральные вещества. Содержание компонентов клейковины зависит от сорта муки, ее подготовки к замесу, продолжительности отмывания и различных других факторов. Сумма белков в клейковине составляет от 75 % до 99 %, представленных главным образом, глиадином (до 45 %) и глютелином (до 42 %).

Значение клейковины заключается в том, что она формирует тесто. При замешивании муки с водой в процессе приготовления теста отдельные частицы клейковины, набухая, слипаются друг с другом и образуют непрерывную фазу гидратированного белка, в результате чего и образуется компактная, упругая масса теста. Углекислый газ, выделяемый дрожжами при брожении теста, растягивает клейковину, то есть разрыхляет эту массу, увеличивая ее объем, придает ей мелкопористую структуру, которая закрепляется при выпечке, образуя характерную пористую структуру хлебного мякиша. Качество выпекаемого хлеба во многом зависит от свойств клейковины.

Клейковина является весьма лабильным продуктом и довольно легко изменяет свои вязко-упруго-эластичные свойства под влиянием различных факторов. На свойства клейковины могут оказывать действие, например, активное вентилирование, тепловая сушка, низкие температуры, газация, операции, связанные с подготовкой зерна к помолу (гидротермическая обработка), размол в муку, процессы, происходящие при хранении зерна и муки и, наконец, целый цикл процессов, связанных с приготовлением теста и выпечкой хлеба.

Под влиянием высокой температуры клейковина денатурируется, теряет связность, становится жесткой, неэластичной, малорастяжимой. Причем, чем выше

влажность зерна, тем чувствительнее оно к тепловой денатурации. Однако, если зерно имеет слабую клейковину, то кратковременное тепловое воздействие можно использовать как один из способов ее укрепления.

Укрепляющим действием обладают также различные окислители – непредельные жирные кислоты и некоторые другие вещества. При этом происходит окисление сульфгидрильных (-SH-) или пептидных (-CO-NH-) группировок в соседних макромолекулах клейковинного белка, в результате чего возможна их спайка через дисульфидные или азотные мостики, что усиливает жесткость всего клейковинного комплекса.

К веществам, понижающим упругие свойства клейковины, относятся такие как бисульфиты, цистеин, мочевины, глутатион, неионогенные эмульгаторы, протеолитические ферменты.

Различают клейковину «нормального качества», «слабую», «крепкую», «крошащуюся» и другую. Качество клейковины определяют различными методами, например, по скорости растягивания клейковины под тяжестью пятиграммовой гирьки. Определение качества клейковины производят также с помощью вискозиметра Ауэрмана-Воскресенского. В этом случае о механических свойствах клейковины судят по продолжительности истечения навески 2 г клейковины через отверстие сечением в 4,9 мм под давлением груза в 3 кг. В настоящее время для определения вязко-эластичных свойств клейковины применяют пенетрометры различных марок, а также отечественные приборы ПЭК-3, ПЭК-3А, ИДК-1. С помощью пенетрометров измеряют глубину проникновения в клейковину специального тела с погружением, а с помощью ПЭК-3А и ИДК-1 – сжимаемость шарика клейковины под влиянием известного груза за определенное время.

Для суждения о качестве клейковины определяют также её расплываемость. Из клейковины делают шарик, который кладут под стеклянный колпак, и оставляют при определенной температуре на некоторое время. Если была взята мука из зерна, поврежденного клопом-черепашкой, то есть мука, содержащая активные ферменты, расщепляющие белки, шарик расплывается. Если мука была нормальная, хорошая, то после отлёжки форма шарика практически не изменится. Если мука была

получена из морозобойного зерна, то в этом случае, наоборот, шарик клейковины станет даже более компактным.

1.1 Лабораторная работа №1. Определение количества и качества сырой клейковины зерна пшеницы

Испытуемый материал: мука пшеничная

Реактивы: водопроводная вода, раствор этанола ω (C_2H_5OH) = 70 %, раствор этанола ω (C_2H_5OH) = 65 %

Опыт 1 Определение количества сырой клейковины

Метод изложен в ГОСТ 27839-2013 «Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины».

25 г муки взвешивают на технических весах с точностью до 0,1 г. Навеску переносят в фарфоровую ступку или чашечку и заливают 13 см³ водопроводной воды. Пестиком или шпателем замешивают тесто, пока оно не станет однородным. Приставшие к пестику или ступке частицы присоединяют к куску теста и хорошо приминают его руками.

Скатанное в шарик тесто кладут в ступку или чашечку, закрывают крышкой (стеклом) и оставляют на 20 минут для набухания клейковины. Затем начинают отмывание клейковины под слабой струёй воды, температура которой от 18 °С до 20 °С над густым шелковым или капроновым ситом. Сначала отмывают осторожно, чтобы вместе с крахмалом и оболочками не отрывались кусочки клейковины, а когда большая часть крахмала и оболочек будет отмыта – более энергично. Оторвавшиеся кусочки клейковины тщательно собирают с сита и присоединяют к общей массе клейковины.

Допускается отмывать клейковину в тазу или чашке. В таз наливают не менее 2 дм³ воды, опускают тесто в воду и отмывают крахмал и частицы оболочек зерна,

разминая тесто руками. Когда в воде накапливается крахмал и частицы оболочек, воду меняют, процеживая ее через шелковое или капроновое сито.

При выделении клейковины из пшеницы пониженного качества (пораженной клопом-черепашкой, морозобойной, проросшей и тому подобное) ее отмывают медленно и осторожно, вначале в тазу. Отмывают до тех пор, пока оболочки не будут полностью отмыты и вода, стекающая при отжимании клейковины, не будет почти прозрачной (без мути).

Клейковина, которая не отмывается, характеризуется как «не отмываемая».

Отмытую клейковину отжимают между ладонями, вытирая их время от времени сухим полотенцем, при этом клейковину несколько раз выворачивают и снова отжимают между ладонями, пока она не начнет слегка прилипать к рукам. Отжатую клейковину взвешивают, затем еще раз промывают 3 минуты, вновь отжимают и взвешивают на технических весах.

Если разница между двумя взвешиваниями не превышает 0,1 г, то отмывание клейковины считают законченным. Содержание сырой клейковины выражают в процентах к массе взятой навески.

При контрольных и арбитражных анализах расхождения при определении количества сырой клейковины не должны превышать 2 %.

Опыт 2 Определение качества сырой клейковины

Качество сырой клейковины характеризуется упругими свойствами, оцениваемыми приборами (ИДК-I или аналогичными) с технической характеристикой: величина деформирующей нагрузки (120 ± 2) г, продолжительность воздействия деформирующей нагрузки на образец (30 ± 2) с; пять единиц шкалы соответствует 0,35 мм перемещения пуансона; максимальное расстояние между неподвижным столиком и пуансоном (20 ± 1) мм.

Из отжатой и взвешенной клейковины выделяют навеску 4 г, обминают её от 3 до 4 раз пальцами, формируют в шарик и помещают на 15 минут в чашку или ступку с водой с температурой (18 ± 2) °С. Затем приступают к определению упругих свойств. Если клейковина крошащаяся, после отмывания губчато-образная, легко

рвущаяся и не формируется после обминания в шарик, то ее относят к III группе (неудовлетворительная) без определения качества на приборе.

Если масса отмытой клейковины менее 4 г, необходимо увеличить навеску размолотого зерна и заново отмыть клейковину.

Опыт 3 Определение упругих свойств (качества) клейковины при помощи прибора ИДК- I

Прибор состоит из трех основных частей: измерительного блока, стойки и крышки. В нижней части измерительного блока укреплен круглый столик, на который помещают испытуемый образец клейковины. Над столиком находится груз пуансон, заканчивающийся диском. При проведении анализа груз свободно перемещается в вертикальном направлении. Продолжительность воздействия груза на образец клейковины ограничивается при помощи реле времени. В остальное время груз заторможен специальным механизмом. Прямолинейное перемещение преобразуется механическим путем во вращательное движение указателя шкалы, расположенного на передней стенке измерительного блока.

Измерение упругости клейковины производят в следующем порядке.

На столик прибора помещают образец клейковины массой 4 грамма. Нажимают кнопку включения реле времени, груз получает возможность свободно опуститься на образец клейковины. По истечении 30 секунд реле времени срабатывает, груз затормаживается, указатель показывает на шкале величину характеристики образца. Записав показания прибора, нажимают кнопку включения реле времени, затем поднимают груз в крайнее положение вверх и, удерживая его таким образом, нажимают на рычажок выключения. Прибор выключен. Испытанный образец клейковины снимают со столика.

Перебивка клейковины перед испытанием не допускается. По величине условных единиц прибора клейковину относят к одной из трех групп по качеству – таблица 1.

Таблица 1 – Группы качества клейковины

Показания прибора в условных единицах	Группа качества	Характеристика клейковины
0 - 15	III	неудовлетворительная крепкая
20 - 40	II	удовлетворительная крепкая
45 - 75	I	хорошая
80 - 100	II	удовлетворительная слабая
105 - 120	III	неудовлетворительная слабая

Показания прибора записывают с точностью до одного деления шкалы (5 условных единиц). Доли до половины деления шкалы отбрасывают, и доли равные половине деления и более считают за целое деление.

При контрольных и арбитражных анализах допускается отклонение (± 5) условных единиц прибора (одно деление шкалы).

Первоначальный анализ считают правильным, если данные его не выходят за эти пределы отклонения. Результаты определения содержания сырой клейковины пшеницы проставляют в документах о качестве зерна (сертификатах и удостоверениях) с точностью до 1,0 %. При этом десятые доли процента, равные или больше 5 приравнивают к единице, а меньше 5 – отбрасывают: 26,5 = 27 %, 26,7 = 27 %, 26,4 = 26 %. Уход за прибором для измерения упругости клейковины и работу на нем проводят в соответствии с прилагаемой к нему заводской инструкцией по эксплуатации.

Количество и качество пшеничной клейковины нормируется стандартом. Зерно твердой пшеницы должно иметь по стандарту (ГОСТ 9353-90) сырой клейковины в первом классе не менее 26 %, во втором – 25 %, а в третьем – 22 % с качеством по всем классам не ниже второй группы. Зерно мягкой «сильной» пшеницы должно содержать не менее 28 % сырой клейковины по качеству не ниже первой группы (ГОСТ 9353-90).

Опыт 4 Определение количества глиаина пшеницы

Отвешивают 3 г клейковины и нарезают на возможно более мелкие кусочки, переносят в колбу (от 100 до 150 см³) и заливают 20 см³ раствора спирта с массовой долей ω (C₂H₅OH) = 70 %. Концентрация спирта должна быть такой, чтобы после разбавления его водой, содержащейся в клейковине, она была равна от 65 % до 66 %. В клейковине содержится в среднем 66 % воды и, следовательно, в 3 г клейковины - 2 г воды. Взятое количество спирта обеспечивает нужную концентрацию спирта.

Глиаин экстрагируют при температуре от 20 °С до 25 °С в течение 30 минут периодически взбалтывая. После этого спиртовой раствор с растворенным в нем глиаином осторожно сливают через фильтр в стакан, клейковину второй раз заливают 20 см³ раствора спирта ω (C₂H₅OH) = 65 %, хорошо взбалтывают и снова ставят на 20 минут для экстрагирования. По истечении этого времени раствор декантируют и пропускают через фильтр в тот же стакан.

10 см³ спиртового экстракта переносят пипеткой в предварительно высушенный фарфоровый стаканчик или чашку для выпаривания. Спиртовой экстракт глиаина сначала выпаривают на водяной бане, остаток (глиаин) высушивают в сушильном шкафу при 105 °С до постоянного веса. Сухой остаток взвешивают и вычисляют содержание глиаина в процентах.

При более точных определениях глиаина экстрагирование производят три раза. Полученные экстракты собирают отдельно и концентрируют в вакууме при температуре бани не выше 35 °С, начиная с последнего экстракта, чтобы не подвергнуть излишнему воздействию тепла главную массу глиаина, содержащуюся во втором, и особенно, в первом экстракте. Полученный белок дважды перерастворяют в растворе спирта ω (C₂H₅OH) = 65 %, дважды промывают дистиллированной водой.

Опыт 5 Качественная реакция на глиаин

Отвешивают 1 г клейковины, нарезают на мелкие кусочки, переносят в колбу (от 100 до 150 см³) и заливают 10 см³ раствора спирта ω (C₂H₅OH) = 70 % оставляя

затем для экстрагирования на 30 минут, каждые 15 минут содержимое колбы взбалтывают. После настаивания жидкость отфильтровывают. Фильтрат разливают пополам, в две чистые пробирки, к одной из них приливают двукратный объем дистиллированной воды. При снижении концентрации спирта глиадин выпадает в осадок и раствор мутнеет.

1.2 Вопросы к защите лабораторной работы № 1

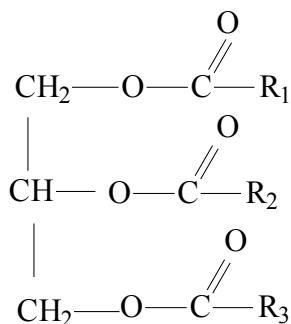
- 1) Что такое клейковина?
- 2) Что и в каком отношении входит в состав клейковины?
- 3) Как получают клейковину?
- 4) Какие вы знаете методы анализа качества клейковины?
- 5) От чего зависят упругие и эластичные свойства клейковины?
- 6) Какие факторы влияют на качество клейковины?
- 7) Как влияют на качество и выход клейковины окислители?
- 8) Какое действие оказывают на клейковину липиды?
- 9) Как можно укрепить клейковину? Ослабить клейковину?
- 10) Какова роль клейковины в процессе хлебопечения?
- 11) Почему нельзя испечь хлеб из рисовой, кукурузной муки?

2 Липиды

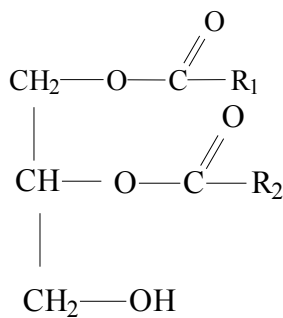
Липидами называется сложная смесь органических веществ, выделяемых из растительных и животных объектов. Они обладают близкими физико-химическими свойствами, в первую очередь, нерастворимостью в воде и хорошей растворимостью в ряде органических растворителей (диэтиловом эфире, бензоле, хлороформе, спиртах).

Основную массу этих веществ составляют сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и высокомолекулярных жирных кислот – глицериды. Кроме глицеридов в состав липидов входят свободные жирные кислоты, воски, фосфо- и гликолипиды, жирорастворимые пигменты, стерины, жирорастворимые витамины, а также продукты их разнообразных превращений. Основную массу липидов составляют глицериды, которые являются, по существу, жирами.

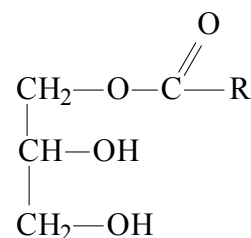
В состав жиров в основном входят триглицериды, но присутствуют ди- и моноглицериды:



триглицерид



диглицерид



моноглицерид

где $\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$ – радикалы жирных кислот

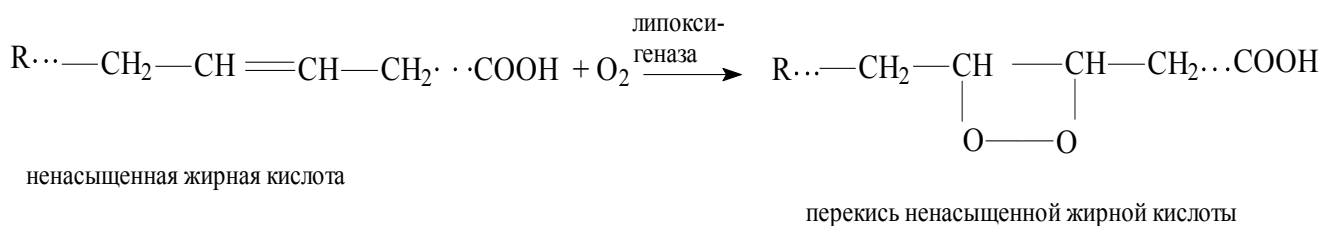
Липиды – важные компоненты пищи, во многом определяют пищевую ценность и вкусовые достоинства.

Исключительно велика роль липидов в разнообразных процессах пищевой технологии. Порча зерна и продуктов его переработки при хранении (прогоркание),

в первую очередь, связана с изменением его липидного комплекса.

Поскольку в жире содержатся ненасыщенные жирные кислоты, он может легко окисляться. Процесс окисления жира, окисления ненасыщенных жирных кислот, может идти сам по себе за счет присоединения кислорода воздуха по месту двойных связей. Однако этот процесс может значительно ускоряться под влиянием особого фермента, содержащегося в зерне, муке и крупе – липоксигеназы. Она особенно активна в сое и соевой муке.

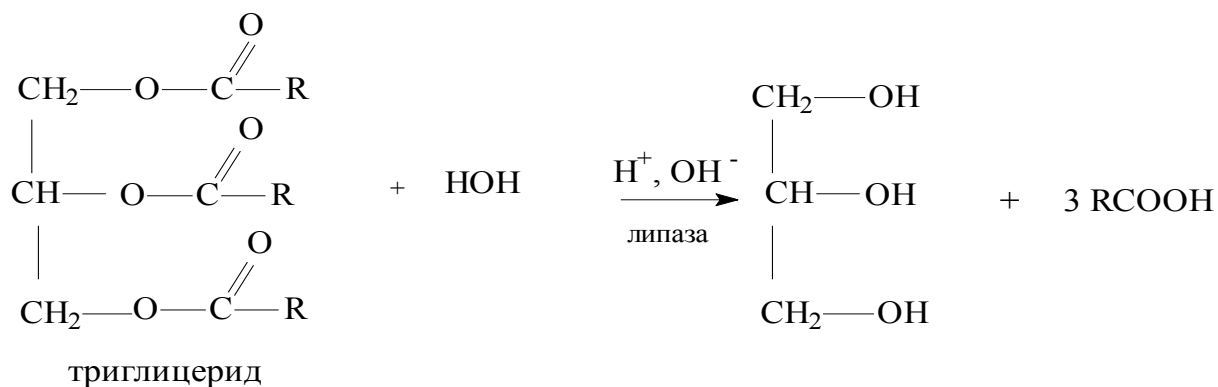
В результате действия липоксигеназы ненасыщенные жирные кислоты образуют перекиси и гидроперекиси:



Гидроперекиси и перекиси являются очень активными окислителями. Они легко окисляют жирные кислоты, причем образуются неприятные на вкус и запах вещества, вследствие чего жир прогоркает. Поэтому наличие в зерне липоксигеназы способствует прогорканию муки и крупы при хранении. Перекиси и гидроперекиси могут легко окислять также желтые красящие вещества муки – каротиноиды, вследствие чего мука и тесто светлеют.

Это обстоятельство имеет большое значение при изготовлении и сушке макарон. Поэтому в последние годы усиленно изучается активность липоксигеназы у различных сортов твердой пшеницы, из которых готовят муку, используемую в макаронной промышленности.

Под влиянием фермента липазы, кислот, щелочей или специальных смесей жиры (триглицериды) гидролизуются с образованием сначала ди-, а затем моноглицеридов и в конечном итоге – жирных кислот и глицерина.



В результате гидролиза повышается общая кислотность зерна и муки.

2.1 Лабораторная работа № 2. Определение сырого жира в аппарате Сокслета

Сущность метода состоит в извлечении жира из продукта органическим растворителем (по ГОСТу - диэтиловый эфир). Извлеченный жир называют сырым, так как в него входит не только собственный жир (глицерид), но и все другие растворимые в органических растворителях вещества (липиды). На рисунке 1 представлен аппарат Сокслета, который используют для извлечения сырого жира.

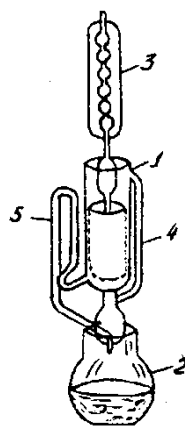


Рисунок 1 – Аппарат Сокслета

Испытуемый материал: мука, измельченное зерно.

Реактивы: органические растворители - диэтиловый эфир или петролейный эфир, бензин, гексан, этанол, пропанол.

Навеску муки или тонко размолотого зерна от 8 до 10 г, проходящего без остатка через сито с отверстиями диаметром 1 мм, пересыпают в пакетик из фильтровальной бумаги. Образец взвешивают в пакете и по разности массы между пакетом с образцом и пустым пакетом определяют массу взятой навески. Пакет с веществом вкладывают в экстрактор, присоединяют к нему холодильник (3) и колбочку (2), в которую перед этим наливают растворитель на 2/3 её емкости. Количество растворителя должно отвечать полуторному или двойному количеству растворителя, необходимого для заполнения экстрактора.

Пустив воду в холодильник, колбочку с растворителем нагревают до температуры от 40 °С до 50 °С, погрузив её неглубоко в электрическую водяную баню. Пары растворителя, пройдя по широкой трубке экстрактора, конденсируются в холодильнике и в виде капель стекают в экстрактор. Чтобы избежать улетучивания паров растворителя через холодильник, растворитель не должен сильно кипеть.

Работу прибора следует регулировать таким образом, чтобы сливание растворителя по сифонной трубке происходило от 8 до 15 раз в течение часа. При нормальном действии аппарата экстрагирование достаточно вести в течение 6 часов. При более точных определениях и в зависимости от содержания жира в веществе, экстрагирование продолжается от 10 до 12 часов. По окончании экстрагирования

растворителю дают последний раз стечь из экстрактора, прекращают нагревание и разъединяют прибор.

Пакетик с обезжиренным образцом высушивают на воздухе (под тягой) и доводят до постоянного веса, подсушивая в сушильном шкафу при температуре 60°C.

Содержание жира на сухое вещество вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(M_1 - M_2) \cdot 100}{P(100 - W)}, \quad (1)$$

где M_1 - масса пакета с навеской до экстракции, г;

M_2 - масса пакета с навеской после экстракции, г;

P - масса навески, г;

W - влажность продукта, %.

2.2 Лабораторная работа № 3. Оценка качества пищевых жиров по основным показателям

Основными качественными показателями жиров являются кислотное число, число омыления, йодное число.

Кислотным числом жира называется количество мг едкого кали, необходимое для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира. Оно зависит от качества сырья, способа получения масел или жиров, длительности и условий хранения и прочее. Кислотное число – один из основных показателей степени свежести жира и регламентировано ГОСТами на различные виды пищевых масел и жиров.

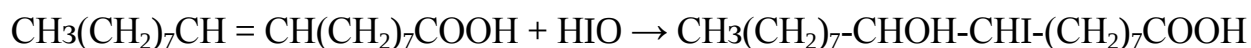
Определение кислотного числа жира основано на нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в навеске исследуемого вещества, спиртовым

раствором щелочи (ГОСТ Р 50457-92 (ИСО 660-83)).

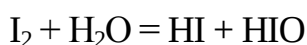
Йодное число – количество граммов йода, связываемое 100 граммами данного жира. Этот показатель характеризует степень стойкости жира в процессе хранения, стойкость его к окислению, так как ненасыщенные жирные кислоты присоединяют по месту двойных связей кислород воздуха, обуславливая процессы прогоркания и высыхания жиров.

Определение йодного числа основано на способности непредельных жирных кислот количественно присоединять молекулу галогена по месту двойной связи в условиях, при которых эта реакция не сопровождается замещением водорода на галоген.

По методу Маргошеса определение йодного числа осуществляется при помощи спиртового раствора йода. Сущность метода основана на реакции:



Йодноватистая кислота образуется при взаимодействии йода с водой по уравнению:



Остаток неприсоединившегося йода оттитровывается тиосульфатом натрия.

Число омыления характеризует общее количество свободных и связанных жирных кислот, входящих в состав данного жира. Оно выражается количеством мг едкого кали, необходимого для нейтрализации свободных и связанных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира. Для жиров и масел одинакового происхождения число омыления колеблется в незначительных пределах, характеризуя, таким образом, его природу.

Для определения числа омыления по ГОСТ 5478–2014 навеску исследуемого жира обрабатывают спиртовым раствором щелочи до полного омыления глицеридов и жирных кислот, избыток щелочи оттитровывают раствором соляной кислоты.

Опыт 1 Определение кислотного числа

Испытуемый материал: масло растительное, масло сливочное, маргарин.

Реактивы: смесь эфира и этанола (1:1), фенолфталеин или тимолфталеин,

спиртовой раствор едкого калия $C(KOH) = 0,1$ моль/дм³.

В коническую колбу вместимостью 150 см³ отвешивают 3 г испытуемого масла, приливают 25 см³ мл смеси этанола и эфира, добавляют несколько капель индикатора (фенолфталеин для светлых масел или тимолфталеин для темнокрашенных). Полученный раствор при постоянном помешивании титруют раствором КОН до получения розовой окраски, устойчивой в течение 30 секунд. Если индикатор тимолфталеин – до грязно-зеленой.

Кислотное число рассчитывают по формуле:

$$К. Ч. = \frac{V \cdot 5,61 \cdot K}{m}, \quad (2)$$

где V – объем раствора КОН, израсходованный на титрование, см³;

K – поправочный коэффициент к титру щелочи;

5,61 – титр раствора КОН, мг/см³;

m – масса навески, г.

В соответствии со стандартами кислотное число пищевых растительных масел в зависимости природы и сорта колеблется в пределах от 0,2 до 6 мг.

Опыт 2 Определение йодного числа

Испытуемый материал: масло растительное, масло сливочное, маргарин.

Реактивы: спирт этиловый, раствор йода $C(I_2) = 0,1$ моль/дм³, раствор тиосульфата натрия $C(Na_2S_2O_3) = 0,1$ моль/дм³.

На предварительно взвешенное часовое стекло помещают несколько капель исследуемого масла и снова взвешивают. Опускают стекло с маслом в химический стакан и добавляют стократное количество спирта. При навеске масла от 0,2 до 0,3 г добавляют от 20 до 30 см³ спирта. Для лучшего и более быстрого растворения навески смесь подогревают на водяной бане при температуре около 50 °С, периодически встряхивая. Затем прибавляют пипеткой 20 см³ спиртового раствора йода, хорошо перемешивают и добавляют мерным цилиндром 200 см³ дистиллированной воды. Добавляя воду, постоянно перемешивают смесь стеклянной

палочкой. Затем оставляют на 5 минут, прикрыв стакан часовым стеклом, после чего остаток неприсоединившегося йода оттитровывают раствором тиосульфата натрия. Одновременно проводят контрольный опыт без жира и рассчитывают йодное число по формуле:

$$\text{Й. Ч.} = \frac{(V_0 - V) \cdot K \cdot 100 \cdot 0,01269}{m}, \quad (3)$$

где V_0 – объем раствора тиосульфата, израсходованный в контрольном опыте, см^3 ;

V – объем раствора тиосульфата, израсходованный на титрование остатка йода после взаимодействия его с йодом, см^3 ;

K – поправочный коэффициент к титру тиосульфата;

0,01269 – титр тиосульфата по йоду;

m – масса навески, г.

Опыт 3 Определение числа омыления

Испытуемый материал: масло растительное, масло сливочное, маргарин.

Реактивы: спиртовой раствор едкого кали $\text{С (KOH)} = 0,5 \text{ моль/дм}^3$, раствор соляной кислоты $\text{С(HCl)} = 0,5 \text{ моль/дм}^3$, фенолфталеин или тимолфталеин.

В коническую колбу на 250 см^3 помещают 2 г испытуемого масла с точностью до 0,0001 г. Чтобы взять точную навеску жидких масел поступают следующим образом: в предварительно взвешенный на аналитических весах стакан на 50 см^3 пипеткой помещают 10 капель масла, взвешивают и рассчитывают массу одной капли, затем считают число капель для необходимой навески и отсчитывают их той же пипеткой в коническую колбу, не касаясь пипеткой её стенок.

Приливают из бюретки точно 20 см^3 спиртового раствора щелочи KOH . Колбу соединяют с обратным холодильником и кипятят в течение 1 часа, периодически взбалтывая содержимое колбы. К полученному прозрачному еще не остывшему мыльному раствору приливают несколько капель индикатора и титруют раствором соляной кислоты до исчезновения розовой окраски. Одновременно в тех же

условиях проводят контрольный опыт без масла. Число омыления рассчитывают по формуле:

$$\text{Ч. О.} = \frac{28,05 \cdot (V_0 - V) \cdot K}{m}, \quad (4)$$

где 28,05 – титр раствора KOH, мг/ см³;

V_0 – объем раствора HCl, пошедший на титрование контрольной пробы, см³;

V – объем раствора HCl, пошедший на титрование избытка KOH после взаимодействия с жиром, см³;

K – поправочный коэффициент к титру щелочи;

m – масса навески, г.

2.3 Вопросы к защите лабораторных работ № 2, 3

- 1) Что называется липидами?
- 2) На какие классы делятся липиды?
- 3) Чем отличаются свободные, связанные и прочносвязанные липиды?
- 4) Каковы физиологические функции липидов в живой клетке?
- 5) Что входит в состав простых липидов?
- 6) Что называют жирами?
- 7) От чего зависит консистенция жира?
- 8) Какие жирные кислоты входят в состав липидов?
- 9) Какими свойствами обладают жирные кислоты и как они влияют на качество пищевых продуктов?
- 10) На каком свойстве кислот основан способ получения маргарина?
- 11) На какие классы и по какому признаку делятся глицериды?
- 12) Какими физическими свойствами характеризуются глицериды?

- 13) Какие ферменты участвуют в химических превращениях глицеридов и жирных кислот?
- 14) Что понимают под процессом прокисания и прогоркания жиров?
- 15) Что такое мыла и как они образуются?
- 16) Чем отличаются растительные и животные жиры?
- 17) Что представляют собой воски? Каков их состав?
- 18) Что входит в состав сложных липидов?
- 19) Что представляют собой фосфолипиды? Какова их физиологическая функция?
- 20) Что такое гликолипиды?
- 21) Где используются фосфолипиды и гликолипиды в пищевой промышленности?
- 22) Что входит в состав циклических липидов?
- 23) Какова роль липидов в формировании клейковины?

3 Кислотность пищевых продуктов

Кислотность – важный показатель качества пищевой продукции. Сырье, полуфабрикаты и готовые изделия пищевой промышленности, как правило, имеют кислую реакцию. В каждой среде различают истинную (активную) и общую (титруемую) кислотность. Истинная кислотность – это концентрация ионов водорода, характеризующаяся величиной рН. Если рН больше 7, среда имеет щелочную реакцию; при рН меньше 7 реакция среды кислая. Общая кислотность характеризуется суммарным содержанием кислот и кислореагирующих веществ как распавшихся на ионы, так и недиссоциированных. Общая кислотность пищевых продуктов выражается в различных единицах. Для большинства продуктов принято выражать ее числом миллилитров раствора щелочи с концентрацией 0,1 моль/дм³, пошедшим на нейтрализацию 100 г воздушно-сухого или абсолютно сухого продукта. Иногда кислотность выражают в пересчете на кислоту, преобладающую в продукте. Так, кислотность прессованных дрожжей измеряется числом миллиграммов уксусной кислоты в 100 г дрожжей. Кислотность молока и молочных продуктов выражают в градусах Тернера (°Т).

Щелочную реакцию имеют химические разрыхлители теста (сода, карбонат аммония) и изделия, приготовленные с их применением (печенье, пряники). Общую щелочность определяют и рассчитывают так же, как и общую кислотность, но для титрования продукта при этом применяют раствор соляной или серной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³.

Кислотность, особенно активная, оказывает значительное влияние на течение коллоидных, микробиологических и ферментативных процессов, происходящих в полуфабрикатах и сырье, и на вкус готовых изделий. Однако ГОСТы (ТУ) нормируют для каждого продукта не активную, а общую кислотность, так как она легко определяется простым титрованием. Общая (титруемая) кислотность – важный показатель, характеризующий качество сырья или полуфабриката.

Кислотность зерна и муки зависит от белков, которые содержат карбоксильные

группы, связывающие щелочь; от наличия жирных кислот, которые освобождаются в результате расщепления жиров под действием липазы; от фосфорной кислоты, которая в виде различных соединений содержится в зерне в значительном количестве; от уксусной, молочной, яблочной и других органических кислот, обычно содержащихся в зерне и муке в весьма незначительном количестве. Содержание уксусной и молочной кислот сильно увеличивается, если зерно, крупа или мука испортились в результате самосогревания или прокисания.

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

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

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

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

Существует несколько методов по определению общей кислотности зерна и продуктов его переработки:

- а) титрование болтушки;

б) титрование водной вытяжки;

в) титрование водно-спиртовой вытяжки и другие.

Кислотность молока обуславливается кислыми солями – дигидрофасфатами и дигидроцитратами, белками – казеином и сывороточными белками, углекислотой, кислотами (молочной, лимонной, аскорбиновой), свободными жирными и другими компонентами молока. При хранении сырого молока титруемая кислотность повышается по мере развития в нем микроорганизмов, которые сбраживают молочный сахар с образованием молочной кислоты. Повышение кислотности вызывает нежелательные изменения свойств молока, например, снижение устойчивости белков к нагреванию. Поэтому молоко с кислотностью 21 °Т принимают как несортное, а молоко с кислотностью выше 22 °Т не подлежит сдаче на молочные заводы. При кислотности 22 °Т молоко находится на грани свежего и кислого. Кислотность молока зависит от породы животных, от кормовых рационов, возраста, физиологического состояния и так далее. Особенно сильно изменяется кислотность в течение лактационного периода и при заболеваниях животных (маститное молоко).

Кислотность характеризует свежесть молока, поэтому определяется она всегда в неконсервированных пробах.

3.1 Лабораторная работа № 4. Определение кислотности пищевых продуктов

Опыт 1 Определение общей кислотности зерновых продуктов по болтушке

При определении кислотности по болтушке щёлочью оттитровываются все кислореагирующие вещества муки, как растворимые в воде, так и нерастворимые. Сюда относятся свободные жирные кислоты, кислые фосфаты, образующиеся в муке в результате расщепления таких фосфоорганических соединений как фитин, фосфатиды, кислореагирующие группировки белков и продуктов его расщепления;

свободные органические кислоты, содержащиеся в зерне. Кроме того, какое-то количество щелочи дополнительно будет связываться с крахмалом.

Испытуемый материал: зерно или продукты его переработки.

Реактивы: раствор щелочи С (NaOH) = 0,1 моль/дм³, фенолфталеин.

Кислотность определяют в трех параллельных навесках. Среднее арифметическое показателей трех определений принимают за фактическую кислотность зерна (муки). Расхождение между показателями параллельных определений кислотности не должно превышать 0,2°. Навески для определения кислотности взвешивают с точностью до 0,01 г на теххимических весах.

5 г размолотого зерна или муки помещают в коническую колбу на 150 см³, в которую наливают 50 см³ дистиллированной воды. Содержимое колбы тщательно размешивают, взбалтывают, чтобы болтушка была совершенно однородной, добавляют 5 капель раствора фенолфталеина и титруют раствором щелочи до появления бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 минуты. Титрование ведется медленно, при постоянном помешивании. Результат выражается в градусах кислотности по формуле:

$$X = \frac{ak \cdot 1000}{P(100 - W)}, \quad (5)$$

где k – коэффициент поправки для щелочи;

a – объём 0,1 моль/дм³ раствора щелочи, пошедший на титрование, см³;

P – навеска, г;

W – влажность муки, %.

Опыт 2 Определение кислотности по водной вытяжке

При определении кислотности по водной вытяжке щелочью титруются только те вещества, которые растворимы в воде. В основном это будут кислые фосфаты, водорастворимые белки (альбумины), а также свободные органические кислоты и аминокислоты, но не жирные кислоты.

Испытуемый материал: зерно или продукты его переработки.

Реактивы: раствор щелочи С (NaOH) = 0,1 моль/дм³, фенолфталеин.

Навеску муки или размолотого зерна 10 г помещают в коническую колбу на 300 см³, приливают точно 100 см³ дистиллированной воды. Тщательно размешав содержимое, колбу оставляют для возможно полного экстрагирования водорастворимых веществ на 1 час при комнатной температуре, периодически взбалтывая. Затем фильтруют жидкость в сухую колбу, с возвратом первых (мутных) порций фильтрата на фильтр. Берут 25 см³ фильтрата пипеткой и переносят в коническую колбочку на 150 см³, прибавляют 3 капли фенолфталеина и титруют раствором щелочи до бледно-розовой окраски. Кислотность по водной вытяжке вычисляется по формуле:

$$X = \frac{a \cdot k \cdot C \cdot 1000}{P \cdot b \cdot (100 - W)}, \quad (6)$$

где k – коэффициент поправки к титру щелочи;

a – объем раствора щелочи, пошедший на титрование, см³;

C – количество воды, взятое на обработку муки, см³;

P – навеска, г;

W – влажность муки, %;

b – количество фильтрата, взятое на титрование, см³.

Опыт 3 Определение кислотности зерновых продуктов по водно-спиртовой вытяжке

По этому методу титруются щелочью все органические кислоты, в том числе жирные, спирторастворимые белки (проламины), аминокислоты, пептиды.

Испытуемый материал: зерно или продукты его переработки.

Реактивы: раствор щелочи С (NaOH) = 0,1 моль/дм³, раствора этилового спирта ω (C₂H₅OH) = 67 %, фенолфталеин.

Навеску муки или размолотого зерна 2,5 г высыпают в колбу, приливают 25 см³ раствора спирта ω (C₂H₅OH) = 67 %. Содержимое колбы энергично

взбалтывают в течение 5 минут и фильтруют. Пипеткой отбирают 25 см³ фильтрата, приливают к ним 3 капли фенолфталеина и титруют раствором щелочи до розовой окраски.

Кислотность выражается по формуле:

$$X = \frac{a \cdot k \cdot C \cdot 1000}{P \cdot b \cdot (100 - W)}, \quad (7)$$

где X – кислотность в градусах на сухой вес вещества;

a – количество 0,1 моль/дм³ раствора щелочи, пошедшего на титрование, см³;

k – коэффициент поправки к титру щелочи;

b – количество фильтрата, взятого для титрования, см³;

C – количество спирта, взятого на обработку продукта, см³;

P – навеска, г;

W – влажность продукта, %.

Опыт 4 Определение кислотности хлебобулочных изделий

Испытуемый материал: хлеб, хлебобулочные изделия.

Реактивы: раствор щелочи C (NaOH) = 0,1 моль/дм³, фенолфталеин.

25 г мякиша хлеба (ржаного, пшеничного, батона, булки) взвешивают на технических весах, растирают в фарфоровой ступке с 50 см³ дистиллированной воды и количественно переносят в коническую колбу на 300 см³. К полученной смеси приливают еще 200 см³ воды, интенсивно перемешивают и оставляют стоять на 30 минут. После отстаивания жидкий слой фильтруют в сухой стакан или колбу через марлю. Отбирают 20 см³ экстракта в колбу для титрования, добавляют 2 капли фенолфталеина и титруют раствором NaOH с концентрацией 0,1 моль/ дм³ до бледно-розовой окраски. Проводят не менее трех титрований, рассчитывают средний объем титранта. Кислотность рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{V \cdot V_1 \cdot K \cdot a}{10 \cdot m \cdot V_2}, \quad (8)$$

где V – объем раствора гидроксида натрия $C(\text{NaOH}) = 0,1$ моль/дм³, израсходованного при титровании исследуемого раствора, см³;

V_1 – объем дистиллированной воды, взятой для извлечения кислот из исследуемой продукции (250 см³);

K – поправочный коэффициент к титру щелочи;

a – коэффициент пересчета на 100 г навески;

m – масса навески, г;

V_2 – объем исследуемого раствора, взятого для титрования, см³;

10 – коэффициент приведения раствора щелочи молярной концентрации 0,1 моль/ дм³ к 1,0 моль/ дм³.

Опыт 5 Определение кислотности кондитерских изделий

Испытуемый материал: кондитерские изделия.

Реактивы: раствор щелочи $C(\text{NaOH}) = 0,1$ моль/дм³, фенолфталеин.

Массу навески 5 г тонкоизмельченного анализируемого продукта (печенье, вафли, халва, мармелад и другие), взвешенную на технических весах переносят в колбу для титрования, добавляют 50 см³ дистиллированной воды с температурой от 50 °С до 60 °С и растирают стеклянной палочкой до однородной массы. К полученной смеси приливают 50 см³ дистиллированной воды и еще раз хорошо перемешивают в течение 2 минут. Смесь охлаждают под струей водопроводной воды до температуры от 18 °С до 20 °С. К анализируемому образцу добавляют 3 капли фенолфталеина и, не учитывая присутствия осадка, титруют до устойчивой бледно-розовой окраски раствором едкого натра с концентрацией 0,1 моль/ дм³.

Кислотность кондитерского изделия рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{K \cdot V \cdot 100}{m \cdot 100}, \quad (9)$$

где m – масса навески, г;

K – поправочный коэффициент к титру щелочи;

V – объем раствора гидроксида натрия, затраченный на титрование, см^3 ;

100 – коэффициент для пересчета на 100 г продукта;

10 – поправочный коэффициент на 1 моль/ дм^3 для раствора титранта.

Опыт 6 Определение кислотности молока

Испытуемый материал: молоко, молочные продукты.

Реактивы: раствор щелочи $C(\text{NaOH}) = 0,1$ моль/ дм^3 , фенолфталеин.

В колбу для титрования помещают 10 см^3 молока, добавляют 20 см^3 дистиллированной воды и 3 капли фенолфталеина. Титруют раствором $C(\text{NaOH}) = 0,1$ моль/ дм^3 до устойчивой бледно-розовой окраски. Проводят не менее трех титрований, вычисляют средний объем титранта, пошедший на титрование.

Кислотность рассчитывают по формуле:

$$\text{Кислотность} = V \cdot k, \quad (10)$$

где V – средний объем NaOH , затраченный на титрование, см^3 ;

10 – коэффициент пересчета на 100 см^3 молока.

3.2 Вопросы к защите лабораторной работы 4

- 1) Какими веществами обусловлена кислотность пищевых продуктов?
- 2) Какое значение имеет показатель кислотности для различных видов сырья?
- 3) Как меняется кислотность пищевых продуктов при хранении и почему?
- 4) Какие факторы влияют на интенсивность изменения кислотности?
- 5) Как влияет изменение кислотности на качество клейковины?
- 6) Какие химические превращения приводят к изменению кислотности при хранении зерна с влажностью ниже критической?

7) Как влияет повышенная влажность продукта на изменение кислотности?

Какие биохимические процессы при этом протекают?

8) За счет каких биохимических процессов изменяется кислотность пищевого сырья и продуктов при технологической переработке?

9) Что такое активная и титруемая кислотность?

4 Проращение зерна

Для проращения зерна необходимы три условия: влага, доступ кислорода и известный минимум тепла. При соблюдении этих условий резко усиливается действие ферментов зерна, начинается процесс гидролитического расщепления отложенных в эндосперме сложных веществ с образованием более простых – растворимых в воде, следовательно, доступных для подачи в развивающийся росток. Наряду с этим сильно возрастает дыхательный газообмен зерна. Отсюда следует, что одной из наиболее характерных особенностей прорастающего зерна является повышение активности всех гидролаз и оксидоредуктаз, которое часто обнаруживается еще до появления внешних признаков проращения. Этими особенностями и определяется изменение технологических и, в первую очередь, хлебопекарных свойств зерна.

Особое значение имеет увеличение активности α -амилазы, так как она является главной причиной резкого ухудшения хлебопекарных качеств муки, полученной из проросшего зерна. Именно в результате того, что в зерне при проращении так сильно повышается активность амилаз, мука, полученная из проросшего зерна, даёт плохой хлеб с невкусным, заминающимся, неэластичным и недостаточно пористым мякишем. Вследствие действия амилаз уменьшается содержание крахмала, который расщепляется с образованием значительного количества растворимых сахаров. Мука приобретает сладковатый привкус, снижается ее влагопоглощательная способность.

Активизирующиеся протеолитические ферменты гидролизуют белки с образованием полипептидов и аминокислот. В результате повышается растворимость белков в воде, снижается содержание собственно белков и, соответственно, увеличивается количество небелковых азотистых соединений и свободных аминокислот. Клейковина теряет упругость, становится слабой, липкой, а затем полностью разрушается. Изменение свойств клейковины при проращении влечет за собой изменение свойств теста. Величина влагопоглощательной

способности резко снижается; не обеспечивается необходимый подъем теста, формирование пористости мякиша.

Липиды являются важным источником энергии для прорастания зерна; в процессе прорастания их содержание резко снижается. При общем снижении количества свободных липидов во всей зерновке повышается кислотное число, что говорит о накоплении свободных жирных кислот при прорастании пшеницы. Это объясняется гидролитическим действием фермента липазы, расщепляющей глицериды на глицерин и свободные жирные кислоты.

Мука, полученная из проросшего зерна, темнее нормальной, так как образующиеся при гидролизе крахмала декстрины взаимодействуют со свободными аминокислотами, в результате чего синтезируются меланоиды – вещества, от которых зависит окраска, как корочки хлеба, так и мякиша.

Методы распознавания муки из проросшего зерна основаны на том, что такая мука имеет повышенную активность α -амилазы. Из имеющихся методов распознавания муки из проросшего зерна наиболее распространена колобковая выпечка.

4.1 Лабораторная работа № 5. Колобковая выпечка для распознавания муки из проросшего зерна

Навеску в 15 г испытуемой муки замешивают с дистиллированной водой (от 8 до 9 см³) в колобок, выпекают тотчас же в хлебопекарной печи в течение 15 минут при температуре от 180 °С до 200 °С. После остывания колобок разрезают и оценивают консистенцию его мякиша. Мука из проросшего зерна дает мякиш с характерной липкостью. Для более точного выражения дефектности мякиша определяют в нем содержание воды и растворимых веществ.

Для определения влажности 1 г мякиша помещают в термостат на 1,5 часа при температуре 105 °С. Расчет ведется по формуле:

$$W = \frac{a - b}{a} \cdot 100 \%, \quad (11)$$

где W – влажность мякиша, %;

a – масса мякиша до высушивания, г;

b – масса мякиша после высушивания, г.

Для определения водорастворимых веществ 5 г мякиша разминают в ступке с небольшим количеством воды (от 10 до 15 см³). Полученную болтушку переносят в мерную колбу на 50 см³ и доливают до метки воду. Извлечение растворимых веществ продолжается 1 час при комнатной температуре, причем содержимое колбы несколько раз взбалтывают. По окончании экстракции вытяжку фильтруют через складчатый фильтр, отбирают определенный объем (от 20 до 25 см³) фильтрата в фарфоровую чашку, заранее взвешенную. Жидкость выпаривают на водяной бане, а остаток высушивают до постоянного веса при 105 °С.

Содержание водорастворимых веществ рассчитывается на сухое вещество по формуле:

$$X = \frac{a \cdot c \cdot 100 \cdot 100}{P \cdot K \cdot (100 - W)}, \quad (12)$$

где X – содержание водорастворимых веществ в мякише, %;

a – масса сухого остатка, г;

c – количество см³ воды, взятое для растворения мякиша;

P – навеска мякиша, г;

K – объем фильтрата, взятый для выпаривания, см³;

W – влажность мякиша, %.

Определение содержания сухих веществ можно проводить на рефрактометре. В этом случае содержание водорастворимых веществ в мякише рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{a \cdot 10 \cdot 100}{100 - W}, \quad (13)$$

где X – содержание водорастворимых веществ в мякише, %;

a – содержание сухих веществ в растворе, найденное по таблице для рефрактометра, %;

W – влажность мякиша, %.

4.2 Вопросы к защите лабораторной работы № 5

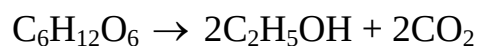
- 1) Какие изменения происходят в углеводном комплексе зерна при прорастании?
- 2) Что происходит в липидном комплексе зерна при прорастании?
- 3) Как меняется белковый состав и качество клейковины при прорастании зерна?
- 4) Как влияют биохимические процессы, протекающие при прорастании зерна, на газообразующую, газодерживающую, водопоглотительную способность?
- 5) Почему мякиш хлеба, выпеченного из проросшего зерна, имеет повышенную влажность?
- 6) Почему мякиш липкий?
- 7) Как и почему меняется содержание водорастворимых веществ?
- 8) Почему мякиш хлеба из проросшего зерна темный?
- 9) Как можно улучшить качество проросшего зерна?
- 10) Как можно улучшить качество клейковины?
- 11) В каких отраслях пищевой промышленности используют проросшее зерно (солод) и почему?

5 Хлебопекарные качества муки. Биохимические процессы, протекающие при замесе теста и выпечке хлеба

Из зерна пшеницы получают муку пшеничную, хлебопекарную и макаронную. Свойства муки, обуславливающие качество хлеба, представляют собой хлебопекарные качества муки.

Хлебопекарные качества муки в основном определяются совокупностью следующих ее свойств: сахарообразующей, газообразующей, газодерживающей и водопоглотительной способностями, цветом муки, крупностью частиц помола. *Газообразующая способность*, в свою очередь, зависит от количества в муке ее «собственных» сахаров, перешедших в муку из зерна и содержащихся в ней еще до замеса теста; *от сахарообразующей способности* муки, то есть способности образовывать в тесте мальтозу в результате действия амилаз на крахмал муки, от качества (активности) дрожжей.

В пшеничной муке содержится от 1 % до 2,5 % сахара, главным образом, сахарозы, которая очень легко расщепляется под влиянием выделяемой дрожжами сахаразы (α -фруктофуранозидазы). Получающаяся смесь глюкозы и фруктозы легко сбраживается дрожжами.



Однако, этого количества сахара недостаточно, чтобы процесс брожения теста шел до конца. Собственный сахар муки используется только на самых первых этапах брожения теста, а потом его уже не хватает. На следующих этапах на первый план выступает мальтоза, образуемая благодаря действию β -амилазы. В тесте под влиянием амилазы крахмал расщепляется с образованием мальтозы. В свою очередь, мальтоза расщепляется, образуя две молекулы глюкозы, которая сбраживается дрожжами. Если мука имеет низкую амилолитическую способность (активность), в тесте не будет образовываться достаточное количество мальтозы и глюкозы, брожение не будет протекать интенсивно и хлеб получится плохого качества, с

недостаточно пористым, недостаточно разрыхленным, плотным мякишем. Мука с низкой активностью α -амилазы дает тесто, в котором образуется мало декстринов, поэтому хлеб получается с бледной коркой. Такую муку практики называют «крепкой на жар».

Газоудерживающая способность муки зависит, прежде всего, от свойств, содержащихся в тесте белков, от количества и качества клейковины. В пшеничном тесте она образует тот растяжимый эластичный каркас, в котором накапливаются пузырьки углекислого газа, поднимающие тесто. Этот белковый каркас во время брожения теста постепенно расширяется.

При образовании пшеничного теста происходит, прежде всего, осмотическое связывание воды вначале свободным промежуточным белком, затем белком, окружающим отдельно лежащие крахмальные зерна и, наконец, белком, содержащемся в более крупных частицах муки, представляющих собой неразрушенные клетки эндосперма. При поглощении воды белок сильно увеличивается в объеме и постепенно образуется непрерывная структура теста, представляющая собой сетку клейковины, в которую включены крахмальные зерна и другие растворимые частицы муки.

В это же время происходит набухание крахмальных зерен, причем, чем больше содержится поврежденных крахмальных зерен, тем больше его водопоглотительная способность. Добавление соли во время замеса теста несколько снижает гидратационную способность клейковины. Вода и бродильные микроорганизмы вызывают в муке комплекс сложных биохимических превращений. Эти превращения, завершающиеся в процессе выпечки, оказывают глубокое воздействие, как на физические свойства теста, так и на вкус и аромат готового продукта.

Процесс брожения представляет собой сложный комплекс биохимических превращений, конечными продуктами которых являются углекислый газ и этиловый спирт. Во время брожения наблюдается сильное повышение активной кислотности среды за счет увеличения суммарного содержания органических кислот, большую часть которых составляют молочная и уксусная кислоты. Кроме того, образуются

летучие органические кислоты, а также некоторые альдегиды и кетоны, участвующие в формировании вкуса и аромата хлеба.

Заключительным этапом приготовления хлеба является его выпечка. Под воздействием высокой температуры происходит изменение коллоидного состояния основных полимерных компонентов муки, осуществляются биохимические процессы взаимодействия различных веществ и процессы чисто физического характера. Технологическое назначение выпечки заключается в закреплении пористой структуры хлеба, достигнутой в процессе сбраживания, и в формировании вкуса и аромата хлеба, а также цвета корки.

Наиболее интенсивно биохимические процессы протекают в интервале температур от 43 °С до 60 °С. Происходят глубокие изменения в структуре крахмальных зерен: в результате совместного действия α - и β -амилаз на клейстеризующийся крахмал или только β -амилазы (тесто из нормальной пшеничной муки) повышается содержание водорастворимой фракции в мякише выпеченного хлеба, увеличивается также содержание растворимого в воде белка вследствие повышения атакуемости протеолитическими ферментами.

При дальнейшем повышении температуры происходит свертывание белковых веществ клейковины и клейстеризация крахмала, превращающегося в прочный студень, закрепляется пористая структура теста и формируется мякиш хлеба. В процессе выпечки заметно снижается титруемая кислотность продукта. На поверхности выпекаемых тестовых заготовок протекают биохимические процессы, существенно влияющие на качество продукта. Установлено, что под воздействием высокой температуры на поверхности хлеба происходит взаимодействие восстанавливающих сахаров с аминокислотами, в результате чего образуются различные карбонильные соединения и темноокрашенные продукты - меланоидины. Меланоидины и придают готовому продукту соответствующую окраску. Изменение цвета поверхности хлеба от светло-желтого до темно-коричневого происходит в интервале температур от 130 °С до 170 °С, при температуре выше 175 °С корка хлеба начинает обугливаться.

Качество хлеба оценивается по следующим показателям:

1) внешний вид и цвет корки – корка должна быть румяная, поджаристая, не пригорелая, но и не бледная;

2) кислотность – хлеб должен удовлетворять определенным нормам стандарта по кислотности;

3) качество мякиша, структура пористости. Существует определенная шкала пористости, по которой определяют качество хлеба. Она должна быть достаточно равномерной. Важным показателем качества хлеба является эластичность мякиша, его заминаемость. Если мякиш заминается или он недостаточно эластичен – хлеб плохой;

4) влажность мякиша. Это очень важный показатель. Влажность мякиша должна соответствовать определенным нормам стандарта;

5) объем хлеба – чем объем хлеба больше, тем он пористее, тем лучше пропитывается пищеварительными соками и, следовательно, лучше усваивается организмом. Для подового хлеба, то есть для хлеба, который выпекается не в форме, а на поду, большое значение имеет отношение высоты хлеба к его диаметру (Н/Д). Если мука плохая и хлеб получается низкий, то отношение высоты к диаметру будет очень низким;

6) вкус и аромат хлеба – аромат хлеба зависит от очень сложного комплекса различных веществ, образующихся в процессе брожения теста и в процессе выпечки хлеба. Этот комплекс включает в себя различные альдегиды, органические кислоты и сложные эфиры. Особенно важную роль играют альдегиды, в первую очередь, фурфурол и оксиметилфурфурол.

5.1 Лабораторная работа № 6. Пробная выпечка

Пробная выпечка дает полную оценку хлебопекарных свойств муки. При пробной выпечке выявляется водопоглотительная способность муки (способность поглощать определенное количество воды при замесе теста), а также поведение

теста при брожении, физические свойства теста, весовой и объемный выход хлеба, пористость, цвет корки и мякиша хлеба и другие показатели.

Водопоглотительная способность муки определяется следующим способом: из образца муки выделяется навеска 50 г и помещается в круглодонную фарфоровую чашку. Из бюретки постепенно небольшими порциями приливают воду комнатной температуры и замешивают тесто. Вначале замес ведется шпателем, затем, после образования теста, руками. Добавление воды прекращается, когда тесто приобретает надлежащую консистенцию и не липнет к рукам. Водопоглотительную способность муки выражают в процентах.

Тесто для пробной выпечки готовят безопарным способом.

Рецептура: мука – 100 г;
дрожжи прессованные – 3,5 г;
соль – 2,5 г;
вода – по расчету.

Начальная температура теста должна быть 32 °С. Количество воды для замеса теста определяется по формуле:

$$K = \frac{A \cdot B}{100}, \quad (14)$$

где А – масса муки в граммах при влажности 14,0 %;

В – водопоглотительная способность муки, %

(водопоглотительная способность принимается равной 60 %)

При замесе теста отмечают его физические свойства, характеризуя их терминами: сухое, эластичное, липкое. Замешанное тесто помещают в термостат, в котором поддерживается температура 32 °С.

Общая продолжительность брожения 160 минут. Обминка (перебивка) теста при использовании муки высшего и первого сортов производится два раза – через

60 и 120 минут после начала брожения. После 160 минут брожения тесто формуют, помещают в предварительно смазанные формы и ставят в термостат для расстойки при температуре 32 °С.

Момент окончания расстойки определяют по состоянию и виду поверхности теста. Полностью расстойвшееся тесто начинает опадать и поверхность его становится более плоской. Расстойку необходимо прекращать до этого. Длительность расстойки выражают в минутах. Выпечка хлебцев ведется при температуре от 225 °С до 230 °С в течение 30 - 35 минут. По окончании выпечки верхняя корка хлеба слегка смачивается водой.

Анализ качества полученного хлеба

Качество хлеба оценивается после остывания, но не ранее, чем через 4 часа и не позднее, чем через 16 часов после выпечки.

Определяются: масса и объем хлеба, правильность и симметричность формы, цвет и состояние корки, эластичность и пористость мякиша, вкус, запах и отсутствие хруста при разжевывании. Цвет корки характеризуется как «бледная», «золотисто-желтая», «светло-коричневая». Состояние поверхности корки характеризуется как «гладкая» или «неровная», «с трещинами» или «подрывами». Объем хлеба измеряют следующим образом: в специальную цилиндрическую емкость с гладкими краями насыпают мелкое просо. Плотнo прижимая линейку к краям цилиндра, удаляют избыток проса. Затем просо из цилиндра пересыпают в другую тару, а в цилиндр помещают выпеченный хлеб. Хлеб сверху засыпают отсыпанным просом, при этом оно заполняет незанятое хлебом пространство, поверхность проса выравнивается также при помощи линейки. Затем измеряют объем не вошедшего в цилиндр проса – он будет равен объему хлеба.

Отмечается цвет мякиша, его эластичность, определяемая легким нажатием пальцев. Характер пористости оценивается по крупности и равномерности пор и толщине их стенок. Отсутствие хруста при разжевывании хлеба должно свидетельствовать об отсутствии минеральных примесей.

Припек определяется по формуле:

$$X = \frac{C - A}{A} \cdot 100, \quad (15)$$

где С – масса хлеба, г;

А – масса муки, г.

Рассчитывается объемный выход хлеба, то есть объем хлебца, отнесенный к 100 г муки, израсходованной на его приготовление.

5.2 Вопросы к защите лабораторной работы № 6

- 1) Какие Вы знаете хлебопекарные качества муки?
- 2) От чего зависит газообразующая способность муки?
- 3) От чего зависит газодерживающая способность муки?
- 4) Что оказывает влияние на водопоглотельную способность муки?
- 5) Какие биохимические процессы протекают при замесе теста и его расстойке?
- 6) Какие биохимические процессы протекают при выпечке хлеба?
- 7) Какие Вы знаете показатели качества хлеба?
- 8) От чего зависит цвет корочки хлеба?
- 9) Что влияет на объем хлеба?
- 10) За счет чего изменяется влажность мякиша?
- 11) От чего зависит аромат хлеба?
- 12) Что такое «припек»?
- 13) Как формируется мякиш хлеба?

6 Литература, рекомендуемая для изучения дисциплины

Основная

1 Димитриев, А. Д. Биохимия [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Д. Димитриев, Е. Д. Амбросьева. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. - 168 с. – ISBN 978-5-394-01790-2. – Режим доступа : <http://znanium.com/catalog/product/415230>

2 Шамраев, А. В. Биохимия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Шамраев – ОГУ, 2014. - Режим доступа: [http:// biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270262](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270262)

3 Барышева, Е. С. Теоретические основы биохимии : учеб. пособие / Е. С. Барышева, О. В. Баранова, Т. В. Гамбург. – М. : ООО "ТиРу", 2012. - 361 с. – ISBN 978-5-93883-208-4

4 Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов : учеб. пособие для вузов / Е. Д. Казаков, Г. П. Карпиленко.- 3-е изд., перераб. и доп. - СПб. : ГИОРД, 2005. – 512 с. - ISBN 5-901065-82-4.

Дополнительная

1 Плешков, Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений : учебник для вузов / Б. П. Плешков.- 5-е изд., доп. и перераб. - М. : Агропромиздат, 1987. – 495 с.

2 Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки : учебник / Е. Д. Казаков, В. Л. Кретович .- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1989. – 368 с. ISBN : 5-10-000520-3.

3 Кретович, В. Л. Биохимия зерна и хлеба : учебник / В. Л. Кретович. - М. : Наука, 1991. – 136 с.

4 Кретович, В. Л. Биохимия растений : учебник / В. Л. Кретович. - М. : Высш. шк., 1980. – 448 с.

5 Комов, В. П. Биохимия : учебник для вузов / В. П. Комов, В. Н. Шведова.- 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006, 2008. - 640 с.

6 Кретович, В. Л. Введение в энзимологию : книга / В. Л. Кретович. – М. :

Наука, 1967.- 184 с.

7 Степаненко, Б. Н. Химия и биохимия углеводов. Моносахариды : учеб. пособие / Б. Н. Степаненко. – М. : Высшая школа, 1977. – 222 с.

8 Степаненко, Б. Н. Химия и биохимия углеводов. Полисахариды : учеб. пособие / Б. Н. Степаненко. – М. : Высшая школа, 1977. – 224 с.

9 Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства : учебник для вузов / Л. Я. Ауэрман.- 9-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Профессия, 2003. – 416 с. : ил. - ISBN 5-93913-032-1.

Список использованных источников

- 1 Методы биохимического исследования растений: Сборник / Под ред. А. И. Ермакова. - М.: Колос, 1986. – 325 с.
- 2 Филиппович, Ю. Б. Практикум по общей биохимии : учеб. пособие для студентов / Ю. Б. Филиппович, Т. А. Егорова, Г. А. Севастьянова; под ред. Ю. Б. Филипповича.- 2-е изд., перераб. - М. : Просвещение, 1982. – 311 с.
- 3 Плешков, Б. П. Практикум по биохимии растений : [По спец. "Агрохимия и почвоведение"] / Б. П. Плешков. - 3-е изд., доп. и перераб. - М. : Колос, 1985. – 255 с.
- 4 Коренман, Я. И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов : учеб. пособие для вузов / Я. И. Коренман, Р. П. Лисицкая. - Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. технол. акад., 2002. - 408 с - ISBN 5-89448-184-8.