МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ
(Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

Кафедра «Технологии и средства механизации
агропромышленного комплекса»

**Т.Н. Толстоухова, А.Н. Глобин**

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ

*Лабораторный практикум*

Зерноград – 2024

УДК 637.03:664.9(075.8)

*Печатается по решению методического совета инженерно-технологического факультета Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»*

**Рецензенты:**
канд физ.-мат. наук, доцент кафедры «Техническая механика и физика» ***Белоусов А.В.,***
канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Агрономия и селекция сельскохозяйственных культур» ***Кулешова Л.А.***

**Толстоухова Т.Н.** Физико-химические основы и общие принципы переработки сырья: лабораторный практикум / Т.Н. Толстоухова, А.Н. Глобин – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2024. – 80 с.

В лабораторном практикуме описаны цели проведения работ, представлены приборы и реактивы, используемые для выполнения лабораторной работы, кратко изложены теоретические основы протекания процессов, представлен порядок проведения лабораторных работ, даны контрольные вопросы.

Лабораторный практикум предназначен для выполнения лабораторных работ студентами 2-го и 3-го курса инженерно-технологического факультета по дисциплине «Физико-химические основы и общие принципы переработки сырья», обучающимися по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры «Технологии и средства механизации агропромышленного комплекса». Протокол № 2 от 01.11.23 г.

Рассмотрено и одобрено методической комиссией по направлению подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья». Протокол № 2 от 06.10.23 г.

© Т.Н. Толстоухова, А.Н. Глобин, 2024
© Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2024

# СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1. Сравнительный анализ способов очистки растительного сырья……...4
Лабораторная работа № 2. Исследование физико-химических процессов при производстве сухих завтраков……11
Лабораторная работа № 3. Микроскопия продуктов растительного происхождения……...26
Лабораторная работа № 4. Влияние некоторых технологических факторов на сохранность клеточных стенок картофеля при изготовлении пюре……29
Лабораторная работа № 5. Изучение физико-химических свойств белков и их изменений при технологической обработке продуктов……31
Лабораторная работа № 6. Влияние сахарозы на температуру агрегации белков яиц……..37
Лабораторная работа № 7. Влияние продолжительности варки и степени целостности на пищевые достоинства различных круп……..39
Лабораторная работа № 8. Анализ процесса сушки овощей, грибов, плодов и ягод……..44
Лабораторная работа № 9. Изучение процесса разделения неоднородных пищевых сред путем выделения из жидких гетерогенных систем взвешенных твердых и коллоидных частиц……49
Лабораторная работа № 10. Экспертиза качества растительных масел..52
Лабораторная работа № 11. Определение варочных свойств макаронных изделий……..61
Лабораторная работа № 12. Основы размораживания пищевых продуктов. Расчет продолжительности замораживания пищевых продуктов……68

Литература……...75
Приложение 1……....76
Приложение 2…….....78

*Лабораторная работа № 1*

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

**Цель работы:** изучить основные способы разборки и очистки растительного сырья от наружного покрова, последующую инспекцию и доочистку растительного сырья.

**Задание работы:**
− изучить теоретический материал;
− ответить на контрольные вопросы лабораторной работы;
− выполнить индивидуальное задание по изученной теме.

Для очистки пищевого сырья растительного происхождения применяются следующие способы очистки: термический, механический, химический и комбинированный.

***Физический (термический) способ очистки***. Сущность парового способа очистки растительного сырья заключается в кратковременной обработке паром под давлением 0,30−0,50 МПа и температуре 140−180 °С для проваривания поверхностного слоя ткани с последующим резким снижением давления.

В результате обработки паром кожица и тонкий поверхностный слой мякоти (1−2 мм) сырья прогреваются, под действием перепада давления кожица вспучивается, лопается и легко отделяется от мякоти. Затем растительное сырье поступает в моечно-очистительную машину, где в результате трения между собой и гидравлического действия струй воды под давлением 0,2 МПа кожица смывается и удаляется. Содержание потерь и отходов зависит от глубины гидротермической обработки и степени размягчения подкожного слоя.

Паровой способ очистки сырья имеет следующие преимущества по сравнению с другими способами очистки: овощи любых форм и размеров хорошо очищаются, что устраняет необходимость их зрительного калибрования; обработанные овощи имеют сырую мякоть, что особенно важно при дальнейшем измельчении на резательных машинах; минимальные потери вследствие малой глубины обработки подкожного слоя овощей; минимальные изменения качества по цвету, вкусу и консистенции; сведение к минимуму возможных механических повреждений.

Пароводотермический способ очистки предусматривает гидротермическую обработку (водой и паром) овощей и картофеля. В результате гидротермической обработки ослабляются связи между клетками кожицы и мякоти и создаются условия для механического отделения кожицы.

Пароводотермическая обработка растительного сырья состоит из следующих стадий:

− тепловая обработка сырья паром в четыре этапа:

1) нагревание,

2) бланширование,

3) предварительная

4) окончательная доводка;

− водяная обработка осуществляется частично в автоклаве за счет образующегося конденсата и в основном в термостате в течение 5−15 мин в зависимости от вида и размеров сырья и моечно-очистительной машины;

− механическая обработка проводится в моечно-очистительной машине за счет трения клубней между собой;

− охлаждение под душем после обработки в моечно-очистительной машине.

Пароводотермическая обработка сырья приводит к физико-химическим и структурно-механическим изменениям сырья: коагуляции белковых веществ, клейстеризации крахмала, частичному разрушению витаминов и др. При этом происходит размягчение ткани, увеличивается водо- и паропроницаемость клеточных оболочек, форма клеток приближается к шарообразной, что увеличивает клеточное пространство.

Содержание отходов и потерь зависит от сорта сырья, его размеров, качества, продолжительности хранения и составляет в среднем, %: при обработке картофеля − 30−40, моркови − 22−25, свеклы − 20−25.

Большие потери и отходы при пароводотермическом способе обработки являются его основным недостатком.

Механический способ очистки заключается в удалении кожицы продуктов растительного происхождения путем стирания ее шероховатыми (абразивными) поверхностями, а также в удалении несъедобных или поврежденных тканей и органов овощей и фруктов, извлечении семенных камер или косточек у фруктов, срезании донца и шейки у лука, удалении листовой части и тонких корешков у корнеплодов ножами, высверливании кочерыжки у капусты.

Очистка методом истирания кожицы проводится при непрерывной подаче воды для смывания и удаления отходов.

Качество очистки и количество получаемых отходов зависят от способа очистки, конструктивных особенностей оборудования, сорта, условий и длительности хранения сырья и других факторов. В среднем содержание отходов при механической очистке составляет 35−38%.

Необходимо следить за состоянием насечки на абразивной поверхности. Перегрузка или недогрузка ухудшают качество очистки. При перегрузке увеличивается продолжительность пребывания клубней в машине, что приводит к большим потерям корнеплодов за счет излишнего истирания и неравномерной очистки всей загружаемой порции сырья. При недогрузке происходит снижение производительности и частичное разрушение тканей корнеплода от ударов клубней о стенки машины, что вызывает потемнение продукта после чистки.

В качестве рабочих органов используют не только абразивные поверхности, но и рифленые резиновые ролики.

Химический способ очистки заключается в том, что некоторые овощи и фрукты обрабатывают нагретыми растворами щелочей, преимущественно растворами едкого натра (каустической соды), реже − едкого калия или негашеной извести.

Химический способ очистки нашел широкое распространение. Щелочная очистка меньше разрушает поверхность овощей, чем механическая, этим способом пользуются для очистки овощей с вытянутой формой или сморщенной поверхностью, так как получаются минимальные отходы; щелочная очистка легче поддается механизации, и капитальные затраты на это меньше, чем при других способах.

Недостатками химической очистки являются необходимость точного и постоянного контроля режимов обработки, загрязнение сточных вод отработавшим щелочным раствором и относительно высокий расход воды.

Сырье, предназначенное для очистки, загружают в кипящий щелочной раствор. В процессе обработки протопектин кожуры подвергается расщеплению, связь кожицы с клетками мякоти нарушается, и она легко отделяется и смывается водой в щеточных, роторных или барабанных моечных машинах в течение 2−4 мин водой под давлением 0,6−0,8 МПа.

Использование щелочи обеспечивает хорошее качество очистки и повышение производительности труда на доочистке; кроме того, по сравнению с механической и пароводотермической очисткой количество отходов уменьшается.

Продолжительность обработки сырья щелочным раствором зависит от температуры раствора и его концентрации, а также от сорта сырья и времени (сезона) переработки.

Очень эффективна щелочная очистка белых кореньев и хрена. Режим обработки этого сырья приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Режим обработки растительного сырья щелочной очисткой

| Сырье | Концентрация щелочи, % | Температура раствора, °С | Продолжительность обработки, мин |
|---|---|---|---|
| Пастернак | 5 | 80−85 | 4 |
| Петрушка | 3 | 80−85 | 5 |
| Сельдерей | 6 | 80−85 | 5 |
| Хрен | 8 | 100 | 2 |

Щелочной обработке подвергают также сливы и другие косточковые плоды, а также виноград, чтобы удалить с их поверхности восковой налет для ускорения процесса сушки.

Для уменьшения расхода щелочи и моечной воды и для обеспечения наиболее тесного контакта щелочного раствора с поверхностью овощей и об-

легчения последующей отмывки щелочи в рабочий раствор добавляют поверхностно-активные вещества (ПАВ). Применение ПАВ, понижающего поверхностное натяжение щелочного раствора, позволяет уменьшить концентрацию щелочного раствора в два раза и сократить отходы при очистке на 10−45%.

Оборудование для проведения щелочной обработки выполняется в виде специальной ванны с перфорированным вращающимся барабаном или с барабаном с вращающимся шнеком.

Комбинированный способ очистки предусматривает сочетание двух и более факторов, воздействующих на обрабатываемое сырье (пара и щелочного раствора, щелочного раствора и механической очистки, щелочного раствора и инфракрасного нагрева и др.).

При щелочно-паровом способе очистки сырье подвергают комбинированной обработке щелочным раствором и паром в аппаратах, работающих под давлением или при атмосферном давлении. При этом применяют более слабые щелочные растворы (5%), что позволяет снизить расход щелочи и уменьшить отходы по сравнению со щелочным способом.

При щелочно-механическом способе очистки обработанное в слабом щелочном растворе сырье подвергают кратковременной очистке в машинах с абразивной поверхностью.

Сущность щелочно-инфракрасно-механического способа очистки заключается в обработке сырья в щелочном растворе концентрацией 7−15% при температуре до 77 °С в течение 30−90 с. Затем сырье направляют в перфорированный вращающийся барабан, где оно подвергается инфракрасному обогреву. При этом происходит испарение воды из кожицы сырья и увеличивается концентрация находящегося в поверхностном слое щелочного раствора.

Механическая очистка производится в очистительной машине с гофрированными резиновыми валиками.

Комбинированные способы очистки позволяют уменьшить содержание отходов и потерь. Однако значительные энергозатраты не позволяют в полной мере реализовать их преимущества. Отходы при комбинированных способах очистки составляют 7−10%, расход воды в 4−5 раз меньше, чем при химической (щелочной) очистке.

Сырье после очистки нуждается в инспекции и доочистке. При этом у корнеплодов и картофеля удаляют остатки кожицы, больные, поврежденные и подгнившие места, глазки у картофеля, ботву у моркови и свеклы, шейки и донца у луковиц.

До настоящего времени эта трудоемкая операция осуществляется вручную на специальных инспекционных транспортерах. При механической доочистке разрушается большое количество клеток, в результате на поверхности корнеплода выделяется некоторая часть крахмала, свободных аминокислот, ферментов, которые взаимодействуют с кислородом воздуха и вызывают потемнение продукта. Для предотвращения этого инспекционные транспортеры оборудуют специальными ванночками.

Обжиг воздухом производится при температуре 800−1300 °С в течение 8−10 с, в подкожном слое картофеля влага почти мгновенно превращается в пар, который и отделяет кожицу от мякоти клубня и разрывает её. Он может быть осуществлен в печах с электронагревом при перемещении продукта в лотках цепным транспортером.

Очистка поверхности зерна от пыли, надорванных в процессе обработки плодовых оболочек, а также частичное отделение зародыша и бородки производятся в обоечных машинах.

В технологическом процессе переработки крупяных культур с зерна удаляют цветковые пленки, плодовые и семенные оболочки. В зависимости от структурно-механических, физико-химических свойств и особенностей зерна, его биологических особенностей шелушение проводят в шелушильных и шлифовальных машинах различных конструкций.

Процесс шлифования заключается в окончательном удалении с поверхности ядра (семени) оставшихся после шелушения оболочек (и частично зародыша), а также в обработке крупок до установленной формы (округлой, шаровидной) и требуемого внешнего вида.

Гребнеотделительные машины предназначены для дробления винограда и отделения гребней. Причем под дроблением понимается разрушение кожицы ягод и их клеточной структуры, облегчающее получение сока. Степень измельчения винограда существенно влияет на выход сусла-самотека и скорость суслоотделения.

Процесс дробления винограда проводится с отделением или без отделения гребней. В первом случае в сусле меньше дубильных веществ, зато во втором − процесс ускоряется за счет того, что гребни препятствуют спрессовыванию мезги и улучшают дренаж.

Протирочные машины используются в производстве пюреобразных продуктов, соков, концентрированных томатопродуктов и других растительных полуфабрикатов. Они служат для разделения растительного сырья на две фракции: жидкую с мякотью, из которой изготавливаются консервированные продукты, и твердую, представляющую собой отходы (кожица, семена, косточки, плодоножки и т. п.).

Протирание − это процесс отделения массы плодоовощного сырья от косточек, семян, кожуры путем продавливания на ситах через отверстия с диаметром 0,7−5,0 мм.

Финиширование − это дополнительное, более тонкое измельчение протертой массы путем пропускания через сито с диаметром отверстий менее 0,4 мм.

В процессе протирания или финиширования перерабатываемая масса попадает на поверхность движущегося бича. Под действием центробежной силы она прижимается к рабочему ситу. Полуфабрикат через отверстия проходит в сборник, а отходы под действием силы, обусловленной углом опережения бичей, продвигаются к выходу рабочего сита.

***Индивидуальное задание:*** из перечня фруктов и овощей по выбору преподавателя определить оптимальный способ очистки, инспекции и доочистки фруктов или овощей и объяснить, чем обусловлен выбор.

1. Картофель
2. Морковь
3. Лук
4. Чеснок
5. Яблоки
6. Свёкла
7. Груши
8. Вишня
9. Капуста
10. Пшеница
11. Тыква
12. Фасоль
13. Помидоры
14. Слива
15. Виноград
16. Гречиха
17. Ячмень
18. Арбуз
19. Зеленый горошек
20. Апельсин
21. Перец болгарский
22. Абрикос
23. Редис
24. Горох

## Контрольные вопросы

1. Укажите известные вам способы очистки растительного сырья от наружного покрова.
2. В чем заключается сущность физического способа очистки растительного сырья?
3. Какие преимущества и недостатки имеет физический способ очистки растительного сырья?
4. Из каких стадий состоит пароводотермическая обработка растительного сырья?
5. Какие изменения в растительном сырье происходят при пароводотермической обработке?
6. Какие преимущества и недостатки имеет пароводотермический способ очистки растительного сырья?
7. В чем заключается сущность механического способа очистки растительного сырья?
8. От чего зависит качество механической очистки сырья и количество получаемых отходов?
9. Как перегрузка или недогрузка абразивной поверхности машины влияет на качество очистки растительного сырья?
10. Какие преимущества и недостатки имеет механический способ очистки растительного сырья?
11. В чем заключается сущность химического способа очистки растительного сырья?

12. Какие преимущества и недостатки имеет химический способ очистки растительного сырья?

13. В чем заключается сущность комбинированного способа очистки растительного сырья?

14. Какие виды комбинированной очистки вам известны?

15. Какие преимущества и недостатки имеет комбинированный способ очистки растительного сырья?

16. Как происходит инспекция и доочистка зерна после основной очистки?

17. Что такое процесс протирания и для чего он предназначен?

18. Что такое процесс финиширования?

*Лабораторная работа № 2*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СУХИХ ЗАВТРАКОВ

**Цель работы:** изучить физико-химические основы и общие принципы переработки зерновых культур для получения сухих завтраков на примере овсяных хлопьев «Геркулес», кукурузных и пшеничных хлопьев, воздушного риса.

**Средства обучения:** образцы продуктов: крупа Геркулес (или овсяные хлопья), кукурузные хлопья, пшеничные хлопья; нормативные документы.

Сухие завтраки представляют собой продукты, готовые к употреблению без дополнительной кулинарной обработки, изготовленные из различного злакового зерна. Сухие завтраки поступают на потребительский рынок в виде крупяных палочек, хлопьев, фигурных кукурузных изделий, воздушных зерен.

Выделяют следующие группы сухих завтраков:

− воздушные зерна кукурузы, пшеницы и риса: сладкие, соленые, в карамели, глазированные в сахаре;

− крупяные палочки глазированные (кукурузные): с ванилином, какао, кофе, корицей, молоком, в шоколаде, сладкие, лимонные; с арахисовой массой (сладкие, соленые) и неглазированные: с ванилином, какао, корицей, лимонные, «Московские», сладкие, соленые, с сыром, чесноком, молоком;

− изделия кукурузные фигурные: «Ванильные», «Десертные», «Забава», «Лакомка», «Любительские», «Мозаика», «Олимпийские», «Особые», «Столовые», «Сырные»;

− хлопья кукурузные, пшеничные.

По заданию преподавателя группа делится на 3−4 звена. Каждое звено работает только с одним заданием. Задание предполагает изучение теоретического материала по производству пищевого концентрата и органолептическую оценку выбранного продукта.

**Задание 1.** Анализ овсяных хлопьев «Геркулес».

Внимательно изучить теоретический материал производства овсяных хлопьев «Геркулес» и заполнить таблицу 1, подробно записав процессы, происходящие при переработке зерна.

Для производства овсяных хлопьев используется овес крупяной или овсяная крупа. Поэтому существуют две технологические схемы производства овсяных хлопьев «Геркулес»:

− полная схема, при которой в качестве исходного материала используют крупяной овес;

− короткая схема, при которой в качестве сырья применяют овсяную крупу, полученную с крупозаводов.

Таблица 1 – Процессы, происходящие при получении овсяных хлопьев «Геркулес»

| | |
|---|---|
| Подготовка сырья к основным технологическим операциям: мойка, сепарирование, очистка от наружного покрова | |
| Процессы, происходящие при переработке сырья | Описание стадий производства |
| ……. | ……. |
| | |
| | |
| Механическая переработка сырья и полуфабрикатов: измельчение, сортирование и обогащение, смешивание, формование | |
| Процессы, происходящие при переработке сырья | Описание стадий производства |
| ….. | …….. |
| | |
| | |
| Проведение тепло- и массообменных процессов: сушка, обжарка, экструдирование, охлаждение, диффузия, кристаллизация | |
| Процессы, происходящие при переработке сырья | Описание стадий производства |
| | |
| | |

На предприятиях овсяные хлопья производят по короткой схеме. Она более экономична, так как при ее применении значительно сокращаются перевозки сырья (почти вдвое), вывоз кормовых отходов с предприятия и энергозатраты, а значит, и себестоимость готовой продукции, повышается ее конкурентоспособность.

При правильной организации производства хлопья из крупы характеризуются высоким качеством. Вместе с тем жир овса меньше подвержен прогорканию при длительном хранении, чем жир овсяной крупы. Это также влияет на качество овсяных хлопьев, поэтому крупу, предназначенную для производства хлопьев, следует перерабатывать как можно быстрее.

## Технологическая схема получения овсяных хлопьев «Геркулес» по полной схеме

Она состоит из следующих основных операций: подготовка зерна к обрушиванию, получение крупы, получение хлопьев «Геркулес».

***Подготовка зерна к обрушиванию.*** Овес очищают от сора и зерновой примеси на сепараторе. Затем овес поступает на зерновой рассев, на котором его сортируют на крупную, среднюю и мелкую фракции.

Крупная фракция используется для производства овсяных хлопьев, средняя − для толокна, мелкие зерна − отход, применяются как фуражное зерно.

Для удаления пыли и минеральных примесей крупный отсортированный овес промывают в зерномоечной машине. После мойки овес направляют в пропариватель, в котором его 1,5−2 мин при температуре 100−110 °С пропаривают острым паром. Цель пропаривания − облегчить отделение цветочных пленок от ядра. Пропаривание способствует их набуханию, и цветочные пленки свободно отделяются от ядра. Высокая температура нагрева инактивирует ферменты зерна, особенно гидролитические и окислительные, вызывающие распад и прогоркание жира. Это улучшает сохраняемость и повышает стойкость готового продукта при хранении.

Пропаренное зерно имеет влажность 18−20%, поэтому его направляют на сушку до влажности 7−8%. При сушке происходит деформация оболочек в результате неравномерности высыхания оболочек и ядра.

После сушки овес охлаждают до температуры 40−45 °С и направляют на триер для отделения зерновой примеси.

Для более полного удаления оболочек перед обрушиванием зерно направляют на зерновой рассев, на котором его сортируют, отделяя мелкую фракцию.

***Получение крупы.*** Крупу получают обрушиванием зерна на наждачных обоечных машинах. Обрушенный овес пропускают через циклон-глобус для отделения лузги и мучели*, после чего сортируют на зерновом сепараторе, удаляя крупные примеси и мелочь. Для изготовления хлопьев используют сход с сортировочного и подсевного сит. Мелкая и дробленая крупа являются отходом.

Для окончательной очистки зерна от пыли и лузги зерно дополнительно пропускают через аспирационную систему, а затем через магнитную установку для отделения металлопримесей. Остатки необрушенного овса удаляют пропусканием через падди-машину.

Окончательная очистка овсяной крупы характеризуется наличием примесей, которых должно быть не более 0,5%, в том числе (%): свободная цветочная пленка − 0,04, необрушенные зерна овса − 0,15, куколь − 0,1, вредные примеси − 0,05.

После окончательной очистки крупу пропаривают в горизонтальном пропаривателе в течение 2−3 мин до влажности 12−12,5%. Увлажненная крупа при дальнейшем расплющивании меньше дробится и крошится. При пропаривании происходит частичная клейстеризация крахмала, которая способствует лучшему усвоению продукта.

В целях равномерного распределения в ядре влаги крупу выдерживают в бункере 25−30 мин. Выдержка крупы способствует улучшению структуры хлопьев.

---

***Мучель** – это тонко измельченные частицы плодовых и семенных оболочек.

***Получение хлопьев «Геркулес».*** После пропаривания и выдерживания крупу расплющивают на вальцовом станке, имеющем гладкие валки, вращающиеся с одинаковой скоростью. Это исключает дробление ядра. После плющения хлопья имеют толщину 0,4 мм. Их пропускают через аспирационную колонку для отделения лузги, в которой хлопья одновременно охлаждаются и подсушиваются.

Готовые хлопья фасуют на автомате в картонные коробки с внутренним пакетом из- под пергамента массой 250−1000 г.

## Технологическая схема получения овсяных хлопьев «Геркулес» по короткой схеме

Она состоит из следующих операций: подготовка, пропаривание и отлежка, плющение крупы, просеивание и охлаждение хлопьев, упаковывание.

При изготовлении овсяных хлопьев по короткой схеме используют овсяную крупу высшего сорта, поэтому отходы при переработке сырья небольшие и составляют около 2−3%.

***Подготовка крупы.*** Поступающую в цех овсяную крупу направляют на зерновой сепаратор для очистки от посторонних примесей, в том числе от ферропримесей, и отделения мелкой и дробленой крупы.

На сепараторе устанавливают металлотканые сита с отверстиями следующих размеров (мм): приемочное − 4×20, сортировочное − 2,5×20, подсевное − 1,5×15.

Сход с приемочного сита, содержащий крупные примеси, направляют в отходы, подсевного сита − мелкая крупа и сечка, которые также являются отходом. Сходы с сортировочного и подсевного сит соединяют вместе и направляют на дальнейшую переработку.

Очищенную крупу подсушивают на ленточном конвейере сушилки до влажности 8%. Подсушенную крупу более высокого качества пропускают через аспирационную колонку для отделения лузги и обрабатывают на крупоотделительных машинах для отделения необрушенных зерен и зерновой примеси. Обрушенную крупу вторично обрабатывают на аспираторе и направляют в бункер.

Необрушенная крупа поступает в другой бункер. Ее обрабатывают на шелушильном поставе для снятия оболочки, затем очищают вторично на крупоотделительной машине и соединяют с основной массой. Если необрушенных зерен крупы очень мало, то проводить их очистку нецелесообразно, и зерна идут в кормовые отходы.

***Пропаривание и отлежка крупы.*** Крупу пропаривают в шнековом пропаривателе. Пропаренная крупа темперируется в бункере, затем поступает на плющильные станки.

***Плющение крупы, просеивание и охлаждение хлопьев.*** Крупу расплющивают на вальцовом станке так же, как при полной схеме. Полученные хлопья системой ленточных транспортеров подают на сортировочное сито,

где от них отделяется мелочь. Затем хлопья ленточным транспортером передаются в аспирационную колонку для отделения лузги. Одновременно происходит охлаждение хлопьев.

***Упаковывание.*** Готовые хлопья фасуют на автомате в картонные коробки. Овсяные хлопья «Геркулес» содержат нестойкий, легко окисляемый жир, поэтому их хранение в негерметичной таре долгое время не рекомендуется. Кроме того, хлопья являются хорошей средой для развития зерновых вредителей, в связи с этим целесообразно применять такую упаковку, которая обеспечивала бы их защиту от проникновения вредителей.

Бумага для внутреннего пакета и внешней коробки является паро- и газопроницаемой, поэтому при ее применении создать герметичность не удается. Целесообразно для упаковки овсяных хлопьев использовать прогрессивные полимерные упаковочные материалы, обеспечивающие лучшую сохраняемость продукта.

Овсяные хлопья «Геркулес» по органолептическим физико-химическим показателям должны соответствовать следующим требованиям и нормам (ГОСТ 21149-93), указанным в таблице 2. Из физико-химических показателей определить массовую долю влаги.

По результатам работы сделать общий вывод об основных технологических операциях производства овсяных хлопьев «Геркулес», органолептической оценке.

Таблица 2 – Органолептические и физико-химические показатели качества хлопьев

| Наименование показателей | Характеристика и нормы для всех видов хлопьев | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | *«Экстра»* | | | *«Геркулес»* | *Лепестковые* |
| | *№ 1* | *№ 2* | *№ 3* | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Цвет | Белый с оттенками от кремового до желтоватого | | | | |
| 2. Запах | Свойственный овсяной крупе без плесневого, затхлого и других посторонних запахов | | | | |
| 3. Вкус | Свойственный овсяной крупе без привкуса горечи и посторонних привкусов | | | | |
| 4. Влажность, %, не более | 12,5 | 12,0 | 12,0 | 12,0 | 12,0 |
| 5. Зольность (в пересчете на сухое вещество), %, не более | 3,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 1,9 |
| 6. Кислотность в градусах, не более | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |

Окончание таблицы 2

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7. Сорная примесь, %, не более | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,35 | 0,25 |
| в числе сорной примеси:<br>а) минеральной примеси, не более | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| б) цветковых пленок (свободных и полученных в результате отделения от ядра) | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| в) вредной примеси куколя не более | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| в числе вредной примеси: софоры лисохвостой и вязеля разноцветного, не более | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 8. Развариваемость, мин | 15 | 10 | 5 | 20 | 10 |
| 9. Зараженность вредителями | Не допускается | | | | |
| 10. Загрязненность вредителями | То же | | | | |
| 11. Металломагнитная примесь, мг в 1 кг крупы: размером отдельных частиц в наибольшем линейном измерении не более 0,3 мм и (или) массой не более 0,4 мг | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| размером и массой отдельных частиц более указанных выше значении | Не допускается | | | | |

*Примечание.* Характеристика примесей в овсяных зернах указана в таблице 3.

Таблица 3 – Примеси в овсяных зернах

| Наименование примесей | Характеристика примесей |
|---|---|
| 1. Минеральная примесь | Песок, галька, частицы земли, наждака, шлака |
| 2. Органическая примесь | Цветковые пленки, частицы стеблей |
| 3. Семена растений | Семена всех дикорастущих и культурных растений целые и плющеные |
| 4. Испорченные хлопья | Загнившие, заплесневевшие, обуглившиеся – все с явно измененным цветом |
| 5. Вредная примесь | Головня, спорынья, софора лисохвостая, вязель разноцветный |

**Задание 2.** Анализ пшеничных и кукурузных хлопьев.

Внимательно изучить теоретический материал производства пшеничных и кукурузных хлопьев и заполнить таблицу 4, подробно записав процессы, происходящие при переработке зерна.

Технологическая схема включает две стадии: получение кукурузной крупы и выработку из крупы хлопьев.

**Выработка из крупы хлопьев**. Технология производства кукурузных хлопьев из кукурузной крупы включает следующие операции:
очистку, мойку и увлажнение, варку, сушку, темперирование, пропарку и плющение крупы, обжарку и охлаждение хлопьев.

***Очистка крупы.*** Эта операция проводится на зерновом сепараторе. На системе сит отделяют примеси, отличающиеся от крупы по размеру. При поступлении продукта на сита и при выходе его из машины двукратной аспирацией удаляют легкие примеси (мучель, оболочки). Затем крупу пропускают через магниты, освобождая ее от металломагнитных примесей.

На зерновом сепараторе устанавливают металлические штампованные сита с отверстиями диаметром (мм): для кукурузной крупы приемочное − 10; для отделения примесей крупнее крупы сортировочное − 5; для отделения примесей мельче крупы разгрузочное − 2; для пшеничной крупы − соответственно 8; 3 и 1,2 мм. Равномерная подача материала в сепаратор позволяет разделять крупы на фракции, получать хлопья одинакового размера.

Таблица 4 – Процессы, происходящие при получении пшеничных и кукурузных хлопьев

| | |
|---|---|
| Подготовка сырья к основным технологическим операциям: мойка, сепарирование, очистка от наружного покрова | |
| Процессы, происходящие при переработке сырья | Описание стадий производства |
| ……. | ……. |
| | |
| | |
| Механическая переработка сырья и полуфабрикатов: измельчение, сортирование и обогащение, смешивание, формование | |
| Процессы, происходящие при переработке сырья | Описание стадий производства |
| ….. | …….. |
| | |
| | |
| Проведение тепло- и массообменных процессов: сушка, обжарка, экструдирование, охлаждение, диффузия, кристаллизация | |
| Процессы, происходящие при переработке сырья | Описание стадий производства |
| | |

Наличие мучели в крупе снижает качество готовой продукции. Много мучели образуется при переработке крупы, полученной из зубовидной и полузубовидной кукурузы, с большим выходом крупки.

***Мойка и увлажнение крупы.*** Мойка крупы необходима для освобождения ее от мучели, которая накопилась в крупе при транспортировании и не была отделена при её очистке на зерновом сепараторе.

Крупу моют на зерномоечных машинах по режимам, принятым в производстве. При мойке влажность крупы повышается до 22−25% за счет дополнительной кратковременной пропарки острым паром, осуществляемой в шнековом пропаривателе непрерывного действия.

При этом происходит набухание крахмальных зерен и белковых веществ крупы. Это способствует более полной клейстеризации крахмала и денатурации белков. Кроме того, увлажнение крупы значительно ускоряет процесс варки.

Крупу заливают сахарно-солевым раствором, который в процессе варки она полностью впитывает. При этом капилляры каждой крупинки заполняются водой. Диффузия сахара и соли в крупинки может происходить только в результате уравнивания их концентрации в растворе и воде, находящейся в капиллярах, что требует много времени. Даже при продолжительной варке сахар и соль не полностью диффундируют, а остаются в тканях или частично на поверхности крупинки. Целесообразно перед заливкой сахарно-солевым раствором крупу подсушить до влажности 9%. При этом значительная часть раствора легко проникает в капилляры крупинок и равномерно распределяется по всей массе, улучшая технологические свойства крупы и качество готовой продукции. Повышение температуры (не выше 50 °С) при замачивании позволяет сократить продолжительность выдержки до 2 ч.

***Варка крупы.*** Крупу после увлажнения и темперирования загружают в варочный аппарат из расчета 800 кг при стандартной влажности 15%. Варка кукурузной крупы из кремнистого зерна в сахарно-солевом растворе продолжается 2 ч, из зубовидного зерна − 1,5, пшеничной крупы − 1,5 ч с момента достижения давления в аппарате 0,15 МПа.

В процессе варки пищевые вещества крупы претерпевают большие изменения. Крахмал клейстеризуется и частично декстринизируется. Клейстеризация происходит со значительным поглощением воды крахмалом и приводит к большому увеличению в крупе растворимых веществ. Белковые вещества коагулируют, выделяя при этом влагу. Клейстеризация крахмала и коагуляция белковых веществ повышают усвояемость продукта организмом человека.

Цвет крупы изменяется от светло-коричневого до темно-коричневого. Интенсивность цвета крупы зависит от присутствия в ней меланоидинов, которые образуются вследствие взаимодействия моносахаров и аминокислот. Меланоидины придают крупе специфический привкус. Излишнее их образование нежелательно, так как меланоидины не усваиваются организмом. Поэтому интенсивный темно-коричневый цвет крупы не является показателем ее готовности.

Причиной темной окраски крупы является несоблюдение режима варки. Основным показателем качества варки является изменение белково-

углеводного состава крупы, косвенным − накопление водорастворимых веществ. Сваренная крупа имеет влажность 27−30%.

Качество хлопьев повышается, если в состав раствора для варки кукурузной крупы вводить солодовый сироп или ферментные препараты. Пропитка солодовым сиропом и растворами ферментных препаратов кукурузной крупы и ее выдержка в течение некоторого времени способствуют более глубокой декстринизации крахмала крупы, улучшающей структуру хлопьев.

***Сушка крупы.*** В сваренной крупе не должно быть комьев, затрудняющих дальнейшие технологические операции. Комья образуются в случае, если крупу сразу выгружают из варочного аппарата, так как после остывания она комкуется. Чтобы избежать образования комьев, после спуска из варочного аппарата пара крупу выгружают на испарительную чашу, затем скребковым механизмом, который разбивает образовавшиеся комья, её направляют на транспортер сушилки. Во время обработки крупы на испарительной чаше происходит выделение пара, который отводят, устраивая над чашей специальный зонт.

При сушке на ленточных сушилках удаление влаги из крупы производится на ленточном транспортере, забирающем крупу сразу из-под варочных аппаратов. Комья разбиваются устанавливаемым в конце ленты механизмом для дробления, который состоит из двух вращающихся валов с насаженными на них штырями. Остывая на испарительной чаше или транспортере, крупа теряет 1,5−2% влаги и не образует комьев.

Избежать образования комьев после варки можно продувкой сваренной крупы в варочном аппарате сжатым воздухом. По окончании варки, после выпуска пара из варочного аппарата, не прекращая его вращения, крупу продувают сжатым воздухом в течение 10−12 мин, который подают в аппарат под давлением 0,3−0,4 МПа.

Отработанный воздух вместе с захваченными им парами воды выбрасывается по специальному трубопроводу в атмосферу. Крупа, обработанная сжатым воздухом, также теряет способность образовывать комья. При этом ее влажность снижается примерно на 2%.

На конвейерных сушилках температуру теплоносителя (горячего воздуха) устанавливают при сушке кукурузной крупы 80−85 ºС, пшеничной − 60−80 °С. Снижение температуры теплоносителя ведет к удлинению процесса сушки. Крупу для хлопьев сушат до содержания влаги 18%.

После сушки крупу охлаждают на последней ленте сушилки, подавая под нее холодный воздух, иначе на следующем технологическом процессе она слежится в комья, которые трудно будет разбить.

***Темперирование крупы.*** Высушенную и охлажденную крупу подвергают темперированию (отлежке) в специальных темперирующих бункерах в течение 6−8 ч для крупы из зубовидной и полузубовидной кукурузы, 10−12 – для кремнистой, 2−2,5 ч – для пшеничной крупы.

Отлежка крупы необходима для того, чтобы влага во время сушки в каждой крупинке распределялась равномерно, так как это положительно влияет на качество хлопьев.

Необходимость отлежки объясняется тем, что в процессе варки крупы в результате клейстеризации крахмала происходят растворение амилозы и изменение амилопектина, которые значительно увеличивают растворимые вещества в крупе.

В процессе отлежки начинает происходить старение оклейстеризованного крахмала, сопровождающееся ретроградацией и снижением количества водорастворимых веществ. Ретроградация крахмала приводит к укреплению стенок крахмальных зерен и положительно влияет в дальнейшем на плющение крупы. При значительном охлаждении крупы продолжительность темперирования сокращается.

***Пропарка и плющение крупы.*** После отлежки крупу просеивают на бурате, отбирая образовавшиеся комочки, которые дробят и присоединяют к просеянной крупе. После этого крупу подогревают и увлажняют острым паром при давлении 1 МПа, доводя влажность пшеничной крупы до 18−20, кукурузной − до 20−22%.

Если крупа поступает на плющение с меньшим содержанием влаги, то получается много крошки и мучели; крупа с большей влажностью «замазывает» валки и хлопья рвутся − готовые хлопья имеют внешний вид, не соответствующий техническим требованиям.

Крупу пропаривают в шнековом пропаривателе с паровой рубашкой. Внутри пропаривателя расположен шнек для горизонтального перемещения продукта. Продукт поступает в шнек и в связи с небольшим шагом винта медленно передвигается от приема к выходу.

При передвижении продукт встречает струю пара и увлажняется. Чтобы острый пар, попадая на днище пропаривателя, не конденсировался, в паровую рубашку также подают пар.

Пропаренная крупа поступает на плющение. Для плющения применяется двухвалковая плющилка, состоящая из двух параллельно расположенных валков, находящихся в одной горизонтальной плоскости, питающего валика, приемного ковша и съемных ножей для снятия налипших на основные валки хлопьев.

Для плющения варено-сушеную пропаренную крупу подают в приемный ковш. Она захватывается питающим валиком и равномерно распределяется между двумя вращающимися гладкими валками, которыми расплющивается на тонкие лепестки. Толщина лепестков регулируется шириной щели между валками. Продукция лучшего качества получается при обжаривании сырых хлопьев толщиной 0,25−0,5 мм.

Расплющенная крупа из плющилки поступает на инспектирование на ленточные транспортеры для отделения мелочи.

***Обжарка и охлаждение хлопьев.*** Хлопья обжаривают в газовой печи при температуре 200−250 °С; продолжительность обжарки составляет 2−3 мин. Обжарка существенно влияет на качество готового продукта.

Если хлопья поступают в недостаточно нагретую печь или их в печь загружают в объеме, который резко снижает температуру печи, готовый продукт может получиться низкого качества − хлопья будут стекловидные, без вздутий, жесткие и плохо разжевывающиеся.

Газовая печь состоит из кожуха, внутри которого расположен вращающийся цилиндр. На поверхности цилиндра в виде поясов расположены отверстия диаметром 2 мм. На внутренней поверхности цилиндра размещены лопасти, при помощи которых продукт передвигается по цилиндру при его вращении.

Для обжарки сырые хлопья подаются в печь и лопастями направляются к выходу вдоль цилиндра. В процессе передвижения хлопья обжариваются. Влажность обжаренных хлопьев составляет 2,5−5%.

При обжаривании в продукте в результате образования декстринов увеличивается содержание водорастворимых веществ.

Сущность обжарки хлопьев заключается в том, что при быстром воздействии высокой температуры на тонкий лепесток продукта создаются условия для мгновенного удаления влаги из межклеточного пространства. Быстрое удаление влаги приводит к разрыву межклеточных и клеточных связей и увеличению объема продукта с заполнением образовавшихся пор воздухом. При медленной жарке хлопья получаются стекловидными и на их поверхности образуются мелкие пузырчатые вздутия без пор.

Обжаренные хлопья инспектируют на ленточном транспортере, отбирая горелые и недообжаренные. Проинспектированные хлопья с ленточного транспортера передаются на сортировочное сито. На верхнем сите с отверстиями диаметром 8 мм отбирают крупные кукурузные хлопья. Для пшеничных хлопьев используется сортировочное сито с отверстиями диаметром 4 мм. На нижнем сите № 1−2 отбирают мелкие хлопья. Мелкие хлопья, прошедшие при сортировании через сита, размалывают и используют для приготовления панировочных сухарей, которые фасуют в коробки массой 300 г.

После сортировки хлопья пропускают через магнитную установку, охлаждающий транспортер и направляют в бункера фасовочного отделения (хлопья без нанесения глазури). Обжаренные и охлажденные хлопья, предназначенные для выработки глазированных хлопьев, направляют в отделение для нанесения глазури.

***Нанесение глазури.*** Глазурь наносят на хлопья на установке для глянцевания карамели. Установка состоит из вращающегося барабана, загрузочного вибролотка, бачков для сиропа, калорифера с вентилятором. Внутри барабана на его оси крепятся три перегородки, при помощи которых регулируются движение и перемешивание продукта.

В барабан с частотой вращения 8−10 об/мин подают транспортером хлопья. Сироп температурой 80−85 ºС непрерывно льется на хлопья, и благо-

даря вращению барабана происходит интенсивное их перемешивание. Облитые сиропом хлопья перемещаются вдоль барабана к выходу. В момент перемещения хлопья подсушиваются воздухом, который по трубе нагнетается внутрь барабана. Отработанный воздух с испаренной влагой удаляется через сетчатые отверстия в барабане.

***Фасование хлопьев***. Хлопья фасуют на фасовочно-упаковочных автоматах в картонные коробки с внутренним пакетом из пергамента или подпергамента.

По органолептическим и физико-химическим показателям хлопья кукурузные или пшеничные должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 5 (ГОСТ 50365-92). Из физико-химических показателей определить массовую долю влаги.

Таблица 5 − Органолептические и физико-химические показатели качества хлопьев

| Наименование показателя | Характеристика |
|---|---|
| 1 | 2 |
| Внешний вид | Тонкие, поджаренные, разной формы, с поверхностью, имеющей пузырчатые вздутия.<br>Глазированные хлопья, имеют на поверхности шоколадную или сахарную глазурь.<br>Хлопья, глазированные с добавками, имеют на поверхности сахарную глазурь с соответствующими добавками. |
| Цвет | Желтый и кремовый разных оттенков, в зависимости от используемого сырья.<br>Хлопьев, глазированных – соответствующей шоколадной или сахарной глазури.<br>Хлопьев, глазированных с добавками – соответствующей используемой глазури с добавками. |
| Запах | Свойственный поджаренным хлопьям.<br>Хлопьев, глазированных с добавками – свойственный применяемым добавкам.<br>Посторонний запах не допускается. |
| Вкус | Свойственный поджаренным хлопьям. Посторонний привкус не допускается |
| Консистенция | Хрупкая, не жесткая |
| Массовая доля влаги, % не более<br>- кукурузные и пшеничные<br>- кукурузные и пшеничные, глазированные сахарной глазурью<br>- кукурузные и пшеничные, глазированные шоколадной глазурью | 5,0<br>7,0<br>5,0 |

Окончание таблицы 5

| | |
|---|---|
| Массовая доля сахарозы, % не менее<br>- кукурузные и пшеничные, глазированные сахарной глазурью<br>- кукурузные и пшеничные, глазированные шоколадной глазурью | <br>26,0<br>20,0 |
| Массовая доля мелочи, % не более<br>- кукурузные и пшеничные<br>- кукурузные и пшеничные, глазированные сахарной и шоколадной глазурью | <br>10,0<br>12,0 |

***Задание для самостоятельной работы 1***

1. Взять по 100 г исследуемых образцов овсяных, кукурузных и пшеничных хлопьев. Провести их органолептическую оценку, заполнив таблицу 6.

Таблица 6 – Органолептическая оценка исследуемых хлопьев

| № п/п | Наименование показателя | Характеристика показателя | Соответствие нормативу |
|---|---|---|---|
| Овсяные хлопья | | | |
| 1 | Цвет | | |
| 2 | Запах | | |
| 3 | Вкус | | |
| Кукурузные хлопья | | | |
| 4 | Цвет | | |
| 5 | Запах | | |
| 6 | Вкус | | |
| Пшеничные хлопья | | | |
| 7 | Цвет | | |
| 8 | Запах | | |
| 9 | Вкус | | |

2. Исследовать физико-химические показатели качества рассматриваемых хлопьев: определить сорность, загрязненность вредителями и металломагнитными примесями. Полученные данные представить в виде таблицы 7.

Процент примеси определить из выражения

$$\%_{\text{примеси}} = \frac{m_{\text{примеси}}}{m_{\text{пр}}} \cdot 100, \%, \quad (1)$$

где $m_{\text{пр}}$ – масса исследуемого продукта, г ($m_{\text{пр}} = 50$ г);

$m_{\text{примеси}}$ – масса обнаруженных примесей, г.

Таблица 7 – Исследование физико-химических показателей качества

| № п/п | Наименование показателя | Характеристика показателя по видам хлопьев, % | | |
|---|---|---|---|---|
| | | овсяные | кукурузные | пшеничные |
| 1 | Сорность | | | |
| 2 | Зараженность вредителями | | | |
| 3 | Металломагнитная примесь | | | |

Проанализировать таблицы 6 и 7, сравнив полученные результаты с нормативными требованиями, сделать общий вывод об основных технологических операциях производства хлопьев и их органолептической оценке и физико-химических показателях качества.

### *Задание для самостоятельной работы 2*

Исследовать овсяные хлопья разной технологии производства.

1. Взять по 50 г навески овсяных хлопьев, полученных по полной схеме и по короткой схеме производства. Провести органолептическую оценку круп, охарактеризовать их цвет, запах, размер частиц.

2. Определить влажность каждой навески и занимаемый объем.

3. Залить каждый образец водой при t = 100 °С и через каждые 5 минут контролировать занимаемый объем и производить органолептическую оценку.

4. Полученные данные занести в таблицу 8 и сделать выводы.

Таблица 8 – Результаты исследования овсяных хлопьев

| № об-раз-ца | Время, мин | Масса, г | Влаж-ность, % | Занимаемый объем, дм$^3$ | Высота продукта, см | Прочность |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| I | 0 | | | | | |
| | 5 | | | | | |
| | 10 | | | | | |
| | 15 | | | | | |
| II | 0 | | | | | |
| | 5 | | | | | |
| | 10 | | | | | |
| | 15 | | | | | |

*Лабораторная работа № 3*

# МИКРОСКОПИЯ ПРОДУКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

**Цель работы:** изучить строение тканей сырых и вареных овощей и бобовых, установить изменения некоторых структурных элементов клеток: клеточных стенок, цитоплазмы и др. при тепловой обработке продуктов.

**Приборы и посуда:** лезвие безопасной бритвы; препаровальная игла; скальпель, микроскоп, стекла предметные и покровные, бумага фильтровальная; два химических стакана емкостью 200 мл.

**Реактивы:** 1%-ный раствор йода в 3%-ном йодистом калии, насыщенный раствор сафранина в 0,5%-ном водном растворе поташа, 10%-ный раствор поваренной соли.

Кулинарная обработка овощей и фруктов производится с целью получения пищевого продукта, который хорошо переваривается и усваивается организмом человека. Овощи, такие как картофель, свекла, брюква и др., в сыром виде в пищу не используются из-за жесткой паренхимной ткани, содержащей крахмал, протопектин, целлюлозу и гемицеллюлозу. Однако длительная тепловая обработка приводит к снижению пищевой ценности и ухудшению органолептических показателей качества: продукт разваривается, деформируется, структура становится рыхлой, повышается вязкость и пр.

В качестве объектов исследования используют лук репчатый, картофель, зерна фасоли, свеклу, морковь или другие овощи.

Чтобы получить препараты для микроскопирования, из овощей отделяют часть мякоти и разрезают ее пополам. Одну половину до снятия срезов хранят в холодной воде, другую варят до готовности. С целью обеспечения сравнимости результатов срезы для микроскопирования снимают с тех мест мякоти, которые соприкасались друг с другом до разрезания перед варкой.

Для рассмотрения образцов из овощей в неокрашенном виде и в окрашенном соответствующими красителями препараты следует готовить в нескольких вариантах. Окрашивание препаратов позволяет лучше проследить за изменениями в структурных элементах клеток в процессе тепловой обработки продуктов. Для удобства сравнения структуры тканей сырых и вареных продуктов, препараты рекомендуется размещать по два на одном предметном стекле – с левой стороны из сырых продуктов, с правой – из вареных.

Под микроскопом рассматривать подготовленные препараты следует сначала при малом увеличении, затем при большом. Зарисовки препаратов делают при большом увеличении.

## Техника выполнения работы

**Опыт 1.** *Изучить строение ткани лука репчатого.*

Одну мясистую чешую отделить от луковицы, разрезать ее пополам, одну половинку положить в стакан с холодной водой, другую – в стакан с кипящей водой и варить 15 мин. С сырых и вареных чешуек снять с помощью препаровальной иглы тонкую пленку с внутренней стороны чешуек, состоящую из одного слоя клеток. Полученные пленки расправить, из наиболее тонких участков вырезать по два препарата размером 15×15 мм и поместить их на два предметных стекла, как указано выше, добавив к каждому препарату по капле дистиллированной воды.

На одном предметном стекле препараты покрыть покровными стеклами и рассмотреть под микроскопом. Обратить внимание на состояние и толщину клеточных стенок, плотность прилегания их друг к другу, наличие ядер, степень прозрачности содержимого клеток.

Сделать зарисовки препаратов. Отметить различие в строении ткани сырого и вареного лука. Эти же препараты использовать для изучения изменения цитоплазмы в процессе тепловой обработки лука. С препаратов снять покровные стекла, фильтровальной бумагой отсосать воду и вместо нее добавить несколько капель 10%-ного раствора поваренной соли. Выдержать препараты в таком состоянии в течение 5–10 мин. Обработка препаратов раствором поваренной соли вызывает плазмолиз клеток – отделение цитоплазмы от клеточных стенок вследствие перехода воды из клеточного сока в окружающую среду под действием осмотического давления.

Препараты, выдержанные в растворе поваренной соли, покрыть покровными стеклами и вновь рассмотреть под микроскопом. Найти в поле зрения микроскопа плазмолизованные клетки в препарате из сырого лука. Сделать зарисовки препаратов из сырого и вареного лука. Объяснить отсутствие таких клеток в препарате из вареного лука.

Окрасить сафранином препараты из сырого и вареного лука и поместить их на второе предметное стекло. Пектиновые вещества сафранин окрашивает в оранжево-желтый цвет, клетчатку и хлопья денатурированных белков – в вишнево-красный.

Удалить воду с препаратов, нанести на них по капле краски и выдержать в течение 2 мин. Затем фильтровальной бумагой снять избыток красящего растра, добавить к препаратам по капле воды, покрыть покровными стеклами и рассмотреть под микроскопом. Обратить внимание на разницу в окраске разных элементов клеток в препаратах из сырого и вареного лука. Зарисовать окрашенные препараты, на рисунках обозначить элементы структуры клеток. Выделить разрушенные клетки и установить причину образовавшихся дефектов.

**Опыт 2.** *Изучить строение ткани картофеля.*

Приготовить препараты сырого и вареного картофеля. Из середины очищенного клубня вырезать ломтик толщиной 5 мм и разрезать его пополам. Одну половину ломтика положить в холодную воду, другую – в кипящую и варить 10–15 мин. Из сырой и вареной половинок ломтика вырезать, соблюдая симметрию, по одному брусочку. С помощью бритвенного лезвия с торцевой стороны каждого брусочка сделать по три тонких прозрачных среза размером, перенести их препаровальной иглой на три предметных стекла и добавить по капле воды. Один из образцов использовать в качестве контрольного.

На одном стекле препараты оставить неокрашенными, на другом окрасить сафранином, на третьем – сафранином и йодом. Йод окрашивает крахмальные зерна в синий цвет. С окрашенных препаратов снять избыток краски, заменив её водой. Покрыть покровными стеклами все препараты и рассмотреть под микроскопом. Обратить внимание на форму клеток, плотность прилегания их друг к другу, состояние клеточных стенок и зерен крахмала. Выявить и объяснить разницу в строении тканей сырого и вареного картофеля.

**Опыт 3.** *Изучение строения тканей корнеплодов.*

Препараты из свеклы, моркови, корня петрушки подготавливают так же, как и из картофеля. Свеклу варят 40–45 мин, морковь –20–25 мин, петрушку – 15 мин. Препараты свеклы и моркови окрашивают сафранином, петрушки – сафранином и йодом. Сравнить полученные данные с образцами лука и картофеля.

**Опыт 4.** *Изучить строение ткани бобовых.*

Предварительно замочить сырые зерна фасоли. Зерно фасоли разделить на две семядоли, одну из которых варить в течение 1 ч. Из каждой семядоли сделать срезы и подготовить препараты неокрашенные и окрашенные йодом. Йод окрашивает крахмальные зерна в сине-черный цвет, а белковую матрицу и клеточные стенки в золотисто-желтый цвет.

Рассмотреть под микроскопом подготовленные препараты. Обратить внимание на различия в структуре тканей сырой и вареной фасоли. Сделать зарисовки и сравнить состояние крахмальных зерен в фасоли и картофеле после варки.

В конце работы сделать выводы о влиянии тепловой обработки на изменение структуры тканей овощей и фасоли в целом и состояние клеточных стенок, крахмальных зерен и цитоплазмы. Проанализировать различия в строении тканей различных овощей.

*Лабораторная работа № 4*

## ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СОХРАННОСТЬ КЛЕТОЧНЫХ СТЕНОК КАРТОФЕЛЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПЮРЕ

**Цель работы:** с помощью микроскопа сопоставить количество клеток с разорванными клеточными стенками в пюре из картофеля, полученном при протирании последнего в горячем и холодном состоянии, и в пюре из сухих хлопьев, восстановленном жидкостью с различной температурой без перемешивания и с перемешиванием.

**Приборы и посуда:** микроскоп; ступка с пестиком или металлическая терка; препаровальная игла; стекла предметные и покровные; стаканы химические емкостью 150 мл; термометр.

**Реактивы:** 1%-ный раствор йода в йодистом калии.

При изготовлении некоторых блюд подвергнутые тепловой обработке растительные продукты превращают в пюреобразную массу. При этом используют протирочные машины или машины для измельчения вареных продуктов.

При механическом воздействии на ткань вареных или припущенных продуктов последняя вследствие разрыхления клеточных стенок и ослабления связи между клетками относительно свободно распадается на отдельные клетки или небольшие конгломераты клеток. Клеточные стенки при этом могут повреждаться, а содержимое клеток переходить в окружающую среду.

Наличие поврежденных клеток в пюреобразной массе может оказывать влияние на качество приготовленных из нее изделий. Так, в случае приготовления пюре из картофеля переход крахмального клейстера из разрушенных клеток в измельченную массу ухудшает качество пюре, которое приобретает клейкую, тягучую консистенцию.

При изготовлении таких изделий, как муссы, самбуки, соусы на основе плодового или овощного пюре, разрушение клеток в процессе измельчения подвергнутых тепловой обработке плодов и овощей способствует желированию подготовленных смесей за счет выхода из них растворимого пектина. При этом прочность взбитой пены или жировой эмульсин повышается. Количество разрушенных клеток, образующихся при изготовлении пюре, зависит от многих технологических факторов. Например, при протирании или измельчении продукта в горячем состоянии клеточные стенки практически не разрушаются, и клетки остаются целыми. Получение пюреобразной массы из остывшего продукта может вызвать разрушение значительного количества клеток, в процессе остывания клеточные стенки становятся более хрупкими.

При изготовлении сухого картофельного пюре сваренный картофель подвергается неоднократным механическим воздействиям – измельчению и

перемешиванию в аппаратах со шнеком, пропусканию через зазоры между распределительными валами перед сушкой, а также дополнительному нагреванию при сушке. Такая обработка заметно увеличивает количество разрушенных клеток в пюре.

Кроме того, при восстановлении сухого пюре жидкостью дополнительное механическое воздействие (перемешивание, взбивание) или более высокая температура жидкости по сравнению с оптимальной температурой вызывает разрушение части клеточных стенок.

## Ход выполнения работы

**Опыт 1**

Очищенный клубень картофеля разрезать пополам, поместить в поллитровый стакан, залить горячей водой и варить при слабом кипении 20–25 мин. Одну половинку клубня растереть в горячем виде в ступке или на терке, другую охладить и растереть так же, как и горячий картофель.

Из того и другого пюре приготовить препараты для микроскопирования. Для этого на предметное стекло перенести препаровальной иглой немного пюре, прибавить каплю раствора йода и накрыть покровным стеклом.

Рассмотреть препараты при увеличении, сравнить количество клеток с разрушенной оболочкой в том и другом пюре. Сделать зарисовки препаратов.

Сделать вывод о влиянии температуры вареного картофеля на степень сохранности клеточных оболочек при изготовлении пюре.

**Опыт 2**

Отвесить три пробы сухого картофельного пюре в виде хлопьев массой по 25 г и поместить их в три стакана емкостью 150 мл.

В двух других стаканах нагреть по 100 мл воды до 78–80 °С и залить ею две пробы хлопьев. Один стакан закрыть часовым стеклом и выдержать хлопья в течение 2 мин для набухания. В другом стакане хлопья после добавления воды перемешать стеклянной палочкой. В третьем стакане хлопья залить кипящей водой, стакан закрыть часовым стеклом и выдержать для набухания в течение 2 мин. После восстановления пюре отметить разницу в его консистенции.

Приготовить препарат из сухих хлопьев для микроскопирования. Для этого пластинку сухого пюре поместить на предметное стекло, добавить каплю раствора йода, накрыть покровным стеклом. Рассмотреть препарат с малым и большим увеличением. Сделать зарисовку препарата.

Из полученных пюре приготовить препараты и рассмотреть их под микроскопом, как указано в предыдущем варианте работы. Сделать зарисовки препаратов.

Сделать вывод о влиянии перемешивания хлопьев с жидкостью при восстановлении пюре и температуры восстанавливающей жидкости на количество разрушенных клеток и консистенцию пюре.

*Лабораторная работа № 5*

# ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕЛКОВ И ИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ПРОДУКТОВ

**Цель работы:** изучить технологические свойства белков (их пенообразующую способность) на примере белка куриного яйца.

**Материалы и реактивы:** белок куриного яйца, сахар, вода, спирт.

**Приборы и посуда:** мерные емкости, электроплита, штангенциркуль, миксер, линейка, лабораторные весы.

## Общие положения

Белками или белковыми веществами (протеинами) называют высокомолекулярные природные полимеры, молекулы которых построены из остатков аминокислот.

Белки и белковые концентраты находят широкое применение в производстве пищевых продуктов благодаря присущим им уникальным функциональным свойствам, под которыми понимают физико-химические характеристики, определяющие поведение белков при переработке в пищевые продукты и обеспечивающие определенную структуру, технологические и потребительские свойства готового продукта.

К наиболее важным функциональным свойствам белков относятся растворимость, водосвязывающая и жиросвязывающая способность, способность стабилизировать дисперсные системы (эмульсии, пены, суспензии), образовывать гели.

**Растворимость** – это первичный показатель оценки функциональных свойств белков, характеризуется количеством белка, переходящего в раствор. Растворимость в наибольшей степени зависит от присутствия нековалентных взаимодействий: гидрофобных, электростатических и водородных связей. Белки с высокой гидрофобностью хорошо взаимодействуют с липидами, с высокой гидрофильностью хорошо взаимодействуют с водой. Поскольку белки одного типа имеют одинаковый по знаку заряд, то они отталкиваются, что способствует их растворимости. Соответственно в изоэлектрическом состоянии, когда суммарный заряд белковой молекулы равен нулю, а степень диссоциации минимальна, белок обладает низкой растворимостью, даже может скоагулировать.

**Водосвязывающая** способность характеризуется адсорбцией воды при участии гидрофильных остатков аминокислот, **жиросвязывающая** – адсорбцией жира за счёт гидрофобных остатков. В среднем 1 г белка может связывать и удерживать на своей поверхности 2÷4 г воды или жира.

**Жироэмульгирующая** и **пенообразующая** способность белков широко используется при получении жировых эмульсий и пен, то есть гетерогенных систем вода – масло, вода – газ. Благодаря наличию в белковых молеку-

лах гидрофильных и гидрофобных зон они взаимодействуют не только с водой, но и с маслом и воздухом и, выступая в качестве оболочки на границе раздела двух сред, способствуют их распределению друг в друге, то есть созданию устойчивых систем.

**Гелеобразующие** свойства белков характеризуются способностью их коллоидного раствора из свободного диспергированного состояния переходить в связнодисперсное с образованием систем, обладающих свойствами твёрдых тел.

**Вязко-эластично-упругие** свойства белков зависят от их природы (глобулярные или фибрилярные), а также наличия функциональных групп, которыми белковые молекулы связываются между собой или с растворителем.

***Пены*** представляют собой дисперсные системы с газообразной дисперсной фазой и жидкой или твёрдой дисперсионной средой.

Пены можно получать двумя способами: диспергационным и конденсационным.

Пенную систему всесторонне характеризуют следующие свойства:

1. Пенообразующая способность раствора – количество пены, выражаемое её объёмом (в $см^3$) или высотой столба (в мм), полученного пеной при соблюдении определённых условий в течение данного времени, отнесённой к массе белка в исходном растворе. Эти величины показывают количество пены, стабилизируемой единицей массы белка.
2. Кратность (или индекс) пены, представляющая собой отношение объёма пены к объёму раствора, необходимого на её образование.
3. Стабильность (устойчивость) пены – промежуток времени, при котором пена не теряет своего вида; это способность сохранять общий объём, дисперсный состав и препятствовать истечению жидкости (синерезесу).

Стабильность пены характеризуется периодом полураспада пены. Период полураспада – время, необходимое для произвольного распада половины первоначального объёма пены в выбранных условиях (включая нагревание и замораживание).

Стабильность пены повышается при увеличении концентрации белка и вязкости его растворов.

4. Дисперсность пены, которая может быть задана средним размером пузырька, распределением пузырьков по размерам в единице объёма пены.
5. Удельный объём воздушной фазы, который характеризует степень насыщения продукта воздухом и определяет структурно-механические характеристики пены.

На пенообразующую способность белка влияют:

1. Количество белка. Чем больше количество белка, тем выше пенообразующая способность.
2. Добавление воды. Пенообразующая способность при добавлении воды увеличивается. Если взбивать 100 частей белка, то $F = 500\%$. Если

взбивать 20 частей белка и 80 частей воды, то $F$ = 1675%. Но чем больше вводится воды, тем менее устойчива пена.

3. Добавление сахара. Сахар резко снижает пенообразующую способность. Моносахара более интенсивно снижают пенообразующую способность, чем сахароза, но она повышает устойчивость пены.
4. Добавление спирта. Введение спирта концентрацией до 0,4% к общей массе не влияет на пенообразующую способность, но при увеличении концентрации пенообразующая способность резко снижается.
5. Скорость, температура, продолжительность взбивания, конфигурация чаши, в которой происходит взбивание.
6. Добавление жира. Жир снижает пенообразующую способность.
7. Внесение твёрдых порошков. Это может как увеличивать пенообразование за счёт аэрирующих свойств, так и уменьшать за счёт адсорбции пенообразователей, поэтому при введении порошков надо изучить их свойства.

## Порядок выполнения работы

**Опыт 1**

1. Определить массу 1–2 яичных белков, их занимаемый объем (см$^3$) и высоту жидкости в мерном сосуде (см).
   $m$ =……., г
   $D$ = ……., – диаметр емкости, см
   $V^1_{\text{белка}}$ = ……., см$^3$
   $h^1_{\text{белка}}$ =…., см

2. Взбить при помощи миксера белки в течение 1–2 минут в пену. Определять объем пены (см$^3$) и высоту столба пены (см) через каждые 3 минуты. Данные занести в таблицу 1.
3. Определить кратность пены.

$$К_1 = \frac{V^1{}_{\text{пены}}}{V^1{}_{\text{белка}}}. \qquad (1)$$

Таблица 1

| $\tau_{\text{пены}}$, мин | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $h^1_{\text{пены}}$, мм | | | | | | |
| $V^1_{\text{пены}}$, см$^3$ | | | | | | |
| $К_1$ | | | | | | |

**Опыт 2**

1. Отделить белки от желтков. Нагреть яичные белки на водяной бане до t = 40–45 °С, постоянно помешивая и контролируя температуру.
2. Определить занимаемый белками объем (см$^3$) и высоту жидкости в мерном сосуде (мм).
   $V^2_{\text{белка}}$ =……. см$^3$
   $H^2_{\text{белка}}$ = ……. см

3. Взбить при помощи миксера нагретые белки в течение 1–2 минут в пену. Определять объем пены (см$^3$) и высоту столба пены (см) через каждые 3 минуты. Данные занести в таблицу 2.
4. Определить кратность пены.

$$К_1 = \frac{V^2_{\text{пены}}}{V^2_{\text{белка}}}. \quad (2)$$

5. Сравнить полученные результаты с результатами опыта 1, сделать вывод.

Таблица 2 – Влияние температуры на пенообразующую способность белка

| $\tau_2$, мин | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $h^2_{\text{пены}}$, мм | | | | | | |
| $V^2_{\text{пены}}$, см$^3$ | | | | | | |
| $К_2$ | | | | | | |

**Опыт 3**

1. Отделить белки от желтков. Приготовить раствор, состоящий из 20% белка и 80% воды. (Объем раствора должен быть равен объему белка опыта 1).

$$V^3_{\text{белка}} = V_{раствора}, \text{ см}^3. \quad (3)$$

2. Взбить при помощи миксера раствор в течение 1–2 минут в пену. Определять объем пены (см$^3$) и высоту столба пены (см) через каждые 3 минуты. Данные занести в таблицу 3.

3. Определить кратность пены.

$$К_3 = \frac{V^3_{\text{пены}}}{V_{\text{раствора}}}. \quad (4)$$

Полученные значения занести в таблицу 3.

Таблица 3 – Влияние концентрации раствора
на пенообразующую способность белка

| $\tau_3$, мин | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $h^3_{\text{пены}}$, мм | | | | | | |
| $V^3{}_{\text{пены}}$, см$^3$ | | | | | | |
| $К_3$ | | | | | | |

4. Сравнить полученные результаты с результатами опыта 1, сделать вывод.

**Опыт 4**

1. Повторить опыт 3, доведя температуру раствора до t = 40–45 $^o$C, постоянно её контролируя и помешивая раствор.
2. Полученные значения занести в таблицу 4.

Таблица 4 – Влияние температуры и концентрации раствора
на пенообразующую способность белка

| $\tau_4$, мин | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $h^4_{\text{пены}}$, мм | | | | | | |
| $V^4{}_{\text{пены}}$, см$^3$ | | | | | | |
| $К_4$ | | | | | | |

3. Сравнить полученные результаты с результатами опытов 2 и 3, сделать вывод.

**Опыт 5**

1. Приготовить раствор, состоящий из белка 1–2 яиц и 1 чайной ложки сахара. Определить объем раствора с сахаром.

$$V_{\text{р–р сахара}} = \ldots\ldots \text{, см}^3.$$

2. Взбить при помощи миксера раствор в течение 1–2 минут в пену. Определять объем пены (см$^3$) и высоту столба пены (см) через каждые 3 минуты.
3. Определить кратность пены.

$$К_5 = \frac{V^5_{\text{пены}}}{V_{\text{р–р сахара}}}. \qquad (5)$$

4. Определить период полураспада пены ($\tau_3$, мин), измеряя высоту столба пены через интервал времени в 3 минуты.
   Полученные значения занести в таблицу 5.

Таблица 5 – Влияние сахара на пенообразующую способность белка

| $\tau_5$, мин | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $h^5_{\text{пены}}$, мм | | | | | | |
| $V^5{}_{\text{пены}}$, см$^3$ | | | | | | |
| $К_5$ | | | | | | |

5. Сравнить полученные показатели с опытом 1, сделать вывод.

**Опыт 6**

1. Повторить опыт 5, доведя температуру раствора до t = 40–45 °С, постоянно её контролируя и помешивая раствор.
2. Полученные значения занести в таблицу 6.

Таблица 6 – Влияние температуры и сахара
на пенообразующую способность белка

| $\tau_6$, мин | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $h^6_{\text{пены}}$, мм | | | | | | |
| $V^6{}_{\text{пены}}$, см$^3$ | | | | | | |
| $К_5$ | | | | | | |

3. Сравнить полученные результаты с результатами опыта 5, сделать вывод.

Определить период полураспада пены ($\tau_{п\text{-}р}$, мин.) для каждого опыта, сравнить их между собой.

По результатам исследований построить графические зависимости коэффициента кратности пены от времени её распада.




Рисунок 1 – График изменения коэффициента кратности пены
от времени её распада

По результатам работы сделать общие выводы.

*Лабораторная работа № 6*

# ВЛИЯНИЕ САХАРОЗЫ НА ТЕМПЕРАТУРУ АГРЕГАЦИИ БЕЛКОВ ЯИЦ

**Цель работы:** показать влияние сахарозы и соли на температуру агрегации белков яйца.

**Приборы и посуда:** термометр до 100 °С, стеклянный стакан вместимостью до 100 мл, девять пробирок.

## Общие сведения

Денатурация белков в пищевых продуктах протекает в определенном интервале температур. Следствием денатурации является агрегация белков, что приводит к увеличению вязкости раствора, застудневанию их или образованию осадка. Некоторые вещества (соли, сахара, кислоты) влияют на температуру денатурации и изменение состояния раствора.

## Порядок выполнения работы

1. Разбить скорлупу, вылить яйцо в стакан и тщательно перемешать белок и желток до образования однородной смеси.
2. К 24 г смеси постепенно при помешивании добавить 60 мл молока и хорошо перемешать.
3. Полученную смесь разделить на три части.
4. В 1/3 яично-молочной смеси внести 10 г сахара, в другую 1/3 внести 10 г соли и тщательно перемешать.
5. Каждую из смесей разлить в три пробирки, предварительно пронумеровав их.
6. Нагреть воду в емкости до 50 °С и поместить в неё три пробирки (с молочно-яичной смесью, с молочно-яичной смесью и сахаром, с молочно-яичной смесью и солью) и нагреть их до 70 °С, опустив в них термометр, после чего пробирки быстро охладить проточной водой.
7. Опять нагреть воду в емкости до 50 °С и поместить в неё три пробирки (с молочно-яичной смесью, с молочно-яичной смесью и сахаром, с молочно-яичной смесью и солью) и нагреть их до 80 °С, опустив в них термометр, после чего пробирки быстро охладить проточной водой.
8. Опять нагреть воду в емкости до 50 °С и поместить в неё три пробирки (с молочно-яичной смесью, с молочно-яичной смесью и сахаром, с молочно-яичной смесью и солью) и нагреть их до 90 °С, опустив в них термометр, после чего пробирки быстро охладить проточной водой.
9. Одну каплю из каждой пробирки нанести на предметное стекло и рассмотреть ее под микроскопом.

10. Сравнить степень однородности смесей, величину хлопьев белка. Отметить различия в консистенции исследуемых образцов.
11. Результаты работы оформить в виде таблицы.

| Объект исследования | Температура смеси, °С | Консистенция смеси | Вязкость смеси | Вид препарата под микроскопом |
|---|---|---|---|---|
| Яично-молочная смесь | 70 | | | |
| Яично-молочная смесь + сахар | 70 | | | |
| Яично-молочная смесь + соль | 70 | | | |
| Яично-молочная смесь | 80 | | | |
| Яично-молочная смесь + сахар | 80 | | | |
| Яично-молочная смесь + соль | 80 | | | |
| Яично-молочная смесь | 90 | | | |
| Яично-молочная смесь + сахар | 90 | | | |
| Яично-молочная смесь + соль | 90 | | | |

Сделать выводы по проделанной работе, при этом отметить степень однородности, возможность расслоения системы с выделением воды и жира. В капельке препарата под микроскопом отметить однородность или неоднородность системы, величину капелек жира и хлопьев белка.

В выводе по работе отметить влияние сахарозы и соли на изменение консистенции яично-молочных смесей с сахаром, с солью и без добавок.

*Лабораторная работа № 7*

# ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВАРКИ И СТЕПЕНИ ЦЕЛОСТНОСТИ НА ПИЩЕВЫЕ ДОСТОИНСТВА РАЗЛИЧНЫХ КРУП

**Цель работы:** изучить влияние продолжительности варки и степени целостности круп на её пищевые достоинства.

**Приборы и материалы:** весы электронные, индукционная печь, жаропрочный стакан, кастрюля, сито с поддоном, термометр, анализируемые образцы круп (рисовая, перловая, гречневая), горох.

**Общие положения**

В повседневном питании широкое распространение получили крупы такие как рисовая, перловая, пшеничная, гречневая, ячневая и другие.

Из зерна риса вырабатывают рис шлифованный высшего, первого, второго и третьего сортов; рис дроблёный шлифованный; рис шлифованный для производства детского питания высшего и первого сортов.

Из гречихи получают ядрицу первого, второго и третьего сортов; продел; ядрицу быстроразваривающуюся первого, второго и третьего сортов; продел быстроразвариваюшийся; ядрицу быстроразваривающуюся для производства детского питания первого сорта; крупу гречневую, не требующую варки.

Из овса производят крупу овсяную недроблёную высшего, первого, второго и третьего сортов; крупу овсяную плющеную высшего, первого, второго и третьего сортов; крупу овсяную для производства детского питания высшего сорта; овсяные хлопья «Геркулес», овсяные хлопья «Экстра» № 1–3; толокно и толокно для детского питания.

Из проса получают пшено шлифованное высшего, первого, второго и третьего сортов; пшено шлифованное быстроразваривающееся высшего, первого и второго сортов.

Из ячменя вырабатывают крупу перловую № 1–5; крупу ячневую № 1–3; крупу ячневую быстроразваривающуюся № 1–3; крупу перловую с сокращённым временем варки № 1–5; крупу ячневую, не требующую варки.

Из гороха производят горох шелушенный целый первого и второго сортов; горох шелушенный колотый первого и второго сортов; крупу гороховую быстроразваривающуюся.

Из кукурузы получают крупу кукурузную шлифованную № 1–5; крупу кукурузную мелкую для палочек; крупу кукурузную крупную для хлопьев; муку кукурузную.

Из зерна пшеницы вырабатывают крупу пшеничную Полтавскую № 1–4; крупу пшеничную Артек № 5; крупу пшеничную быстроразваривающуюся № 1–3.

В последнее время находят применение крупы повышенной питательной ценности, вырабатываемые из различного сырья в соответствии с рецептурой: Юбилейная, Здоровье, Спортивная, Пионерская, Сильная, Южная, Флотская, Союзная.

Из бобовых культур распространены горох, соя, фасоль, чечевица, чина, нут.

В состав круп разных видов входят в различных соотношениях: вода (12–15%), белки (7,6–13%), липиды (1–2,5%), крахмал (60–80%), минеральные вещества (0,5–1,8%), клетчатка (0,2–1,8%).

Зернопродукты по сравнению с продуктами животного происхождения отличаются пониженным содержанием незаменимых аминокислот, особенно лизина и триптофана.

Липидный состав круп характеризуется значительным количеством ненасыщенных жирных кислот (77–80%). От общего числа жирных кислот содержание ненасыщенных составляет: в овсяной крупе – 85–90%, пшене – 89%, рисе – 74%, гречневой крупе – около 80%.

У быстроразваривающейся (подвергнутой гидротермической обработке) ядрицы в свободных и связанных липидах общее количество насыщенных кислот несколько меньше, а ненасыщенных – больше, чем у необработанной крупы.

Из витаминов в крупах содержатся в основном ниацин (никотиновая кислота), тиамин (В1), рибофлавин (В2).

Крупы варят на воде, бульоне, цельном или разбавленном водой молоке.

Консистенция получаемых при этом каш может быть рассыпчатой, вязкой или жидкой в зависимости от соотношения крупы и жидкости. Это соотношение зависит от вида крупы и колеблется в следующих пределах:

– рассыпчатая – от 1:1,5 до 1:2,4;

– вязкая – от 1:3,2 до 1:3,7;

– жидкая – от 1:4,2 до 1:5,7.

Технология приготовления различных круп оказывает существенное влияние на их пищевые достоинства. Наиболее распространенным способом приготовления круп служит варка. Варка крупы является гидротермическим процессом, в котором сочетается одновременное воздействие теплом и водой, и относится к группе теплообменных процессов производства пищевых продуктов. Варка заключается в обработке крупы горячей (как правило, кипящей) водой. Следует отметить, что гидротермическая обработка круп водой или паром производится не только при непосредственном приготовлении перед потреблением, но и на различных предшествующих этапах производства круп. Такая гидротермическая обработка служит для облегчения проведения технологического процесса выработки крупы из зерна различных культур, а также для улучшения потребительских свойств крупы, и проводится наиболее интенсивно при производстве круп быстрого приготовления и круп для детского и диетического питания.

К пищевым достоинствам круп принято относить: объемный привар; весовой привар; цвет, вкус и консистенцию каши; потерю сухих веществ при варке; скорость разваривания.

Определить в процессе работы следующие показатели, влияющие на качество продукта:

– кинетику набухания крупы при варке;

– кинетику потери сухих веществ при варке.

## Порядок выполнения работы

Варку крупы производят следующим образом:

1. Определить диаметр рабочей емкости. Затем налить в него 100 мл воды и замерить высоту столба жидкости.

2. Сделать навеску исследуемой крупы массой 50 г.

3. Высыпать крупу в стакан с водой и замерить высоту продукта $h_{пр.}$

4. Определить объем продукта $V_{пр}$.

$$V_{\text{пр}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} h_{\text{пр}}, \text{ см}^3. \quad (1)$$

5. Определим объем крупы как разность объема продукта и объема воды $V_{кр}$.

$$V_{\text{кр}} = V_{\text{пр}} - V_{\text{в}}, \text{ см}^3. \quad (2)$$

6. Налить в кастрюлю 400 мл воды, довести до кипения, высыпать 50 г крупы, добавить соль и варить 3 минуты (6, 9, 12, 15, 18 мин.).

7. Вылить содержимое в мерный стакан, определить высоту продукта. Полученные данные занести в таблицу 1.

8. Разделить смесь при помощи сита.

9. Жидкость слить в мерный стакан, замерить высоту жидкости и её массу $M_{вж}$.

10. На весах определить массу каши $M_{каши}$.

11. Определить % содержания сухих веществ в варочной жидкости.

12. Далее смешиваем варочную жидкость и кашу и продолжаем опять варить 3 минуты. По окончании варки действия пунктов 7, 8, 9, 10, 11 повторяем.

13. По окончании опытов определить объемный $К_{об}$ и весовой $М_{об}$ привары.

14. Определить потерю сухих веществ при помощи рефрактометра.

15. После каждого опыта проводить органолептическую оценку, полученные данные записывать в таблицу 2.

16. Построить графические зависимости весового и объемного коэффициентов от времени варки крупы и сделать выводы.

## Задание к лабораторной работе

Анализируемые образцы круп (*гречневая, рисовая, перловая*) варить в течение 3, 6, 9, 12 и 15 минут. Для каждого образца определить объемный и

весовой привары по формулам (1) и (5). Полученные данные представить в таблице 1.

Провести органолептическую оценку вкуса, цвета и консистенции крупы после каждого опыта. Результаты представить в таблице 2.

Построить кривые кинетики набухания крупы при варке и кривые скорости разваривания.

Сделать выводы о влиянии продолжительности варки и степени целостности круп на пищевые достоинства.

### *Обработка и оценка результатов*

Объемный коэффициент развариваемости (привар) определяют по формуле

$$К_{об} = \frac{V_{каши}}{V_{кр}}, \text{ см}^3, \quad (3)$$

где $V_{каши}$ – объем сваренной каши, см$^3$;

$V_{кр}$ – объем крупы до варки, см$^3$.

Объем сваренной каши определяют как

$$V_{каши} = V_{пр} - V_{ж}, \text{ см}^3, \quad (4)$$

где $V_{пр}$ – объем продукта после варки (каша + вода), см$^3$;

$V_{ж}$ – объем оставшейся жидкости после варки, см$^3$.

Весовой коэффициент развариваемости (привар) определяется по формуле

$$М_{об} = \frac{М_{каши}}{М_{кр}}, \text{ г}, \quad (5)$$

где $М_{каши}$ – масса сваренной каши, г;

$М_{кр}$ – масса крупы до варки, г.

Потеря сухих веществ при варке (%) определяется по формуле

$$П_{св} = \frac{С_{свж} \cdot М_{вж}}{М_{кр}}, \%, \quad (6)$$

где $С_{свж}$ – процентное содержание сухих веществ в варочной жидкости определяется на рефрактометре по инструкции к прибору;

$М_{вж}$ – масса варочной жидкости;

$М_{кр}$ – масса крупы до варки.

Цвет, вкус и консистенцию каши определяют органолептически (таблица 2).

Консистенция каши характеризуется как: отличная (рассыпчатая проваренная), хорошая (полурассыпчатая проваренная или рассыпчатая немного недоваренная), удовлетворительная (вязкая проваренная, рассыпчатая недоваренная), неудовлетворительная (мажущаяся проваренная или сырая).

Вкус каши определяют как отличный, хороший, удовлетворительный и неудовлетворительный.

Цвет каши определяют как отличный (яркий, соответствующий цвету крупы), хороший (полуяркий), удовлетворительный (бледный), неудовлетворительный (бледно-серый).

Таблица 1 – Результаты обработки данных

| τ, мин. | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|
| $V_{пр,}$ $см^3$ | | | | | |
| $h_{пр}$, см | | | | | |
| $V_{ж,}$ $см^3$ | | | | | |
| $h_{ж}$, см | | | | | |
| $М_{каши}$, г | | | | | |
| $М_{вж}$, г | | | | | |
| $V_{каши,}$ $см^3$ | | | | | |
| $К_{об}$ | | | | | |
| $М_{об}$ | | | | | |
| $С_{свж}$ | | | | | |
| $П_{св}$ | | | | | |

Таблица 2 – Органолептическая оценка каши

| Вид каши | Консистенция | Цвет | Вкус |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

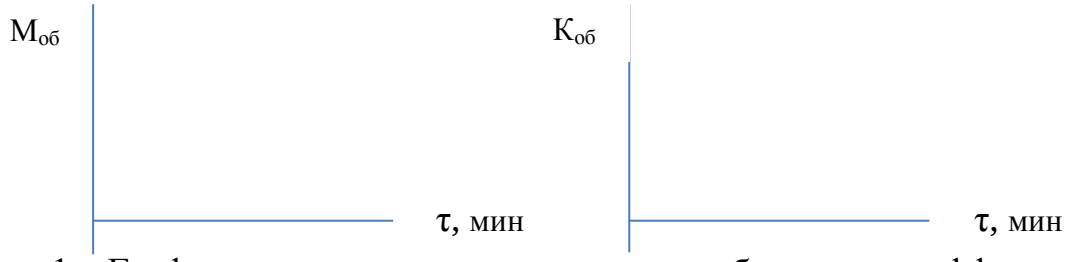



Рисунок 1 – Графические зависимости весового и объемного коэффициентов от времени варки крупы

Кинетика набухания крупы при варке описывается кривыми зависимости объемного и весового приваров от времени варки. Скорость разваривания оценивается по данным кривым. При этом скорость разваривания в определенный момент времени определяется как тангенс угла наклона касательной, проведенной через точку кривой зависимости объемного (весового) приваров от времени варки.

## Контрольные вопросы

1. Какие факторы влияют на разваривание круп?
2. Дайте характеристику круп различных сортов.
3. Приведите кинетику набухания различных круп.
4. От чего зависит скорость разваривания круп?
5. Что такое объемный и весовой коэффициенты развариваемости? Для чего их необходимо определять?
6. Какие консистенции каш бывают и от чего они зависят?

*Лабораторная работа № 8*

# АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СУШКИ ОВОЩЕЙ, ГРИБОВ, ПЛОДОВ И ЯГОД

**Цель работы:** освоить технологию производства сушки овощей, грибов, плодов и ягод.

**Приборы и материалы:** муфельная печь, ртутный термометр, электронные лабораторные весы, исследуемые навески овощей и фруктов (морковь, яблоки), ножи, разделочные доски, кастрюли для бланширования, фильтровальная бумага, посуда, индукционная печь.

## Общие положения

Сушка плодоовощной продукции – это приём, повышающий концентрацию субстрата до таких пределов, при которых нет условий для нормального обмена веществ как в клетках самого продукта, так и в клетках микробов. Поэтому продукт консервируется на длительное время.

В процессе высушивания из плодов и овощей испаряется влага, её массовая доля в сушеных продуктах снижается в 4–6 раз и более.

С уменьшением влаги возрастает не только массовая доля сухих веществ в сухофруктах и сушеных овощах, но и их энергетическая ценность. При этом сохраняется 60% их витаминной ценности. Доказано, что свекла, как и свежая, так и сушеная, обладает хорошими протекторными и антирадиационными свойствами.

В процессе высушивания объем овощей и фруктов уменьшается в 3–4 раза, а следовательно, возрастает их транспортабельность. Обезвоживание может быть осуществлено механическим способом (прессованием, фильтрованием, отстаиванием, центрифугированием), смешиванием продуктов с различной влажностью или влагопоглотителями, а также с помощью солнечной энергии (воздушно-солнечная сушка), сушкой в сушильных аппаратах с затратой теплоты на превращение воды в пар и отводом образующихся паров в окружающую среду (искусственная сушка).

Механический способ обезвоживания продуктов более экономичен, чем тепловая сушка. Однако для сушки овощей и фруктов его нельзя применять, т.к. этот способ не обеспечивает полного обезвоживания и сохранения исходных показателей качества.

Скорость сушки зависит от ряда факторов. Чем больше скорость движения воздуха в сушилке, тем скорее он уносит испарившуюся влагу, препятствуя повышению парциального давления водяного пара над продуктом. Скорость испарения тем больше, чем выше температура воздуха в сушилке. Интенсивность испарения влаги зависит также от физико-химических свойств продукта, от размеров кусочков и их формы (чем больше поверхность кусочков, тем быстрее идёт процесс сушки), от интенсивности перемешивания, способа укладки и высоты слоя продукта на лентах сушилки.

При этом необходимо, чтобы кусочки резаного сырья имели одинаковую толщину, иначе степень высушивания сырья будет неоднородной.

*Оптимальный режим сушки* – это такой режим, при котором обеспечиваются: получение высушенного продукта, наиболее полно восстанавливающего свои исходные качества и химический состав сырья; достижение наилучшей сохранности готового продукта; удаление влаги из сырья при наименьших затратах топлива, энергии и труда; полное использование сушильной поверхности, обеспечивающее максимальную производительность сушильной установки.

*Основные параметры режима сушки*: температура агента сушки, его относительная влажность и скорость движения. Чем ниже относительная влажность агента сушки, тем больше он поглощает влаги из продукта, и тем быстрее будет проходить сушка.

Поток воздуха, движущийся в сушильной установке, способствует лучшему перемешиванию его с испаренной влагой и удалению увлажненного воздуха из сушилки.

## Способы сушки овощей и плодов

***Конвективный способ сушки.*** При этом способе агент сушки (нагретый воздух, перегретый пар) выполняет функцию теплоносителя и влагопоглотителя.

Преимущество способа – возможность регулирования температуры высушиваемого продукта. Установки просты по конструкции и эксплуатации.

Недостатки: относительно низкий коэффициент теплоотдачи от сушильного агента к поверхности продукта.

***Кондуктивный способ сушки.*** Основан на передаче теплоты материалу при соприкосновении с горячей поверхностью. Воздух служит только для удаления водяного пара из сушилки и является влагопоглотителем. Коэффициент теплоотдачи кондуктивного способа значительно выше, чем конвективного.

Применение этого способа сушки ограничено, хотя он отличается высокой интенсивностью и экономичностью. На 1 кг испарившейся влаги затрачивается всего 1,3–1,4 кг пара (вальцовые сушилки).

***Сушка инфракрасными лучами (термоизлучением).*** Скорость сушки инфракрасными лучами (ИКЛ) увеличивается по сравнению с конвективной, но непропорционально увеличению потока. Так, для плодов и овощей скорость сушки ИКЛ на 25–95% больше по сравнению с интенсифицированными способами конвективной сушки. Это объясняется тем, что скорость сушки зависит не только от скорости передачи теплоты, но и от скорости перемещения влаги внутри продукта. Для сохранения качества продукта не рекомендуется применять мощные потоки термоизлучения.

***Сушка токами высокой (ВЧ) и сверхвысокой частоты (СВЧ).*** Этот способ основан на том, что диэлектрические свойства воды и сухих веществ

резко отличаются (у воды диэлектрическая проницаемость составляет 81 Ф/м, у сухих веществ – 2,7–4,5 Ф/м), поэтому влажный материал значительно быстрее нагревается, чем сухой. В процессе сушки с применением ВЧ и СВЧ температура внутренних слоев продукта выше, чем наружных, более обезвоженных. Тепловой поток направлен к периферии продукта, и влагоперенос имеет то же направление, что способствует ускорению сушки.

***Сублимационная сушка.*** Процесс, при котором твердое вещество (лёд) переходит в парообразное состояние, минуя жидкое, называют *сублимацией*.

При сублимационной сушке отсутствует контакт продукта с кислородом воздуха, т.к. создается вакуум. Основное количество влаги (75–90%) удаляется при сублимации льда (температура ниже 0 °С), и только остаточная влага – при нагреве продукта до 40–60 °С. Продукты, высушенные сублимационным способом, отличаются высоким качеством, сохраняют все питательные вещества, обладают повышенной восстанавливающей способностью, имеют незначительную усадку, пористое строение и сохраняют цвет и аромат свежего продукта.

Из всех способов сублимационная сушка с точки зрения сохранения качества наиболее совершенна. В качестве теплоносителя при данном способе сушке применяют глицерин, трихлорэтилен, этиленгликоль и др.

Сублимированные плодово-ягодные соки обладают высокой биологической и питательной ценностью. Оптимальная температура замораживания минус 35 °С, толщина слоя в кювете – 10 мм, нагрузка на 1 $м^2$ – 10 л, продолжительность – сушки 16–18 ч, включая процесс подготовки продукта. Дегустация сухих соков, полученных при сублимационной сушке, показала, что наиболее высокими качествами и ароматом обладали соки с мякотью.

***Конвективная сушка с предварительным замораживанием.*** В данном способе сушки овощи, подготовленные по обычно принятым схемам, замораживают, после чего высушивают на паровых конвейерных сушилках. Вводя в технологические схемы процесс замораживания, получают высокопористые, быстровосстанавливающиеся сушеные продукты с продолжительностью варки: моркови – 2–5 мин, свеклы – 3–5 мин, капусты – 5–6 мин; при этом процесс сушки сокращается на 25–30% по сравнению с сушкой овощей без замораживания. Разработан ступенчатый режим замораживания: вначале ведут замораживание при температуре -10 °С с целью получения крупных кристаллов льда, а затем при -25…35 °С для увеличения вымороженной воды.

Предварительно замороженные овощи сушат в паровых конвейерных сушилках при температуре агента сушки над продуктом 55–70 °С, скорость движения лент составляет 0,5–1 м/мин при удельной нагрузке 12–16 кг/$м^2$.

## Порядок проведения работы

Влажность продукта будем определять по потере массы при сушке.

Сырьё моют и очищают, взвешивают на электронных лабораторных весах ($m_1$) и измельчают на кубики 5–10 мм; пластинки толщиной не более 4 мм, длиной не более 15 мм или столбики толщиной от 2–3 до 7 мм, шириной 6–9 мм и длиной не менее 10 мм.

Подготовленные яблоки режут на кружки или дольками без семенного гнезда толщиной не более 5 мм.

Бланшируют нарезанные овощи и плоды при температуре 95 °С в течение 3 мин, затем охлаждают, слегка обсушивают, производят взвешивание, определив массу каждого вида сырья ($m_2$), и равномерно размещают в ситах.

Сита ставят в сушильный шкаф с вентилированием и устанавливают режим сушки:

– 55–65 °С – для корнеплодов;

– 40–63 °С – для яблок;

– 40–50 °С – для грибов (начальный период 1–2 часа), досушивают при температуре 60–70 °С.

Через каждый час определяют массовую долю влаги и заносят полученные данные в таблицу 1.

Расчет массовой доли влаги W (%) производят по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\%, \qquad (1)$$

где $m_1$ – масса исходного продукта, г;

$m_2$ – масса продукта после сушки, г.

Конец сушки определяют по массовой доле влаги, у корнеплодов она составляет 10–12%, у грибов – 12–14% (выход от массы сырья 8–10%), у яблок – не более 20%.

По результатам таблицы 1 проанализировать протекающие процессы сушки для плодов и овощей, записать вывод.

Таблица 1 – Изменение доли влаги в зависимости от времени сушки

| № п/п | Вид сырья | Время сушки, ч | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| | | $m_2$, г | W, % | $m_2$, г | W, % | $m_2$, г | W, % | $m_2$, г | W, % | $m_2$, г | W, % |
| 1 | Яблоки | | | | | | | | | | |
| 2 | Морковь | | | | | | | | | | |
| 3 | ……. | | | | | | | | | | |

## Контрольные вопросы

1. Какие факторы влияют на теплофизические свойства овощей и плодов?
2. Какие способы сушки применяют при переработке овощей, плодов и ягод?
3. В чем сущность технологического процесса сушки овощей, плодов и ягод?
4. Расскажите о режимах сушки овощей, плодов и ягод.
5. Расскажите о сублимационной сушке.
6. В чём заключается принципиальная особенность сушки грибов?

*Лабораторная работа № 9*

# ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ ПИЩЕВЫХ СРЕД ПУТЕМ ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ ЖИДКИХ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ ВЗВЕШЕННЫХ ТВЕРДЫХ И КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ

**Цель работы:** изучить процессы фильтрации, отстаивания и центрифугирования на примере выделения твердых взвешенных частиц из томатной пасты и варенья.

**Сырье и материалы:** томатный сок, варенье, лабораторная посуда, электронные лабораторные весы, бумажные фильтры, тканевые фильтры, часы.

## Общие положения

Томатная паста является продуктом, широко используемым в России. В зависимости от показателей качества томатное пюре и пасты подразделяются на высший и 1-го сорта, причем паста с добавлением 8−10% соли вырабатывается только 1-го сорта. Качество томатных пюре и паст должно соответствовать ГОСТ 3343−89.

Томатный раствор (сок) является неоднородной (гетерогенной) системой. Его можно отнести к суспензиям, состоящим из двух фаз: жидкой – дисперсионной и твердой – дисперсной.

Вареньем называется продукт, изготовленный из свежих или быстрозамороженных, целых или нарезанных фруктов, реже овощей, путем уваривания в сахарном сиропе с добавлением или без добавления органических кислот до достижения массовой доли растворимых сухих веществ не менее 55%. Качество варенья должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 53118−2008. Варенье. Технические условия.

Основными методами разделения неоднородных систем является осаждение, фильтрование и центрифугирование.

***Осаждение*** – процесс разделения жидких и газовых неоднородных систем под действием гравитационных сил, центробежной силы или сил электрического поля. Соответственно различают гравитационное отстаивание, центрифугирование, электроочистку.

***Фильтрование*** – процесс разделения жидких и газовых неоднородных систем с использованием пористой перегородки, способной пропускать газ или жидкость, но задерживать взвешенные частицы.

***Центрифугирование*** – процесс разделения неоднородных суспензий на фракции в поле центробежных сил. При проведении центрифугирования большое влияние на эффективность прохождения процесса оказывает частота вращения ротора центрифуги и продолжительность центрифугирования.

***Задание 1.*** **Изучение процесса отстаивания**

Для изучения процесса отстаивания необходимо приготовить рабочий раствор. Для этого нужно взять некоторое количество томатного сока или варенья, поместить в стаканчик, добавить немного воды и тщательно перемешать.

После прекращения перемешивания замерить время осаждения твердых взвешенных частиц и выход твердой осажденной фазы. Результаты оформить в виде таблицы.

Сделать вывод о времени отстаивания неоднородных пищевых сред и эффективности разделения твердой и жидкой фазы. Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1 – Изучение процесса отстаивания неоднородных пищевых сред

| Продукт | Количество рабочего раствора | Время отстаивания, мин | Выход твердой фазы, г | Вывод |
|---|---|---|---|---|
| Томатная паста | | | | |
| Варенье | | | | |
| ……. | | | | |

***Задание 2***. **Изучение процесса фильтрации**

В лабораторной работе фильтрование проводят через складчатый бумажный фильтр, тканевый фильтр (марля или бельтинг). Определяют выход твердой фазы.

Провести фильтрование некоторого количества (50−100 г) томатной пасты или варенья через складчатый бумажный фильтр и через тканевый фильтр. При каждом фильтровании определить выход твердой фазы и время фильтрования. Результаты оформить в виде таблицы 2. Выбрать лучший режим фильтрования.

Таблица 2 – Изучение процесса фильтрации неоднородных пищевых сред

| Продукт | Фильтр | | | |
|---|---|---|---|---|
| | бумажный фильтр | | тканевый фильтр | |
| | Время фильтрации, мин | Выход твердой фазы, г | Время фильтрации, мин | Выход твердой фазы, г |
| Томатная паста | | | | |
| Варенье | | | | |
| ……. | | | | |

***Задание 3.*** **Изучение процесса центрифугирования**

При проведении центрифугирования томатного раствора на лабораторной центрифуге необходимо в градуированные стаканчики центрифуги поместить определенное количество томатного раствора (50−100 г). Установить стаканчики в центрифугу. Тщательно закрыть крышку ротора центрифуги и саму центрифугу. Провести центрифугирование при заданной частоте ($n$) вращения ротора в течение необходимого времени ($t$).

После полной остановки ротора извлечь стаканчики из центрифуги и осторожно слить жидкую фазу в отдельную посуду. Определить выход твердой фазы В. Результаты центрифугирования оформить в виде таблицы 3 и построить график зависимости выхода твердой фазы от частоты вращения ротора и продолжительности центрифугирования $B=f(t)$ и $B=f(n)$.

Определить оптимальные для разделения фаз частоту вращения ротора центрифуги и продолжительность центрифугирования.

Таблица 3 – Изучение процесса центрифугирования пищевых сред

| Продукт | Режимы центрифугирования | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | | |
| | | | | |

Сделать выводы по работе.

*Лабораторная работа № 10*

# ЭКСПЕРТИЗА КАЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

**Цель:** научиться проводить органолептические и физико-химические исследования качества растительных масел.

**Приборы и материалы:** исследуемые образцы растительных масел, лабораторная посуда (пробирки), стикеры для определения запаха.

## Общие положения

## 1. Показатели пищевой и биологической ценности растительных масел

В продажу поступают масла растительные: подсолнечное, кукурузное, соевое, хлопковое рафинированное, горчичное, рапсовое, кокосовое, арахисовое, льняное, оливковое рафинированное, пальмовое и пальмоядровое.

Растительные масла представляют собой смесь триглицеридов высших жирных кислот и сопутствующих им веществ, извлекаемых из растительного масличного сырья.

Основными сопутствующими веществами являются: фосфатиды, свободные жирные кислоты, неомыляемые вещества (стерины, витамины, пигменты).

Качество растительных масел характеризуется показателями пищевой и биологической ценности, физико-химическими; безопасности, органолептическими.

Пищевую ценность растительных масел определяют глицериды (98–99%), которые характеризуются определенным набором жирных кислот, свойственным данному виду масла, что используется при идентификации растительных масел. Характерной особенностью жидких растительных масел (соевого, подсолнечного, кукурузного, хлопкового) является наличие значительного количества незаменимых ненасыщенных жирных кислот – линолевой и линоленовой (от 50 до 60 мг %), которые принимают участие в регуляции многих жизненных процессов, выводят из организма избыток холестерина и повышают иммунитет человека.

Присутствие в этих маслах низкомолекулярных жирных кислот (капроновой, каприновой) – признак примеси кокосового или пальмоядрового масла, в которых эти кислоты содержатся в большом количестве.

Арахисовое и хлопковое масла характеризуются значительным содержанием насыщенных высокомолекулярных кислот (18 и 24% соответственно), в связи с чем при снижении температуры до 10–12 °С они мутнеют, а при 0 °С застывают с выделением осадка, что не является признаком недоброкачественности.

Салатное хлопковое масло, представляющее собой жидкую фракцию рафинированного масла, выделенную после охлаждения масла до 7,5–6 °С, осадка при охлаждении не образует.

Рапсовое масло, в отличие от других масел, содержит более 30% эруковой кислоты, которая плохо расщепляется в живом организме и плохо усваивается, что снижает пищевую ценность и фактическую калорийность этого масла.

Эруковая кислота присутствует в больших количествах и в горчичном масле. Особенностью горчичного масла является стойкость к окислению: оно не прогоркает при длительном хранении, что связано с наличием в нем токоферолов и горчичных эфирных масел.

Пальмовое и пальмоядровое масла содержат много свободных жирных кислот, количество которых по мере хранения быстро возрастает, и масла приобретают резкий неприятный вкус. Это обусловлено способностью масел к самопроизвольному гидролизу за счет присутствия в них сильнодействующих ферментов, способствующих расщеплению глицеридов. В связи с этим для повышения стойкости при хранении в пищевые пальмовое и пальмоядровое масла вводят антиоксиданты, синергисты и другие пищевые добавки.

Одним из факторов, характеризующих биологическую ценность растительных масел, является присутствие в их составе фосфатидов (сложные эфиры глицерина, жирные кислоты и фосфорная кислота с азотистым основанием). ***Фосфатиды*** выполняют важную физиологическую роль: способствуют межклеточному обмену, участвуют в построении нервной и мозговой тканей, входят в состав крови и внутренних органов человека, препятствуют отложению холестерина в стенках кровеносных сосудов. Особенно богато фосфатидами нерафинированное масло.

Все растительные масла содержат ***стерины*** (высокомолекулярные циклические спирты). Преобладающим из стеринов является ситостерин, который плохо всасывается стенками кишечника, при взаимодействии с холестерином он ослабляет его всасывание, снижая тем самым уровень холестерина в плазме крови.

Из жирорастворимых витаминов (А, Д, Е, К) в растительных маслах в достаточных количествах содержатся лишь витамины группы Е – ***токоферолы,*** которые защищают растительные масла от окисления, а попадая в организм человека, связывают свободные радикалы, образующиеся в результате окислительных превращений, нормализуют обмен веществ и замедляют старение организма. Наиболее богаты токоферолами арахисовое, соевое, хлопковое, кукурузное, подсолнечное масла, при этом наибольшей Е-витаминной активностью обладает подсолнечное масло, а наибольшей антиокислительной способностью – соевое.

В растительных маслах содержатся пигменты – каротиноиды и хлорофилл, являющиеся ценными биологическими веществами. Они придают маслу ту или иную окраску: каротиноиды (каротин и ксантофилл) – желтую различной интенсивности, а хлорофилл – зеленую. Большинство растительных масел имеют желтый цвет – подсолнечное, кукурузное, горчичное и др. В некоторых маслах зеленый оттенок маскируется желтой окраской каротиноидов – оливковое, соевое, рапсовое.

Каротин является провитамином А: из одной молекулы b-каротина в организме человека образуется две молекулы витамина А. Содержание b-каротина в жидких растительных маслах составляет от 0,04 до 0,17 мг %. Особенно много каротина в свежем пальмовом масле (от 50 до 200 мг %), что придает ему темно-желтый цвет. При длительном хранении, особенно на свету, каротиноиды окисляются, теряют свою окраску, и масло обесцвечивается.

В семенах хлопчатника и в сыром хлопковом масле содержится ядовитый черный пигмент госсипол, который удаляется практически полностью при рафинировании (очистке) масла.

Органолептические и физико-химические свойства подсолнечного, кукурузного и соевого масла представлены в таблицах 1, 2, 3.

Растительные масла обладают высокой теплотворной энергетической способностью (калорийностью). Тепловая энергия, возникающая при сгорании в организме 1 г жира, – 9,3 ккал (38,9 Дж), более чем в два раза выше по сравнению с белками и углеводами, что обусловлено меньшей окисленностью жира. Так как растительные масла содержат в своем составе 99,8–99,9% жира, калорийность 100 г масла составляет 927–929 ккал.

**Отбор проб.** Качество растительных масел определяют в пробе, которую отбирают от однородной партии продукта, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52062–2003.

*Партией растительного масла* считают масло одного вида, одного способа обработки в однородной таре, одного сорта и оформленное одним документом о качестве.

Отбор проб в зависимости от тары и упаковки осуществляется следующим образом.

1. Если масло затарено в бочках, бидонах, флягах, то среднюю пробу отбирают от 10% упаковочных единиц, но не менее чем от 4 упаковочных единиц.

2. Если масло разлито в бутылки, производят случайный отбор «вслепую» одной бутылки на 1 т масла, но не менее 4 бутылок от партии, отливают из них одинаковые порции масла для составления объединенной пробы.

Таблица 1 – Органолептические и физико-химические свойства подсолнечного масла

| Наименование показателя | Характеристика нормы масла | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Рафинированного | | Нерафинированного | | |
| | дезодорированного марок Д и П | недезодорированного | высшего сорта | первого сорта | второго сорта |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 |
| Прозрачность | – | Прозрачное | Над осадком допускается «сетка»* | | Над осадком допускается легкое помутнение |

Окончание таблицы 1

| Запах и вкус | Без запаха: вкус обезличенного масла | Свойственные рафинированному подсолнечному маслу | Свойственные подсолнечному маслу. Без постороннего запаха, привкуса и горечи | | Свойственные подсолнечному маслу. Допускается слегка затхлый запах и привкус горечи |
|---|---|---|---|---|---|
| Цветное число, мг йода, не более | 10 | 12 | 15 | 25 | 35 |
| Кислотное число, мг КОН/г, не более | Марки Д-0,35 Марки П-0,4 | 0,4 | 1,5 | 2,25 | 6,0 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Массовая доля фосфоросодержащих веществ, %, не более, в пересчете на стеароолеолецитин | Отсутствуют | Отсутствуют | 0,40 | 0,60 | 0,80 |
| Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более | 0,10 | 0,10 | 0,20 | 0,20 | 0,30 |
| Йодное число, г йода/100 г | 125–145 | | | | |
| Неомыляемые вещества, %, не более | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,3 |
| Массовая доля нежировых примесей (отстой по массе, %, не более) | Отсутствуют | | 0,05 | 0, 10 | 0,20 |
| Перекисное число, ½ 0, ммоль/кг, не более: свежевыработанного масла после хранения | 5,0 10,0 | 5,0 10,0 | 5,0 10,0 | | – – |

* Под «сеткой» понимают наличие в прозрачном масле отдельных частиц воскоподобных веществ.

Таблица 2 – Органолептические и физико-химические показатели кукурузного масла

| Наименование показателя | Характеристика и нормы для масла | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Рафинированного | | | нерафинированного |
| | дезодорированного марки | | недезодорированного | |
| | Д | П | | |
| 1 | 2 | | 3 | 4 |
| Прозрачность | Прозрачное без осадка | | | Над осадком допускается легкое помутнение |
| Запах и вкус | Без запаха, вкус обезличенного масла | | Свойственные рафинированному кукурузному маслу, без постороннего привкуса и горечи | Свойственные кукурузному маслу, без постороннего запаха |
| Цветное число, мг йода, не более | 18 | 20 | 20 | 100 |
| Кислотное число, мг КОН/г, не более | 0,35 | 0,4 | 0,4 | 5,0 |
| Фосфоросодержащие вещества, %, не более, в пересчете на стеароолеолецитин в пересчете на $P_2O_5$ | 0,05<br>0,005 | | 0,05<br>0,005 | 1,0<br>0,096 |
| Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,20 |
| Массовая доля нежирных примесей (отстой по массе), %, не более | Отсутствуют | | | 0,10 |
| Йодное число, г йода /100 г | 111–113 | | | 111–113 |
| Массовая доля неомыляемых веществ, %, не более | 1,0 | | 1,0 | 2,0 |
| Перекисное число, моль/кг | 10,0 | 10,0 | – | – |

Таблица 3 – Органолептические и физико-химические показатели соевого масла

| Наименование показателя | Характеристика и нормы для масла | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Рафинированного | | | Нерафинированнного | |
| | дезодорированного | отбеленного | неотбеленного | первого сорта | второго сорта |
| Прозрачность | Прозрачное | | | Прозрачное | Допускается помутнение |
| Запах и вкус | Без запаха масла | Свойственные рафинированному соевому маслу | | Свойственные соевому маслу, без посторонних запаха и привкуса | |
| Цветное число, мг, йода, не более | 12 | 12 | 45 | 50 | 70 |
| Кислотное число, мг, КОН/г, не более | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1,0 | 1,5–0,20 |
| Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более | 0,10 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,20 |
| Массовая доля нежирных примесей (отстой по массе), % | Отсутствуют | | | | |
| Йодное число, г йода на 100 г | 120–140 | | | | |
| Массовая доля неомыляемых веществ, %, не более | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | |
| Массовая доля фосфоросодержащих веществ, %, не более: | | | | | |
| в пересчете на стеароолеолецитин | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,20 | 0,30 |
| в пересчете на $P_2O_5$ | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,018 | 0,026 |

**Задание**

Провести экспертизу растительных масел на основе определения органолептических и физико-химических показателей методами, изложенными в государственных стандартах.

**Оборудование и реактивы.** Образцы растительных масел (подсолнечного, кукурузного, соевого); стеклянные пластинки; водяная баня; стеклянные стаканы на 50 мл; цилиндр на 2000 мл; шкала стандартных растворов йода; пробки; 0,1 Н КОН (NaOH); бюретка; весы; смесь этилового спирта и диэтилового эфира (1:2); фенолфталеин.

## Порядок выполнения работы

1. Определить органолептические показатели образцов растительных масел (запах, вкус, цвет, прозрачность, цветность).
2. Определить кислотное число растительных масел.
3. По результатам исследований составить экспертное заключение.

## 2. Экспериментальная часть

**Опыт 1.** *Определение органолептических показателей*

Определение органолептических показателей растительных масел проводится по ГОСТ Р 52465–2005.

1.1. **Запах.** Для определения запаха масло нанесите тонким слоем на стеклянную пластинку или разотрите на тыльной поверхности руки. Для более отчетливого распознавания запаха масло нагрейте на водяной бане до температуры 50 °С.

1.2. **Вкус** определите дегустацией масла при комнатной температуре. Масло считается недоброкачественным, если в нем обнаруживаются дефекты вкуса и запаха, затхлость, запах плесени или гнили, запах старого масла, прогорклость, посторонние привкусы и запахи.

1.3. **Цвет.** Для определения цвета масло налейте в стакан из прозрачного бесцветного стекла (не менее 50 мм) и рассмотрите в проходящем и отраженном свете на белом фоне.

1.4. **Прозрачность** – показатель, характеризующий степень очистки масел от нежировых и жироподобных веществ, находящихся в масле во взвешенном состоянии. Прозрачным считается масло, не имеющее мути или взвешенных хлопьев. Чем выше сорт масла, тем больше его прозрачность и меньше количество отстоя, который портит товарный вид масла. Рафинированные масла, кроме хлопкового, должны быть прозрачными и без отстоя. Хлопковое масло относится к прозрачному, если оно прозрачно в верхней половине столбика в цилиндре.

Прозрачность масла определяют после отстаивания его в цилиндре в количестве 100 мл в течение 24 часов при комнатной температуре. Отстоявшееся масло рассмотрите на белом фоне в проходящем и отраженном свете.

1.5. **Цветность.** Определение цветности растительных масел проводят по ГОСТ 5477–69. Масла растительные. Методы определения цветности.

***Цветность*** – интенсивность окраски за счет наличия комплекса пигментов в маслах – выражается для всех жидких растительных масел, кроме хлопкового, цветным числом – в условных единицах от 0 до 100 по йодной шкале, а для хлопкового – в условных единицах по красной шкале (количеством единиц красного цвета при фиксированном количестве единиц желтого цвета) при помощи цветомера с набором цветных стандартных стекол.

Определение цветного числа желтых масел проводится по шкале стандартных растворов йода и выражается количеством миллиграммов свободного йода, содержащегося в 100 мл стандартного раствора йода, который имеет такую же интенсивность окраски, как испытуемое масло (при толщине слоя 1 см).

Для определения цветности растительного масла пробу масла (около 10 мл) налейте в пробирку и сравните этот образец со шкалой цветности.

**Опыт 2.** *Определение кислотного числа*

Определение кислотного числа масел проводится по ГОСТ Р 52465–2005. Кислотное число отражает количественное содержание в масле свободных жирных кислот, накопление которых обусловлено главным образом гидролитическим расщеплением глицеридов и отчасти окислительными превращениями, происходящими при хранении, особенно на свету.

Наличие свободных жирных кислот снижает вкусовые достоинства и катализирует окислительные процессы, ускоряя порчу продукта.

Этот показатель характеризует степень свежести масла и по мере хранения возрастает. Чем больше величина кислотного числа, тем менее свежее масло.

Кислотное число выражается количеством миллиграммов едкого калия, необходимого для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г масла.

Сущность метода определения кислотного числа заключается в растворении определенной массы растительного масла в смеси растворителей с последующим титрованием свободных жирных кислот раствором гидроксида калия или натрия.

При исследовании светлых масел к навеске масла 3–5 г прилейте 50 мл смеси спирта с диэтиловым эфиром (1:2), добавьте 5 капель фенолфталеина и титруйте 0,1 Н раствором щелочи до розовой окраски.

Кислотное число вычислите по формуле, мг КОН,

$$K = \frac{a}{m} \cdot 5{,}611,$$

где 5,611 – количество гидроксида калия, содержащееся в 1 см$^3$ 0,1 н. его раствора или эквивалентное 1 см$^3$ гидроксида натрия, мг;

a – объем 0,1 н. раствора калия или натрия, израсходованного на титрование, см$^3$;

m – масса навески масла, г.

## Порядок выполнения работы

1. Сравните результаты исследования проб масла с показателями государственного общероссийского стандарта (см. таблицы 1–3).

2. По результатам исследований составьте экспертное заключение.

## Контрольные вопросы

1. Какие растительные масла поступают в продажу?
2. Какие вещества определяют пищевую ценность растительных масел?
3. Перечислите органолептические показатели качества растительных масел.
4. Как осуществляется отбор проб растительных масел для экспертизы?
5. Что характеризует кислотное число растительного масла?

*Лабораторная работа № 11*

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАРОЧНЫХ СВОЙСТВ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

**Цель работы:** оценить качество и варочные свойства макаронных изделий.

**Приборы и материалы:** изделия макаронные (3–4 вида), лабораторные электронные весы, индукционная печь, мерные стаканы, сито, марлевые мешочки, соль, вода.

## Общие положения

Макаронные изделия представляют собой изделия из теста, отформованные в виде трубчатых или другой формы изделий и высушенные до влажности не более 13%. Они могут храниться при нормальных условиях в течение одного года, не подвергаясь порче без ухудшения качества.

Потребительскую ценность макаронных изделий определяет, в первую очередь, их внешний вид: цвет, степень шероховатости поверхности, состояние излома и правильность форм.

Такие показатели, как кислотность изделий и свойства при варке, характеризуют, в первую очередь, вкусовые достоинства изделий, влажность и механическая прочность – способность их к длительному хранению и транспортированию без изменения основных свойств.

Варочные свойства макаронных изделий характеризуются следующими показателями: длительностью варки до готовности, количеством поглощенной воды, потерей сухих веществ, прочностью сваренных изделий, степенью сжимаемости.

Ряд перечисленных показателей, таких как количество поглощенной воды, прочность сваренных изделий и степень сжимаемости, определяют, в первую очередь, вкусовые достоинства сваренных макаронных изделий, а следовательно, степень усвояемости.

Другие показатели варочных свойств – длительность варки и потеря сухих веществ – определяют потребительскую ценность изделий, увеличение продолжительности варки до готовности снижает одно из главных достоинств макаронных изделий – быстроту их приготовления; потеря сухих веществ во время варки вызывает либо потерю части питательных веществ изделий (при сливании варочной жидкости для приготовления вторых блюд), либо потемнение бульона.

С повышением плотности изделий увеличивается длительность варки их до готовности и снижается количество поглощенной при варке воды.

С уменьшением количества клейковины в муке, из которой изготовлены изделия, уменьшается продолжительность варки до готовности и прочности сваренных изделий и возрастает объем поглощенной воды. Установлено, что макаронная продукция обладает нормальными варочными свойствами при содержании сырой клейковины в муке от 25 до 40%.

Форма изделий оказывает влияние, в первую очередь, на длительность варки их до готовности: с увеличением толщины стенок изделий увеличивается продолжительность варки.

Требования, предъявляемые к свойствам макаронных изделий при варке, согласно ГОСТу:

1. При разваривании до готовности макаронные изделия должны быть эластичными, не склеиваться между собой, не образовывать комьев, не разваливаться по швам. Объем макаронных изделий должен увеличиваться не менее, чем в два раза.
2. Предельная продолжительность сроков варки устанавливается:

- для макарон диаметром не менее 5,5 мм – не более 20 минут;
- для макарон диаметром до 5,5 мм – не более 15 минут.

На свойства макаронных изделий при варке влияет ряд факторов: тип изделий (его форма, толщина), качество сырья, качество обработки, состояние поверхности и др.

В соответствии с действующим стандартом ГОСТ Р 51865-2010 «Изделия макаронные. Общие технические условия» макаронные изделия подразделяются на группы и классы в зависимости от качества и сорта муки, из которой они изготовлены:

– группа А – из муки твёрдой пшеницы;
– группа Б – из муки мягкой стекловидной пшеницы;
– группа В – из хлебопекарной муки и макаронной муки высшего сорта из мягкой пшеницы (крупки);
– 1-й класс – изделия из муки высшего сорта;
– 2-й класс – изделия из муки первого сорта.

При изготовлении макаронных изделий с добавками группы и класс дополняют названием добавки, например, группа Б 1 кл. яичный, группа А 2 кл. молочный.

Согласно ГОСТ Р 51865-2010 макаронные изделия подразделяются на типы: трубчатые, нитеобразные, лентообразные, фигурные.

Трубчатые изделия по форме и длине делятся на подтипы, приведённые в таблице 1.

Нитеобразные макаронные изделия (вермишель) вырабатывают разной формы сечения: круглой, эллипсоидальной, квадратной и т.п.

В зависимости от размеров поперечного сечения вермишель подразделяется на виды (таблица 2).

Нитеобразные макаронные изделия (вермишель) вырабатывают разной формы сечения: круглой, эллипсоидальной, квадратной и т.п.

Лентообразные макаронные изделия (лапша) по размерам и форме выпускают различных видов и наименований с гладкой или рифлёной поверхностью, прямыми, пилообразными, волнообразными краями. Ширина лапши: узкая – до 7,0 мм, широкая – 7,1–25 мм; толщина не более 2,0 мм. Для лапши «Волна» ширина допускается до 25 мм.

Таблица 1 – Подтипы трубчатых изделий

| Подтип | Форма | Длина изделий, см |
|---|---|---|
| Макароны | Трубка с прямым срезом или волнообразным срезом при резке высушенных макарон | 15–20 – короткие, не менее 20 – длинные. У двойных гнутых изделий длина измеряется до места перегиба |
| Рожки | Изогнутая или прямая трубка с прямым срезом | 1,5–4,0 – по внешней кривой, 3–10,0 – для любительских |
| Перья | Трубка с косым срезом | 3,0–10,0 – от острого до тупого угла |

Таблица 2 – Виды нитеобразных изделий

| Вид | Диаметр, мм |
|---|---|
| Паутинка | До 0,8 |
| Обыкновенная | 0,9–1,5 |
| Любительская | 1,6–3,5 |

По длине (в сантиметрах) лапша и вермишель подразделяются на виды:

– длинная (двойная, гнутая или одинарная) – 20 см;

– короткая (короткорезанная) –1,5 см.

Партия длинной лапши (вермишели) при наличии более 20% изделий длиной менее 20 см переводится в короткую.

Фигурные макаронные изделия могут выпускаться любой длины и размеров. У фигурных изделий регламентируется максимальная толщина изделия в изломе. Она не должна превышать:

– 1,5 мм – для штампованных изделий;

– 3,0 мм – для прессованных и прочих.

Длинные макароны «Соломка», вермишель и лапшу допускается выпускать в виде «мотков» и «гнёзд». Их масса и размер не ограничиваются.

Для производства макаронных изделий используется пшеничная мука высшего и первого сортов. При этом изделия лучшего качества получаются из специальной макаронной муки высшего сорта (крупки) или первого сорта (полукрупки), полученных размолом зерна твёрдой пшеницы и мягкой стекловидной пшеницы. Хлебопекарная мука высшего сорта или первого сорта, полученная размолом зерна мягкой пшеницы, применяется при отсутствии макаронной муки. Наряду с основным сырьём в макаронное тесто вносят различные добавки. Наиболее распространённым видом являются обогати-

тельные добавки, повышающие белковую ценность макаронной продукции. К ним относятся яйцепродукты (яйца куриные, яичный меланж, яичный порошок, желток яичный сухой), молочные продукты (молоко коровье сухое цельное и обезжиренное, творог, пищевые казециты, сыворотка молочная сухая), а также сухая белковая смесь. В качестве вкусовых и ароматических добавок используются овощные пюре, пасты, порошки, соки. Для витаминизации макаронных изделий применяют витаминные препараты: В1, В2, РР. Добавками-улучшителями в макаронном производстве являются модифицированные крахмалопродукты, соль поваренная, улучшители окислительного действия (аскорбиновая и ортофосфорная кислота).

Макаронные изделия могут вырабатывать по утверждённым рецептурам, приведённым в сборнике технологических инструкций. В утверждённых рецептурах на макаронные изделия с добавками не учитывается их группа, класс, тип, вид, длина.

На основании утверждённых рецептур на макаронных предприятиях составляют и рассчитывают производственные рецептуры. Производственную рецептуру составляют для каждого наименования изделий, для каждого типа оборудования, для каждой отдельной партии муки. Таким образом, производственная рецептура зависит от вида вырабатываемых изделий, качества муки, способа формования, разделки, сушки, и некоторых других факторов. В рецептуре указывают количество, температуру муки и воды, влажность и температуру теста, при производстве изделий с добавками – количество вносимой добавки, при использовании отходов, предназначенных для вторичной переработки, – их количество, а также режимы проведения отдельных стадий.

Факторами, определяющими уровень качества макаронной продукции, являются свойства сырья, способы и условия проведения всех стадий производства, хранения и транспортирования готовой продукции. Невозможно получить доброкачественные изделия из хорошего сырья, если не соблюдены оптимальные режимы производства. Макаронные изделия могут утратить свои потребительские свойства при нарушении режима хранения и условий транспортирования.

Качество макаронных изделий должно удовлетворять требованиям ГОСТ Р 51865-2010. Изделия макаронные. Общие технические условия.

В соответствии с ГОСТ Р 51865-2010 показатели качества макаронных изделий подразделяются на группы: органолептические и физико-химические.

К органолептическим показателям относят цвет, поверхность, форму, вкус, запах, состояние изделий после варки; к физико-химическим – влажность, кислотность, прочность и массовую долю для макарон, а также массовые доли крошки и деформированных изделий, металломагнитную примесь и наличие вредителей хлебных запасов.

Совокупность этих показателей определяет их основные потребительские свойства, а именно: вкус и запах, пищевую ценность, внешний вид, стойкость при хранении и транспортировании.

По органолептическим показателям макаронные изделия должны удовлетворять требованиям, указанным в таблице 3.

## Порядок выполнения работы

### Проведение анализа

Макаронные изделия (каждая навеска по 10 г) помещаются в мешочки из марли, которые опускаются в кастрюлю с кипящей водой (1,5 л), причем одновременно помещаются 5 порций одного и того же образца.

Таблица 3 – Органолептические показатели качества макаронных изделий

| Наименование показателя | Характеристика для группы | |
|---|---|---|
| | А | Б и В |
| Цвет | Однотонный с кремовым или желтоватым оттенком, соответствующий сорту муки без следов непромеса. Цвет изделий с добавками соответственно изменяется | Однотонный, соответствующий сорту муки, без следов непромеса. Цвет изделий с добавками соответственно изменяется |
| Поверхность | Гладкая. Допускается незначительная шероховатость | |
| Форма | Соответствующая наименованию. В макаронах, перьях, вермишели и лапше допускаются изгибы и исправления, не ухудшающие товарный вид изделий и не ведущие к уменьшению ёмкости тары | |
| Вкус | Свойственный данному виду изделий, без постороннего привкуса | |
| Запах | Свойственный данному виду продукции, без постороннего запаха | |
| Состояние изделий после варки | При варке до готовности изделия не должны терять форму, склеиваться между собой, образовывать комья, разваливаться по швам | |

Через определенный интервал времени (2–3 мин), начиная после начала варки, очередной мешочек вынимается из кастрюльки и после стекания воды в течение 3-х минут содержание мешочка взвешивается. После взвешивания определяется объем сваренных изделий путём опускания их в мерный цилиндр, наполненный водой до определенного уровня. Предварительно измеряется объем изделий этим же способом.

**Обработка и оценка результатов**

Коэффициент увеличения объема вычисляется по формуле

$$K = \frac{Y_2}{Y_1}, \quad (1)$$

где $Y_1$ – объем макаронных изделий до варки, мл;

$Y_2$ – объем макаронных изделий после варки, мл.

Коэффициент увеличения веса вычисляется по формуле

$$B = \frac{в}{а}, \quad (2)$$

где $а$ – вес макаронных изделий до варки, г;

$в$ – вес макаронных изделий после варки, г.

Применение данного метода определения свойств макаронных изделий в варке дает возможность наблюдения за степенью набухания и состоянием изделий по ходу процесса варки и более точно установить момент их готовности. Критерием готовности является отсутствие мучнистой, непроварившейся еще прослойки, так называемого «мучного фитиля», в поперечном разрезе изделий и отсутствия сырого «мучного» вкуса.

Полученные данные оформляют в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Характеристика макаронных изделий

| Продолжительность варки, мин | Вес сухих изделий, г | Объем сухих изделий, $см^3$ | Вес после варки, г | Коэффициент увеличения объема | Коэффициент увеличения веса | Характер образца |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| *(указать вид изделия)* | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

По результатам таблицы 4 построить графики зависимостей коэффициентов увеличения веса и объема от времени варки макаронных изделий. Сделать выводы о качестве макаронных изделий.

## Контрольные вопросы

1. На чем основан принцип метода варочных свойств макаронных изделий?
2. Какие требования предъявляются к свойствам макаронных изделий?
3. Факторы, влияющие на свойства макаронных изделий при варке.
4. Классификация макаронной продукции по группам.
5. Сырьё, применяемое при производстве макаронных изделий.
6. Основные стадии технологического процесса при изготовлении макаронной продукции в производственных условиях и лабораторных.

*Лабораторная работа № 12*

# ОСНОВЫ РАЗМОРАЖИВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ. РАСЧЕТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

**Цель работы:** изучить теоретические основы размораживания пищевых продуктов. Определить потери сока при размораживании пищевых растительных продуктов. Провести расчет продолжительности замораживания растительного сырья с помощью уравнения Планка согласно индивидуальным вариантам данных.

**Средства обучения**: образцы замороженной растительной продукции (вишня, малина, морковь, ….), лабораторная посуда, индукционная печь, лабораторные электронные весы.

## Общие положения

Замороженные продукты перед употреблением подвергают соответствующей обработке, целью которой является доведение продуктов до состояния, близкого к исходному. В последнее время в холодильной технологии такие операции называют реституцией замороженных продуктов. Главную роль в этом процессе играет размораживание, т. е. процесс постепенного повышения внутренней температуры продукта.

Обычно во время размораживания происходит конденсация влаги из окружающей среды на поверхности продукта. Желательно при отеплении создать такие условия размораживания, при которых отсутствует конденсация влаги. Для размораживания рекомендуются способы и конструкции аппаратов, в которых поверхность продуктов увлажняется в результате контакта с жидкой средой или же подвода пара в помещения для размораживания. Использование таких решений в промышленных условиях связано с необходимостью строгого соблюдения санитарно-гигиенических условий.

## Методы размораживания

Существуют две основные группы методов размораживания. При применении первой группы тепло подводится к продукту через его поверхность, которая подвергается воздействию воздуха, пара, жидкости или излучения горячей поверхности. При применении второй группы тепло генерируется внутри продукта, в частности, при применении диэлектрического, микроволнового нагрева или явления электрического сопротивления. В настоящее время в практических условиях первую группу методов применяют значительно чаще, чем вторую.

***Методы поверхностного нагрева.*** При исследовании методов поверхностного нагрева продолжительность размораживания снижается с уменьшением размеров продукта, увеличением разности температур между продук-

том и окружающей средой, а также увеличением скорости движения окружающей среды. Продолжительность размораживания значительно возрастает при осуществлении процесса в упаковке. Поэтому во всех случаях, когда это возможно, перед размораживанием упаковку необходимо удалить.

***Размораживание в воздухе.*** В практических условиях применяют размораживание при отсутствии принудительного движения воздуха и с принудительной циркуляцией. Продолжительность размораживания и технологические эффекты процесса зависят от параметров воздуха. Рекомендуется температура воздуха не выше 20 °С и относительная влажность не ниже 90%. При более высоких температурах может произойти микробиальная порча поверхностных слоев продукта до того момента, когда будут разморожены внутренние слои.

При высокой относительной влажности воздуха снижается усушка продукта, потеря сока и обеспечивается высокий коэффициент теплопередачи. При размораживании в воздухе подвод тепла происходит в результате двух параллельно протекающих процессов: теплообмена между поверхностью продукта и окружающей средой и диффузионного теплопотока внутри размораживаемого продукта.

Процесс размораживания в воздухе можно разделить на два этапа: нагрев замороженного продукта от начальной внутренней температуры до достижения криоскопической температуры на поверхности продукта и собственно размораживание, во время которого изменяется фазовое состояние воды во всем объеме продукта.

Продолжительность первого этапа размораживания составляет около 30% продолжительности второго этапа.

***Методы внутреннего нагрева.*** В промышленной практике наряду с методами поверхностного размораживания применяют также размораживание пищевых продуктов в электрическом поле. Используют диэлектрические свойства замороженных пищевых продуктов, которые поглощают электромагнитные волны с образованием тепла, что вызывает повышение внутренней температуры продуктов. Механизм энергетических процессов может быть различным и основан, в частности, на ионной проводимости, диполярной ротации, явлениях электрострикции, пьезоэлектрических явлениях и ферромагнитном резонансе.

Количество тепла, образовавшегося в продуктах при применении этих методов, в значительной степени зависит от электрических свойств продуктов. Известны три основных метода внутреннего размораживания: микроволновое, диэлектрическое и электроконтактное.

***Микроволновое размораживание***. Микроволны обладают следующими общими свойствами: способностью проникать через слои воздуха и такие материалы, как пластмассы, фарфор, стекло; способностью отражаться от металлических поверхностей; способностью поглощаться диэлектрическими материалами, к которым относятся также пищевые продукты.

Микроволновое размораживание пищевых продуктов обладает следующими преимуществами: сравнительно высокой равномерностью нагрева продукта по всему объему; значительным сокращением продолжительности размораживания с одновременной возможностью контроля течения процесса и его автоматизации; возможностью создания высоких санитарно-гигиенических условий процесса размораживания. Равномерное увеличение температуры по всему объему продукта положительно отличает микроволновое размораживание от всех поверхностных методов, характеризующихся неравномерностью нагрева продукта.

Быстрое размораживание поверхностных слоев продукта в воздушной среде при низком коэффициенте теплопередачи этих слоев обусловливает местное повышение температуры поверхности за время, необходимое для достижения криоскопической температуры в тепловом центре продукта. При этом возникает опасность интенсификации окислительных изменений и усушки продукта, а также возможность микробиальной порчи.

При микроволновом размораживании теоретически одновременному нагреву подвергаются все частицы продукта и процесс теплопроводности отсутствует. В связи с этим местные перегревы поверхности и появление нежелательных изменений качества наблюдаются очень редко, главным образом, при размораживании продуктов больших размеров.

Степень равномерности микроволнового размораживания тем выше, чем больше однородность состава продукта, чем выше содержание в нем воды, меньше его размеры и чем более регулярная форма. Некоторое повышение равномерности нагрева можно получить погружением продуктов перед обработкой в воду.

Продолжительность микроволнового размораживания значительно меньше, чем традиционно применяемого. При микроволновом размораживании допускается использование упаковочных материалов, обладающих соответствующими диэлектрическими свойствами и достаточной стойкостью к воздействию высоких температур. Не допускается применение металлической фольги, от поверхности которой отражаются микроволны.

***Диэлектрическое размораживание***. При этом методе электрическое поле образуется электродами, между которыми помещают продукт. Однако электроды не находятся в непосредственном контакте с продуктом. При диэлектрическом нагреве широко применяют частоты в пределах 27−100 МГц. Этот метод используют меньше, чем микроволновое размораживание.

***Электроконтактное размораживание***. Электроконтактное размораживание основано на прохождении электрического тока через размораживаемый продукт, расположенный между электродами. Обычно продукт предварительно слегка подогревают для получения хорошего контакта с электродами и соответствующего прохождения тока в начальной стадии процесса.

## Изменения качества продуктов при размораживании

Качество размороженных пищевых продуктов зависит от их состояния в момент замораживания, а также от степени обратимости изменений, происходящих на отдельных стадиях замораживания и хранения в замороженном виде. Теоретически достижение полной обратимости свойств продукта является невозможным, однако степень обратимости должна обеспечивать отсутствие снижения потребительных свойств продукта.

При оптимальных условиях холодильной обработки можно достигнуть такой степени обратимости, при которой неблагоприятные изменения качества незначительны, и размороженный продукт по своим основным свойствам практически не отличается от свежего.

## Потери сока продуктов при размораживании

Для пищевых продуктов с тканевой структурой наиболее достоверным показателем обратимости свойств при размораживании является величина потерь сока. Потери сока рассматриваются как внешний признак денатурации белковых веществ. Главным составным компонентом сока является вода, которая не поглощается продуктом при размораживании, или же вода, выделяемая из продукта в результате воздействия сжатия при размораживании. Выделение сока из продуктов может сопровождаться значительными потерями растворимых веществ, витаминов, ферментов, минеральных солей, продуктов распада гликогена, свободных аминокислот, низкомолекулярных пептидов, белков саркоплазмы.

Электрофоретическими исследованиями установлено, что потери отдельных белков зависят от их растворимости, которая увеличивается в начальной фазе хранения замороженного мяса. Через 3 месяца хранения потери отдельных фракций белковых веществ снижаются независимо от увеличения потерь сока.

При свободном и вынужденном выделении сока отсутствуют отличия в количественном содержании белковых веществ и электрофоретических свойствах белков, содержащихся в соке. Выделению тканевых соков сопутствуют ускоренные микробиологические изменения, а также ухудшение внешнего вида и консистенции продуктов.

***Плоды.*** Степень сохранения консистенции и величина потерь сока являются важным качественным показателем размороженных плодов. Качество размороженных плодов зависит от сорта и вида плодов, а также от межсезонного влияния климатических условий. Считается, что в данном случае методы размораживания имеют второстепенное значение. Однако сравнительные исследования по размораживанию клубники показывают, что минимальные потери сока наблюдаются при диэлектрическом размораживании, несколько более высокие − при размораживании инфракрасным излучением и максимальные − при размораживании в воздухе и в термостате. Кроме этого, потери сока при размораживании клубники с добавкой сахара меньше, чем без

добавки. Преимущество диэлектрического размораживания плодов подтверждено также результатами органолептической оценки, а также дальнейшей переработкой готового продукта − более высоким содержанием неповрежденных плодов, лучшей консистенцией, меньшими потерями витамина *С*.

Сохранность пищевых продуктов после размораживания является сложной проблемой, которая до сих пор полностью не изучена. Интенсивность качественных изменений в размороженных продуктах зависит прежде всего от динамики ферментативных и микробиальных процессов.

В размороженных продуктах растительного происхождения неоднократно обнаруживали случаи увеличения и снижения ферментативной активности по сравнению со свежими продуктами. Различия ферментативной активности объясняют в соответствии с теорией криолиза Норда разными направлениями явлений агрегации или дезагрегации ферментных систем замороженных пищевых продуктов. В растворах тканевых жидкостей концентрацией ниже 1% преобладают процессы дезагрегации, обусловливающие рост общей поверхности реакции и увеличение активности ферментов. При концентрациях выше 1,5% преобладает агрегация, вызывающая 9<D9>D: снижение ферментативной активности продуктов после размораживания. Другим возможным механизмом изменений активности после размораживания являются процессы высвобождения из клеточных структур так называемых десмоэнзимов и их переход в лиоэнзимы, обусловливающие увеличение активности.

Влияние размораживания на ферментативную активность размораживаемых продуктов зависит от ряда факторов, в частности от pH, концентрации электролитов и других веществ, растворимых в незамороженной фракции тканевых жидкостей, а также от положения ферментов в тканях, состояния и стабильности ферментов.

Плоды и овощи после размораживания обладают меньшей сохранностью, чем продукты животного происхождения, главным образом, в связи с большей их подверженностью плесневению и ферментативным процессам. Учитывая вышеизложенное, необходимо возможно быстро перерабатывать размороженные продукты или направлять их для непосредственного употребления.

## Переработка замороженного сырья и полуфабрикатов

***Плоды и овощи.*** Подготовка замороженных растительных полуфабрикатов для дальнейшей переработки, а также процесс переработки не связаны с существенными трудностями. Некоторые плоды направляют на переработку в замороженном виде, другие требуют предварительного размораживания.

Процесс размораживания осуществляют простым и дешевым методом поверхностного нагрева в неконтролируемых температурных условиях заводских помещений, которые после завершения сезона массовой переработки полностью не используются непосредственно для производственных целей.

Относительно низкими температурами окружающей среды, при которых производят размораживание продуктов этим методом, обусловлены значительные продолжительность процесса и площади.

При размораживании крупных блоков рекомендуется делить их на части для сокращения процесса и ограничения нежелательных изменений качества в поверхностных слоях.

Замороженные плоды используют в основном в качестве полуфабрикатов при производстве джемов, соков, компотов. Особенно рекомендуют замороженное сырье при производстве соков, так как структурные изменения тканей при замораживании значительно ускоряют процесс производства и увеличивают выход.

В промышленности применяют специальные устройства для размораживания блоков замороженного пюре. Блоки размораживают подогретым паром. Установка производительностью около 1 т/ч состоит из цилиндра и вращающейся внутри тарелки из нержавеющей стали, которая растирает блок продукта снизу.

## Порядок выполнения работы

Подготовить замороженное растительное сырье к разморозке. Взвесить на лабораторных весах. Провести разморозку одним из описанных способов. В процессе разморозки сырья контролировать температуру и состояние сырья. Полученные данные занести в таблицу 1.

Через каждые 30 минут образцы взвешивать на электронных лабораторных весах и определять потери сока на каждом этапе до полной разморозки образцов.

Определить потери сока при разморозке (к, %).

$$к = \frac{m_з - m_р}{m_з} \cdot 100\%, \qquad (1)$$

где $m_з$ – масса замороженного сырья, г;

$m_р$ – масса размороженного сырья, г.

Таблица 1 – Зависимость потери сока от времени разморозки сырья

| № п/п | Наименование показателей | Время разморозки, мин. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 30 | 60 | 120 | 150 | 180 | ….. |
| 1 | Вид сырья | | | | | | |
| 2 | Масса сырья, г | | | | | | |
| 3 | Потери сока, % | | | | | | |

По результатам таблицы 1 построить графические зависимости процента потерь сока от времени разморозки до полной разморозки для исследуемых образцов сырья. Сделать выводы.

## Расчет продолжительности замораживания пищевых продуктов

Для расчета продолжительности замораживания чаще всего используют формулу Планка. Как фундаментальная формула она включена в рекомендации Международного института холода. При выводе формулы Планка полагают:

1. Теплоемкость замороженной части тела равна нулю;
2. Льдообразование в теле происходит без переохлаждения при криоскопической температуре;
3. Теплофизические свойства замороженной части не зависят от температуры (коэффициент теплопроводности и удельная теплоемкость);
4. Тело перед началом замораживания охлаждено до криоскопической температуры;
5. Тело однородно, плотность его при замораживании не меняется.

В условиях выполнимости всех перечисленных планковских допущений для времени замораживания используется следующая формула (2):

$$\tau = \Phi \frac{R \times \rho \times q \times w}{t_{кр} - t_{хл}} \cdot \left( \frac{R}{2 \times \lambda} + \frac{1}{\alpha} \right), \qquad (2)$$

где $t_{кр}$ – криоскопическая температура, °С;

$t_{хл}$ – температура окружающего тела хладоносителя, °С;

$q$ – удельная теплота кристаллизации воды, 3,3×105 Дж/кг;

$w$ – влажность тела, кг влагт/кг;

$\rho$ – плотность тела, кг/м$^3$;

$R$ – характерный размер тела, м;

$\lambda$ – теплопроводность замороженной части тела, Вт/(м×К);

$\alpha$ – коэффициент теплоотдачи с поверхности тела, Вт/(м$^2$×К);

$\Phi$ – коэффициент формы тела.

По таблице 2, согласно индивидуальным вариантам, рассчитать продолжительность замораживания пищевых продуктов.

Таблица 2 – Индивидуальные варианты заданий

| Вар. | Наименование продукта | Данные для расчета продолжительности замораживания | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\Phi$ | $R$ | $w$ | $\rho$ | $t_{кр}$ | $t_{хл}$ | $\lambda$ | $\alpha$ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Клюква | 1/3 | $5{,}2\times10^{-3}$ | 0,88 | 930 | -1 | -20 | 1,31 | 230 |
| 2 | Картофель | 1/3 | $4{,}5\times10^{-3}$ | 0,85 | 1030 | -1,5 | -27 | 0,48 | 367 |
| 3 | Свекла | 1/3 | $61\times10^{-3}$ | 0,895 | 650 | -2,6 | -25 | 0,63 | 391 |
| 4 | Яблоки | 1/3 | $39\times10^{-3}$ | 0,87 | 840 | -2,4 | -22 | 1,82 | 381 |
| 5 | Абрикосы | 1/3 | $18\times10^{-3}$ | 0,869 | 1030 | -3,8 | -25 | 0,57 | 317 |
| 6 | Виноград | 1/3 | $7{,}1\times10^{-3}$ | 0,816 | 1086 | -5 | -30 | 0,51 | 247 |
| 7 | Клубника | 1/3 | $11{,}5\times10^{-3}$ | 0,9 | 900 | -0,85 | -18 | 0,48 | 289 |
| 8 | Вишня | 1/3 | $9\times10^{-3}$ | 0,731 | 1020 | -3,5 | -28 | 0,52 | 251 |
| 9 | Томаты | 1/3 | $31\times10^{-3}$ | 0,947 | 1000 | -0,7 | -24 | 0,6 | 301 |
| 10 | Черника | 1/3 | $5{,}1\times10^{-3}$ | 0,823 | 1052 | -1,4 | -22 | 0,5 | 210 |
| 11 | Горошек | 1/3 | $6\times10^{-3}$ | 0,751 | 1020 | -0,9 | -18 | 0,6 | 238 |
| 12 | Фасоль | 1/3 | $7{,}5\times10^{-3}$ | 0,889 | 950 | -0,8 | -29 | 0,6 | 241 |
| 13 | Смородина | 1/3 | $5{,}1\times10^{-3}$ | 0,847 | 1000 | -1 | -25 | 0,51 | 224 |

## Литература

1. Гришин М.А. Установки для сушки пищевых продуктов / М.А. Гришин, В.И. Антазевич, Ю.Г. Семенов. − М.: Агропромиздат, 1989. − 215 с.

2. Драгилев А.И. Технологическое оборудование предприятий перерабатывающих отраслей АПК / А.И. Драгилев, В.С. Дроздов. − М.: Колос, 2001. − 352 с.

3. Машины и аппараты пищевых производств: учебник. В 2 кн. Кн. 1 / С.Т. Антипов и др. − М.: Высшая школа, 2001. − 703 с.

4. Машины и аппараты пищевых производств: учебник. В 2 кн. Кн. 2 / С.Т. Антипов и др. − М.: Высшая школа, 2001. − 680 с.

5. Оборудование пищеконцентратного производства: справочник / В.А. Воскобойников и др. − М.: Агропромиздат, 1989. – 303 с.

6. Хохлова А.И. Определение массовой доли влаги в пищевых продуктах при оценке качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий: метод. указания / А.И. Хохлова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2006. – 10 с.

Приложение 1

## Виды масел

**Соевое масло** получают путем прессования или экстракции предварительно обработанных бобов сои, содержащих 14–25% жира. Соевые бобы являются также хорошим источником относительно полноценных белков (30–50%). Поэтому соевый жмых широко используется в пищевой промышленности. Ценность соевого масла обусловлена сравнительно высоким содержанием в нем линолевой и линоленовой кислот (в среднем около 60%).

В зависимости от обработки соевое масло делится на нерафинированное и гидратированное, которые по качественным показателям подразделяются на первый и второй сорта, и рафинированное (нейтрализованное и нейтрализованное дезодорированное). Нерафинированное соевое масло второго сорта не используется в пищевых целях. Рафинированное соевое масло не делится на сорта.

**Арахисовое масло** извлекают прессованием или экстракцией из бобов арахиса, в котором его содержится 40–60%. Семена богаты также легкоусвояемым растворимым белком (до 37%) с высоким содержанием незаменимых аминокислот. В связи с этим жмых арахиса широко используется в пищевой промышленности, особенно в кондитерской и хлебопекарной.

В зависимости от способа обработки выпускают нерафинированное арахисовое масло высшего и первого сортов и рафинированное (нейтрализованное недезодорированное и нейтрализованное дезодорированное, которое лишено вкуса и запаха). Так как арахисовое масло отличается повышенным содержанием (до 20%) глицеридов высокомолекулярных насыщенных кислот (пальмитиновая, стеариновая, арахисовая), во время его хранения при 0 °С и ниже выделяется осадок, состоящий из твердой фракции масла.

**Горчичное масло** вырабатывают из семян горчицы, масличность которых составляет до 30%. Эти семена содержат тиоглюкозиды, которые под влиянием фермента мирозина при наличии воды гидролизуются с образованием аллилового масла, обладающего острым вкусом. Во избежание гидролиза глюкозидов процесс жарки мятки проводят без увлажнения и при сравнительно низкой температуре (до 80 °С). Полученное при указанных режимах методом прессования горчичное масло обладает высокими вкусовыми свойствами. Образовавшийся жмых направляется на изготовление горчичного порошка.

Горчичное масло вырабатывают нерафинированным и в зависимости от показателей качества делят на высший, первый и второй сорта. Для непосредственного употребления в пищу предназначается масло высшего и первого сортов.

**Кукурузное масло** получают прессованием или экстракцией кукурузных зародышей, содержащих до 50% жира, и отделяемых в крахмало-паточном, мукомольно-крупяном и других производствах. Для поставки в

торговую сеть и на предприятия общественного питания выпускается пищевое кукурузное масло, подвергнутое полной рафинации, которое на сорта не делится. Кукурузное масло ценится повышенным содержанием токоферолов, обладающих Е-витаминной активностью.

**Оливковое** (прованское) масло извлекают методом холодного прессования из мякоти плодов оливкового дерева, содержащих до 50% жира. В его состав входит главным образом триолеин, в нем также присутствуют твердые глицериды. Оливковое масло не рафинируют, оно имеет слабо выраженный натуральный запах и приятный вкус, прозрачное, без мути.

**Кунжутное** (сезамовое) масло выделяют из семян кунжута, масличность которых достигает 60%. При поджаривании ядра с последующим его перетиранием на жерновах до гомогенного состояния получают тахинное масло, в котором кроме жира содержатся и другие составные части – белковые и безазотистые экстрактивные вещества. Такое масло является основой для изготовления халвы. Предназначенное для пищевых целей кунжутное масло получают прессованием. Лучшим является масло холодного прессования, обладающее приятным нежным вкусом.

Пищевое кунжутное масло выпускается двух видов: нерафинированное первого и второго сортов и рафинированное.

**Кокосовое масло** получают прессованием (и экстракцией) копры – подсушенной и раздробленной мякоти орехов кокосовых пальм. В копре содержится до 75% масла. Характерной особенностью этого масла является повышенное содержание низкомолекулярных насыщенных жирных кислот (до 20%), в том числе летучих. Поэтому кокосовое масло из свежеприготовленной копры обладает хорошими вкусовыми свойствами и при обычных условиях сходно по консистенции с коровьим топленым маслом. Кокосовое масло широко применяется в маргариновом производстве, придавая готовому продукту хорошие пластические и вкусовые свойства, а также используется для непосредственного употребления в пищу. Пищевое кокосовое масло выпускается только рафинированное (в том числе дезодорированное).

**Пальмоядровое масло** выделяют из ядра семян плодов масличных пальм. Это масло близко по свойствам к кокосовому и находит аналогичное с ним применение. Оно обладает приятным ореховым вкусом и окрашено в желтый цвет. При хранении легко расщепляется и приобретает резкий вкус.

Пальмовое масло добывают прессованием мякоти плодов масличных пальм. Это масло содержит значительное количество (до 50%) глицеридов, главным образом пальмитиновой и других высокомолекулярных насыщенных жирных кислот. Свежеприготовленное пальмовое масло имеет приятный вкус и запах, но в процессе неправильного хранения может легко гидролизоваться с достижением высокого кислотного числа.

Приложение 2

## Органолептическая оценка оливкового масла

Текучесть и однородность – показатели, характеризующие окончательную оценку качества оливкового масла.

- **Цвет**

Цвет может выявить приблизительную степень спелости оливок к моменту сбора урожая, способа сбора, метода получения оливкового масла и многое другое.

Цвет оливкового масла может варьировать от тёмно-зелёного до золотистого с множеством промежуточных разнообразных оттенков. Это зависит от доминирующих веществ, которое в значительной степени связано с оливками, из которых производится масло. Если доминирует хлорофилл, тогда цвет масла зелёный или имеет оттенки зелёного. Если доминирует каротин, оттенки масла будут золотистыми.

Оливки, собираемые, как правило, в начале сезона сбора урожая, дают зелёный цвет маслу в связи с большим количеством хлорофилла, который в них содержится. Если оливки собирались спелые, будет преобладать каротин в масле и золотистый цвет. И зелёное и золотистое масло может быть очень хорошего качества. Мутное масло может быть очень свежим, которое ещё не успело осесть.

- **Вкус и аромат**

Горчинка в привкусе указывает на масло, оливки которого собраны до полного созревания (недозрелые).

Фруктовый привкус указывает на спелые плоды и сбалансированные вкусовые характеристики.

Неприятные запахи являются важным недостатком оливкового масла. Продукты с неприятным запахом следует избегать.

Приятный аромат и вкус указывают на следующие особенности: область, в которой выращиваются деревья, методы выращивания. Дегустация определяет, правильно ли хранился продукт, сохранились ли его характеристики. Как правило, оливковое масло, производимое мягкими методами с помощью современных технологий, без высоких температур, представляет исключительные по характеристикам образцы.

**«Незрелое» оливковое масло –** производится из незрелых оливок и имеет характерный горьковатый вкус.

**Горькое оливковое масло –** производится из оливок с добавлением большого количества листьев.

**Фруктовое –** имеет вкус свежего, зрелого плода хорошего качества.

**Масло с хорошим вкусом –** все масла с отличительным характерным вкусом без присутствия неприятных запахов.

**Масло с недостатками –** оливковое масло со вкусом и запахом плесени, прогорклости.

- **Кислотность**

Степень кислотности оливкового масла показывает содержание в продукте олеиновой кислоты. Как правило, пищевым считается масло, на основе предписания Международного Совета Оливкового масла, кислотность которого не превышает 3,3%. В греческих областях, производящих оливковое масло, хорошим считается масло, кислотность которого не превышает 0,5% содержания олеиновой кислоты. Оливковое масло с повышенной кислотностью делает чувствительным его присутствие в полости рта, даёт особенное тяжелое послевкусие и делает его не столь приятным.

- **Прогорклость или окисление**

Окисление (прогорклость) может причинить значительный ущерб маслу. Условия хранения (свет, кислород и т.д.) способствуют окислению. Как правило, окисление может быть свидетельством различных влияний, которым подверглись оливки или оливковое масло.

**Толстоухова Татьяна Николаевна**
кандидат технических наук, доцент

**Глобин Андрей Николаевич**
доктор технических наук, доцент

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ

*Лабораторный практикум*

Редактор Н.П. Лучинкина
Верстка Н.В. Гвоздик
Художественный редактор С.П. Вдовикина

Подписано в печать 21.12.2023 г.
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 4,7. Тираж 25 экз. Заказ № 7.

Отдел информационных технологий и издательской деятельности
Азово-Черноморского инженерного института
ФГБОУ ВО Донской ГАУ
347740, г. Зерноград Ростовской области, ул. Советская, 15.