КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН БИЛИМ БЕРУУ ЖАНА ИЛИМ МИНИСТРЛИГИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Т.КУЛАТОВ АТЫНДАГЫ КЫЗЫЛ-КЫЯ ТОО ТЕХНИКАЛЫК ИННОВАЦИЯ ЖАНА ЭКОНОМИКА КОЛЛЕДЖИ
КЫЗЫЛ-КИЙСКИЙ ГОРНО ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИИ И ЭКОНОМИКИ ИМ.Т.КУЛАТОВА

***«Каралды»***

*«ТПиПСП» циклында*
*протокол №* 5
*Маматалиев А.А*
*«* 14 *»* 01 *2022-ж.*

***«Макулдашылды»***

*Колледждин методисти*
*Т. Т. Аширкулова*
*«* 14 *»* 01 *2022-ж.*

***«Бекитемин»***

*Мүдүрдүн окуу иштери*
*боюнча орун басары*
*К.О.Ураимов*
*«* 17 *»* 01 *2022-ж.*

# *МЕТОДИЧЕСКОЕ РАЗРАБОТКА*

*к лабораторно-практическим работам для средних профессиональных учебных заведений*
*По дисциплине «Сушка сельскохозяйственной продукции»*
*Специальность: ТПиПСП*

*Кызыл Кыя 2022*

**Содержание**

**Ведение**

1. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ИНАКТИВАЦИИ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ ПРИ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКЕ ОВОЩЕЙ**
2. **АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СУШЕНЫХ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ**
3. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРАКТИВНОСТИ ПРОДУКТОВ**
4. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ**
5. **РЕГИДРАТАЦИИ СУШЕНЫХ ПРОДУКТОВ**
6. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ**
7. **РЕГИДРАТАЦИИ СУШЕНЫХ ПРОДУКТОВ**
8. **ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ В КОНВЕКТИВНОЙ СУШИЛКЕ**
9. **СПОСОБЫ СУШКИ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ**
10. **ЛИТЕРАТУРА**

# АННОТАЦИЯ

**Основными направлениями общеобразовательный школы поставлены перед средней специальной школой задача дальнейшего повышения качества преподавания , формирования у учащихся активной жизненной позиции , творческого подхода к делу . Одним из условий успешного решения этой важнейшей задачи является совершенствования методов и средств управления учебным процессом , совершенствование педагогического мастерства , улучшение качества учебной литературы .**

**Предлагаемой методической пособие освещаются некоторые вопросы целью практических занятий является формирование практических умений - профессиональных (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) необходимых в последующей профессиональной деятельности по профессии; практические занятия занимают преимущественное место при изучении междисциплинарных курсов профессиональных модулей**

**При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей дидактической целью формируются и практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, что может составлять часть профессиональной подготовки. А также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).**

## ВВЕДЕНИЕ

В производстве многих пищевых продуктов сушка, как правило, является обязательной операцией и представляет собой достаточно энергоемкую технологическую стадию процесса. От аппаратурно-технологического оформления и режима сушки зависит в большой степени качество продукта.

Сушке может предшествовать удаление влаги из материалов другими методами, например, отжимом на процессах, центрифугированием. Однако механическим способом может быть удалена только часть свободной влаги.

Сушкой называют процесс удаления влаги из твердых влажных, пастообразных или жидких материалов (суспензий) путем ее испарения и отвода образовавшихся паров. Это сложный тепло массообменный процесс. Скорость его во многих случаях определяется скоростью внутри диффузионного переноса влаги в твердом теле.

Сушке подвергают пищевые материалы, находящиеся в различном агрегатном состоянии, а именно: гранулированные, формованные и зернистые материалы; пастообразные материалы; растворы и суспензии.

Выбор метода сушки и типа сушилки осуществляется на основе комплексного анализа свойств пищевых материалов как объектов сушки.

Наиболее важным отличительными свойствами пищевых материалов, которые следует учитывать при выборе метода сушки, являются низкая теплоемкость, склонность к окислению и деструкции; склонность к короблению и потере товарного вида; неоднородность материала по начальному содержанию воды; наличие активных биохимических и химически активных веществ и ряд других особенностей.

**Меры безопасности:**

**Перед началом курса лабораторно-практических работ, обучающийся должен пройти инструктаж по технике безопасности.**

**Инструктаж по работе с оборудованием и инвентарем.**

**Правила выполнения лабораторно- практических работ:**

**Каждая работа содержит теоретический и практический блоки или рекомендации по их выполнению, требования к оформлению и представлению отчета о выполнении. Наличие тезисной информации по теме позволит Вам вспомнить ключевые моменты, рассмотренные преподавателем на занятии.**

**Практическая часть содержит задания, пояснения или рекомендации по их выполнению, требования к оформлению и представлению отчета о выполнении. По окончании работы результат представьте преподавателю. В случае возникновения вопросов по выполнению, Вы всегда можете обратиться за помощью и консультацией к преподавателю.**

**Правила выполнения практических лабораторных занятий:**

**Преподаватель проводит вводный инструктаж, напоминая о правилах безопасности труда и санитарно-гигиенических правилах при работе в лаборатории. Получив письменную инструкцию и форму для отчета, студенты приступают к выполнению работы, в процессе которой преподаватель обращает внимание студентов на правильность проведения этапов выполнения лабораторно-практических работ, организацию и санитарное состояние рабочего места. Некоторые приемы и процессы демонстрирует преподаватель. Но в основном студенты работают самостоятельно, используя инструкцию, содержащую последовательность выполнения каждой работы, требования к оформлению работы.**

**Прежде чем приступить к выполнению задания, прочтите рекомендации к выполнению в данном методическом пособии. Ознакомьтесь с перечнем рекомендуемой литературы, повторите теоретический материал, относящийся к теме работы.**

**В конце занятия студенты убирают рабочее место. Уборку помещения заканчивают дежурные.**

**Преподаватель подводит итоги, отмечая положительные стороны и типичные ошибки, допущенные студентом в процессе проведения практических работ.**

## ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ №1 №2
## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ИНАКТИВАЦИИ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ ПРИ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКЕ ОВОЩЕЙ

**Предыдущие знания обучающихся:** Основы экологии. Химия. Биохимия с/х продукции. Микробиология.

Тара и упаковочные материалы. Санитария и гигиена на перерабатывающих предприятиях. Технология хранения сельскохозяйственной продукции.

Оборудование перерабатывающих производств. Технохим контроль сельхоз сырья и продуктов переработки. Общие принципы переработки сырья и введение в технологии. Физиология питания. Методы исследования пищевых продуктов. Организация предприятий перерабатывающей промышленности. Технология переработки фруктов, ягод и овощей. Пищевые биологически активные добавки. Технология сушки. Безопасность пищевых продуктов

**2.1.1 Цель работы –** изучить влияние температуры и продолжительности бланширования на изменение активности окислительно-восстановительных ферментов.

**2.1.2 Теоретические положения**

При производстве сушеной продукции одной из технологических стадий при подготовке сырья к сушке является бланширование.

Бланширование – кратковременная тепловая обработка сырья горячей водой или паром.

Целью этой технологической операции является:

- повышение микробиологической чистоты предназначенных для сушкипродуктов;
- удаление воздуха из межклеточного пространства;- инактивация окислительно-восстановительных ферментов; - набухание и гидратация коллоидов.

При кратковременном нагревании овощей практически инактивируются все гидролитические ферменты, прекращаются биохимические процессы в сырье и, тем самым, предупреждается ферментативная порча продуктов.

За счет замены удаляемого воздуха из межклеточного пространства влагой, сырье приобретает эластичность и упругость.

В результате инактивации окислительно-восстановительных ферментов сырье теряет способность к потемнению. В частности, в картофеле содержится фермент тирозиназа (полифенолоксидаза), который катализирует окисление аминокислоты тирозина кислородом воздуха с образованием темноокрашенных соединений меланинов, в результате этого продукт темнеет. Полифенолоксидаза окисляет также моно- и трифенолы, в результате чего происходит потемнение поверхности резаного яблока, картофеля, а также плодов и овощей при сушке.

Пероксидазы широко распространены в растениях и играют важную роль в окислительных процессах. Очень стойким окислительным ферментом является пероксидаза, которая инактивируется только при температуре близкой к 100 $^0$C. Пероксидаза окисляет многие фенолы и некоторые ароматические амины с помощью перекиси водорода. Особенно легко она окисляет полифенолы, в результате чего образуются темноокрашенные соединения – флобафены.

Фермент каталаза также относится к классу оксидоредуктаз. Под действием этого фермента происходит разложение перекиси водорода на воду и молекулярный кислород, что препятствует окислению. Перекись водорода является ядовитым для растительных клеток веществом, она образуется в окислительно-восстановительном процессе при восстановлении молекулярного кислорода.

$$2H_2O_2 ____= 2H_2O + O_2$$

В плодах и овощах также присутствует особая оксидаза, которая осуществляет превращение аскорбиновой кислоты в дегидроаскорбиновую. Это фермент – аскорбатоксидаза. Особенно активная аскорбатоксидаза содержится в тыкве, капусте, кабачках. Разрушение этого фермента позволит предотвратить окисление витаминов.

В результате бланширования нарушается равновесие коллоидной системы клеток сырья, происходит гидратация коллоидов и понижается гидрофильность белков. Все это облегчает сушку.

Таким образом, поскольку органические вещества сырья кислородом воздуха без помощи ферментов не окисляются, то для предотвращения потемнения необходимо окислительно-восстановительные ферменты инактивировать. Так как инактивация ферментов быстрее протекает в кислой среде, то при бланшировании воду рекомендуется подкислять лимонной кислотой до концентрации 0,1-0,2 %.

**2.1.3 Порядок выполнения работы** Продолжительность работы 4 ч.

Студенты определяют в исходном сырье (картофель, морковь) содержание фермента каталазы. Затем сырье нарезают кубиками с размерами граней 5-10 мм, проводят бланширование в воде и 0,2 %-ном растворе лимонной кислоты в течение 5-10 мин при температуре 95-97 $^0$C и снова определяют активность каталазы.

Активность фермента каталазы выражают микромолями перекиси водорода, разлагаемой 1 г исследуемого вещества при температуре 20 $^0$C в течение 1 мин.

Оптимальное значение pH действия каталазы равно 7,0. При pH ниже 3,0 фермент разрушается.

### 2.1.3.1 Определение активности каталазы

Активность фермента каталазы определяют по методике А.Н. Баха и А.И. Опарина. Количественное определение каталазы основано на учете перекиси водорода путем титрования ее перманганатом калия. Реакция протекает по уравнению:

$2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 4H_2SO_4 \longrightarrow 2KHSO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O + 5O_2$

О количестве перекиси водорода, разрушенной ферментом, судят по разности количества (в $см^3$) раствора $KMnO_4$ концентрацией 0,1 моль/$дм^3$, израсходованного на титрование в контрольном и рабочем опытах.

Приборы и оборудование: весы аналитические, термостат, электрическая плитка; бюретка для титрования; терка.

Посуда и материалы: мерная колба на 200 $см^3$; коническая колба на 250 $см^3$; воронка; фильтровальная бумага; конические колба на 100-150 $см^3$ – 4 шт.; пипетки; стеклянный стакан термостойкий; мерный цилиндр

Реактивы: толуол – 3 $см^3$; 1 %-ный раствор $H_2O_2$ – 12 $см^3$; раствор NaOH концентрацией 0,1 моль/$дм^3$ – 15 $см^3$ (для нейтрализации); 10 %-ный раствор $H_2SO_4$ – 20 $см^3$; раствор $KMnO_4$ концентрацией – 0,1 моль/$дм^3$ – 10 $см^3$

Расход сырья: картофель, морковь по 10 г

Техника определения

Сначала готовится вытяжка. Для этого на аналитических весах взвешивают 4 г измельченного картофеля (или моркови), количественного переносят навеску в мерную колбу вместимостью 200 $см^3$. Добавляют 2-3 капли толуола и оставляют для настаивания на 1 ч в термостате при температуре 30 $^0$С. После настаивания жидкость отфильтровывают через складчатый фильтр и в фильтрате сразу же определяют каталазу.

Отбирают 4 пробы прозрачного фильтрата по 20 $см^3$ каждая: 2 опытные и 2 контрольные. Контрольные пробы кипятят 5 мин на сетке для инактивации фермента.

К опытным и контрольным пробам добавляют по 20 $см^3$ дистиллированной воды, по 3 $см^3$ 1 %-ного раствора перекиси водорода, предварительно нейтрализованной раствором NaOH концентрацией 0,1 моль/$дм^3$, и оставляют на 30 мин при комнатной температуре. По истечении 30 мин к пробам прибавляют по 5 $см^3$ 10 %-ного раствора серной кислоты и оставшуюся перекись водорода титруют раствором $KMnO_4$ концентрацией 0,1 моль/$дм^3$.

Об активности каталазы судят по количеству мг перекиси водорода, которое разрушилось в течение 30 мин ферментом, содержащимся в 1 г исследуемого материала.

Активность каталазы ($А_к$) определяется по формуле 2.1.

$$А_к = \frac{(a - b)*1,7}{n} \qquad 2.1$$

где: a – количество раствора $KMnO_4$ концентрацией 0,1 моль/$дм^3$, израсходованного для титрования контроля, $см^3$; b - количество раствора $KMnO_4$ концентрацией 0,1 моль/$дм^3$, израсходованного для титрования опытной пробы, $см^3$

1,7 – коэффициент, показывающий, что 1 $см^3$ раствора $KMnO_4$ концентрацией 0,1 моль/$дм^3$ эквивалентен 1,7 мг $H_2O_2$; n – навеска исследуемого материала, г (в данном опыте при навеске 4 г, которая настаивалась в мерной колбе на 200 $см^3$, и взятом на определение 20 $см^3$ фильтрата навеска равна: (4*20)/200 = 0,4 г.

**2.1.4 Анализ результатов работы**

Полученные данные сводят в таблицу 2.1, либо строят график зависимости активности каталазы от продолжительности бланширования и делают вывод о степени разрушения окислительных ферментов (на примере каталазы) в процессе тепловой обработки сырья.

Таблица 2.1 – Изменение активности каталазы в процессе бланширования

| Наименование показателей | Значения |
|---|---|
| Активность каталазы исходного сырья, ед/г | |
| Активность каталазы после бланширования, ед/г | |

**Домашнее задание**

**Ответьте на вопросы письменно**

1.Что такое бланширование?

2.С какой целью проводится бланширование?

3.От каких факторов зависит продолжительность тепловой обработки?

4.Как проводится тепловая обработка сырья?

5.Какие окислительно-восстановительные ферменты оказывают влияние на протекание технологических процессов консервирования?

6.Какова роль окислительно-восстановительных ферментов при подготовке сырья к сушке?

1. За счет чего происходит разрушение окислительных ферментов при бланшировании сырья?
2. В чем заключается сущность метода определения каталазной активности?

Лабораторная занятие №3№4№5

## АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СУШЕНЫХ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

**2.2.1 Цель работы** – изучить методы контроля качества сушеной продукции

**2.2.2 Теоретические положения**

Качество сушеных плодов и овощей определяется органолептическими и физико-химическими методами.

При органолептической оценке основными показателями являются: внешний вид, консистенция, вкус, цвет и запах.

К физико-химическим показателям качества сушеной продукции относятся: влажность, размер частиц, степень зараженности вредителями, содержание сернистого ангидрида, количество примесей, набухаемость и развариваемость плодов и овощей.

Сушеные плоды и овощи отличаются от свежих низким содержанием влаги и высоким содержанием сухих веществ, поэтому богаты углеводами, в том числе сахарами, пектиновыми, минеральными, дубильными веществами, но бедны витамином С и ароматическими веществами.

Сушеные плоды, овощи и грибы делятся на группы в зависимости от вида используемого сырья, технологии предварительной обработки и сушки. Классификация сушеных плодов и овощей приведена в таблице 2.2.

Сушеные плоды и овощи подразделяются но сорта в зависимости от таких качественных показателей как: внешний вид, цвет, размер. Важное значение имеют допустимые отклонения: наличие механических повреждений, посторонних включений (косточек, плодоножек и т.п.), дефектов внешнего вида.

Сушеный виноград кишмиш и изюм делятся на высший сорт, первый и второй. Семечковые сушеные плоды подразделяются высший, первый и столовый сорта, косточковые – на экстра, высший, первый и столовый сорта, сушеный зеленый горошек – на высший и первый. Не делят на сорта смесь сушеных овощей, лук и чеснок в порошке, виноград авлон и компот из сухофруктов, а также грибы. Остальные сушеные плоды и овощи делят на первый и второй сорта.

Таблица 2.2 – Классификация сушеных плодов и овощей

| Группа сушеной продукции | Вид сушеного Продукта | Характерные признаки (предварительная обработка сырья) | Наименование плодов, овощей и грибов |
|---|---|---|---|
| Сушеные плоды | | | |
| Плоды семечковые сушеные | Очищенные без семенной камеры обработанные | Обработка $SO_2$ или его раствором | Яблоки, айва нарезанные |
| | Неочищенные без семенной камеры обработанные | Обработка $SO_2$ или его раствором | Яблоки, айва нарезанные |
| | Неочищенные с семенной камерой обработанные | Обработка $SO_2$ или его раствором | Яблоки, айва нарезанные, груши целые |
| | Неочищенные без семенной камеры необработанные | Без предварительной обработки | Айва нарезанная |
| | Неочищенные с семенной камерой необработанные | Без предварительной обработки | Яблоки, айва нарезанные, груши целые и нарезанные, яблоки и груши дикорастущих сортов целые и нарезанные |
| Плоды косточковые сушеные | Урюк | Целые плоды с косточкой обработанные | Абрикосы, жердель |
| | Урюк | Целые плоды с косточкой необработанные | Абрикосы, алыча, вишня, кизил, слива, жердель |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Кайса | Целые плоды с выдавленной косточкой обработанные или необработанные | Абрикосы |
| | Курага | Половинки плодов без косточек обработанные или необработанные | Абрикосы, персики |

Продолжение таблицы 2.2

| Группа сушеной продукции | Вид сушеного Продукта | Характерные признаки (предварительная обработка сырья) | Наименование плодов, овощей и грибов |
|---|---|---|---|
| Виноград сушеный | Кишмиш: Сояги | Сушеный виноград без семян из светлых сортов, полученный путем сушки в специальных помещениях соягихонах | Виноград бессемянных сортов |
| | Сабза | Сушеный виноград без семян из светлых сортов, полученный путем воздушно солнечной или искусственной сушки с предварительной обработкой щелочью и сульфитацией | Виноград бессемянных сортов |
| | Бедона | Сушеный виноград без семян из светлых сортов, полученный путем воздушно солнечной или искусственной сушки без предварительной обработки | Виноград бессемянных сортов |
| | Шигани | Сушеный виноград без семян из темных сортов, полученный путем воздушносолнечной или искусственной сушки без предварительной обработки | Виноград бессемянных сортов |

| Группа сушеной продукции | Вид сушеного Продукта | Характерные признаки (предварительная обработка сырья) | Наименование плодов, овощей и грибов |
|---|---|---|---|
| Виноград сушеный | Изюм: изюм светлый | Сушеный виноград с семенами из светлых сортов, полученный путем воздушносолнечной или искусственной сушки с предварительной обработкой щелочью и сульфитацией | Виноград семенных сортов |

Продолжение таблицы 2.2

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Изюм окрашенный | Сушеный виноград с семенами из окрашенных сортов, полученный путем воздушно-солнечной или искусственной сушки без предварительной обработки | Виноград семенных сортов |
| | Авлон | Сушеный виноград из смеси кишмишных и изюмных сортов разной окраски, полученный различными способами обработки | Виноград семенных и бессемянных сортов |
| Сушеные тропические и субтропические плоды | На виды не делятся | - | Хурма, инжир, финики, бананы |
| Сушеные овощи и грибы | | | |
| Сушеные овощи | Россыпью | Форма частиц – стружка, кубики, Пластинки | Картофель, капуста белокочанная, морковь, свекла, лук репчатый, чеснок, зелень, белые коренья, зеленый горошек |

К дефектам относят дефекты внешнего вида, цвета, вкуса и запаха, а также примеси, микробиологическая порча (плесневение) и повреждение сельскохозяйственными вредителями (молью, личинками жуков).

Дефекты внешнего вида – наличие продукции с отклонениями по форме и размеру (например, рваные частицы для резаных яблок), пораженной сельскохозяйственными вредителями, грибковыми болезнями, с солнечными ожогами. Основная причина возникновения дефектов подобного рода – использование некачественного плодоовощного сырья. Наличие признаков плесневения, гниения – результат нарушения условий хранения.

Продолжение таблицы 2.2

| | | | |
|---|---|---|---|
| Сушеные овощи | В брикетах | Частицы, спрессованные в брикеты | Картофель, капуста белокочанная, морковь, свекла, лук репчатый, белые коренья |
| | В порошке | Сыпучий порошок | Лук репчатый, чеснок |
| Смесь сушеных овощей | Россыпью | Стружка, кубики, Пластинки | - |
| | В брикетах | Частицы, спрессованные в брикеты | - |
| Сушеные грибы | Россыпью На Нанизанные бечевки, нитки | Форма грибов: пластинки, дольки | Трубчатые, некоторые пластинчатые (лисички, опята, шампиньоны и др.) |

Каждый вид сушеной продукции должен иметь характерный цвет. Цвет сушеных груш – от светло- до темно-коричневого; яблок, предварительно обработанных $SO_2$ – от светло-кремового до желтого, без предварительно обработки – от желтого до темно-коричневого; сушеного винограда в зависимости от сорта: от светло-зеленого до золотистого, коричневого, синевато-черного для высшего сорта до золотистого, коричневого, бурого разных оттенков для второго сорта; сушеных слив – от однородного черного глянцевого в высших сортах, до буровато-коричневого в низших сортах и т.д. Цвет белокочанной капусты – белый, со светло-желтым или светло-коричневым оттенком; моркови – оранжево-желтый; свеклы – темно-красный, с розовым и фиолетовым оттенком.

К дефектам цвета относятся наличие черных, темных коричневых пятен, потемнение продукции, неоднородность цвета. Причины возникновения таких дефектов – неудовлетворительная сортировка сырья, отсутствие тепловой

Продолжение таблицы 2.2

обработки, сульфитации, высокие температуры сушки, вызывающие реакции меланоидинообразования и карамелизации.

Сушеные плоды и овощи должны иметь присущие им вкус и запах без признаков спиртового брожения и видимой невооруженным глазом плесени. Не допускается наличие посторонних привкусов, запахов (плесневелого, грибного, затхлого, спиртового), наличие песка, ощущаемых органолептически. Причинами возникновения дефектов вкуса и запаха являются: недостаточная сушка, высокая остаточная влажность, нарушение санитарно-гигиенических правил производства и хранения. Хруст при разжевывании появляется при сушке загрязненного песком сырья или при загрязнении в процессе воздушносолнечной сушки.

Примеси в сушеной продукции обусловлены наличием плодоножек, косточек, семян, сельскохозяйственных вредителей. Причины возникновения – нарушение режима хранения.

Основным показателем, характеризующим хранение сушеной продукции, является влажность воздуха, которая должна быть в пределах 65-70 %. В процессе нарушения условий хранения сушеная продукция может повреждаться амбарными вредителями: амбарная и фруктовая моль, зерновая огневка, суринамский мукоед, долгоносик, клещ. Сульфитированные сушеные плоды меньше повреждаются амбарными вредителями. Повреждение амбарными вредителями – критический эффект, поэтому в сушеной продукции не допускаются насекомые, их личинки и куколки.

Влажность – наиболее существенный показатель качества сушеной продукции, от которого зависит ее сохранность. Пониженная влажность предотвращает протекание микробиологических процессов из-за отсутствия свободной влаги. Согласно стандартам влажность для сушеных плодов должна быть в пределах 16-25 %, овощей 12-14 %.

Содержание сернистого ангидрида устанавливается для сушеной продукции с предварительной сульфитацией сырья. Допустимые нормы сернистой кислоты для сушеных овощей 0,04-0,06 %, для плодов 0,01 %.

**2.2.3 Порядок выполнения работы** Продолжительность работы 4 ч.

Объектами исследования являются сушеные продукты: яблоки, сливы. В этих образцах студенты определяют органолептические показатели (цвет, вкус, запах), наличие примесей, степень зараженности амбарными вредителями, влажность, массовую долю диоксида серы.

**2.2.3.1 Определение цвета**

Расход сырья: сушеные яблоки, сливы по 100 г

Техника определения

Анализ цвета сушеных продуктов проводят визуально при дневном рассеянном свете.

**2.2.3.2 Определение вкуса и запаха**

Вкус и запах определяют после восстановления продукта. При этом оценивают интенсивность вкуса и запаха, наличие посторонних привкусов и запахов.

Приборы и оборудование: весы технические, термометр

Посуда и материалы: стеклянный стакан вместимостью 200 $см^3$, мерный цилиндр

Расход сырья: сушеные яблоки, сливы по 20 г

Техника определения

Сушеные плоды замачивают в воде с температурой 20-22 $^0$С при гидромодуле 1:8 в течение 30 мин, затем вынимают из воды и определяют вкус и запах.

Продолжение таблицы 2.2

**2.2.3.3 Определение примесей**

Приборы и оборудование: весы технические

Посуда и материалы: пинцет, бумага для взвешивания

Расход сырья: сушеные яблоки, сливы по 100 г

Техника определения

Сушеные плоды высыпают на лабораторный стол и отбирают пинцетом чужеродные примеси: камни, стекло, металл, комочки земли. Отдельно отбирают примеси других видов сушеных продуктов (если они присутствуют), количество которых не должно превышать 0,1-0,2 %. Также отдельно отбирают дефектные частицы: остатки сердцевины, семечки, листья, кожуру, глазки с частично загрязненными участками поверхности и т.д. Количество этих дефектов не должно превышать 0,4 %.

Каждый вид примесей взвешивается отдельно и выражается в процентах.

**2.2.3.4 Определение степени зараженности амбарными вредителями**

Приборы и оборудование: весы технические

Посуда и материалы: пинцет, темная бумага

Расход сырья: сушеные яблоки, сливы по 500 г

Техника определения

Сушеные плоды рассыпают тонким слоем на темную бумагу и рассматривают в течение 2-3 мин. Замеченных вредителей отбирают с помощью пинцета. Это: насекомые, личинки, коконы, экскременты, частицы продукта, пораженного насекомыми и т.д.

Определив вид отобранных насекомых и клещей, подсчитывают их количество и пересчитывают на 1 кг продукта.

**2.2.3.5 Определение влажности**

Влажность определяют методом ускоренного высушивания при температуре 130 $^0$C.

Приборы и оборудование: весы аналитические, лабораторная мельница эксикатор, сушильный шкаф

Посуда и материалы: бюксы

Расход сырья: сушеные яблоки, сливы по 5 г

Техника определения

Сначала определяют массу пустого бюкса путем взвешивания на аналитических весах. Затем в бюкс помещают навеску измельченного высушиваемого материала в количестве 5 г и сушат в сушильном шкафу при температуре 130 $^0$C в течение 2-х часов. После высушивания навеску в бюксе охлаждают в эксикаторе, взвешивают и определяют влажность (в %) по формуле 2.2.

$$X = \frac{m1 - m2}{m1 - m} * 100 \qquad 2.2$$

где: $m_1$ – масса бюкса с навеской до высушивания, г; $m_2$ – масса бюкса с навеской после высушивания, г; m – масса пустого бюкса, г

**2.2.3.6 Определение массовой доли диоксида серы**

Массовую долю диоксида серы определяют объемным методом. В данном методе окислителем является йод, который взаимодействует с диоксидом серы по уравнению:

$$SO_2 + 2H_2O + J_2 \longrightarrow HJ + H_2SO_4$$

Продолжение таблицы 2.2

Приборы и оборудование: весы аналитические, лабораторная мельница

Посуда и материалы: конические колбы на 250 см$^3$ с притертой пробкой – 2 шт.; мерный цилиндр; фарфоровая ступка, пипетки, бюретка для титрования

Перечень реактивов: раствор NaOH концентрацией 1 моль/дм$^3$ – 50 см$^3$; раствор $H_2SO_4$ (1:3) – 20 см$^3$; 1 %-ный раствор крахмала – 2 см$^3$; раствор йода концентрацией 0,01 моль/дм$^3$ – 20 см$^3$

Расход сырья: сушеные яблоки, сливы по 5 г

Техника определения

Измельченные сухие плоды в количестве 5 г взвешивают с точностью 5± 0,01 г, переносят в фарфоровую ступку, добавляют цилиндром 30 см$^3$ дистиллированной воды. Полученную смесь тщательно растирают и переносят в коническую колбу вместимостью 250 см$^3$ с помощью 20 см$^3$ дистиллированной воды. Содержимое колбы закрывают притертой пробкой, тщательно перемешивают в течение 5 мин, добавляют 25 см$^3$ раствора NaOH концентрацией 1 моль/дм$^3$, вновь закрывают пробкой и оставляют на 15 мин. Затем вносят 10 см$^3$ раствора серной кислоты (1:3), 1 см$^3$ 1 %-ного раствора крахмала и титруют из микробюретки при перемешивании раствором йода концентрацией 0,01 моль/дм$^3$ до появления не исчезающей в течение нескольких секунд синей окраски.

Параллельно проводят контрольный опыт, но без внесения навески.

Массовая доля общей сернистой кислоты в 100 г продукта (X, %) рассчитывается по формуле 2.3.

$$X = \frac{(V - V^0)*0,32}{10*m} \qquad 2.3$$

где: V – количество раствора йода концентрацией 0,01 моль/дм$^3$, израсходованного на титрование опытной пробы, см$^3$;

$V_0$ - количество раствора йода концентрацией 0,01 моль/дм$^3$, израсходованного на титрование контрольной пробы, см$^3$;

0,32 – количество $SO_2$, соответствующее 1 см$^3$ раствора йода концентрацией 0,01 моль/дм$^3$, г; m – масса продукта, г

### 2.2.4 Анализ результатов работы

Полученные данные сводят в таблицу 2.3 и делают вывод о качестве сушеных продуктов.

Таблица 2.3 – Качество сушеных продуктов

| Наименование показателей | Значения |
|---|---|
| Цвет | |
| Вкус | |
| Запах | |
| Наличие примесей, % | |
| Степень зараженности вредителями | |
| Массовая доля влаги, % | |
| Массовая доля $SO_2$, % | |

### 2.2.5 Контрольные вопросы

1. Каким образом классифицируется сушеная продукция?
2. По каким показателям проводится органолептическая оценка качества сушеной продукции?

Продолжение таблицы 2.2

3. От чего зависит изменение цвета сушеной продукции?
4. На какие товароведные сорта подразделяется сушеная продукция?
5. Какие дефекты могут встречаться в сушеной продукции?
6. Каким образом классифицируются примеси в сушеных плодах и овощах?
7. Какими амбарными вредителями могут повреждаться сушеные продукты?
8. Какие физико-химические показатели качества регламентируются в сушеной продукции?
9. Какое влияние оказывает влажность на сохранность сушеной продукции?
10. С какой целью проводится сульфитирование сырья, идущего на сушку?
11. Каким образом оценивается остаточное содержание диоксида серы в сушеных продуктах?

**Лабораторная работа №6№7**

**Тема ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРАКТИВНОСТИ ПРОДУКТОВ**

**2.3.1 Цель работы –** изучить методы определения массовой доли сухих веществ в сушеной продукции

**2.3.2 Теоретические положения**

Под экстрактивностью понимают то количество сухих веществ, которое может переходить в раствор при восстановлении сушеной продукции.

Данный показатель косвенно указывает на нарушение технологического процесса сушки. Ароматические и вкусовые вещества, содержащиеся в сушеной продукции, подразделяются на растворимые и нерастворимые. Растворимые вещества экстрагируются водой и называются экстрактивными. К ним относятся: растворимые углеводы, органические кислоты, красящие и дубильные вещества, эфирные масла, ароматические соединения, азотистые вещества, ферменты, жиры, минеральные соли и водорастворимые витамины.

К нерастворимым сухих веществам относятся: целлюлоза, гемицеллюлоза, протопектин, нерастворимые азотистые и минеральные вещества.

При восстановлении сушеной продукции растворимые сухих вещества почти полностью переходят в раствор, обеспечивая вкусовые особенности, питательную ценность и цвет готового продукта.

Эффективность этого процесса зависит от температуры, продолжительности настаивания, степени измельчения.

Органические кислоты образуются в растительном сырье на разных этапах обмена веществ. Они растворены в клеточном соке и встречаются как в свободном виде, так и в виде солей, эфиров со спиртами. Органические кислоты являются исходными веществами для синтеза углеводов, аминокислот, липидов и других важных соединений.

Кислотность является одним из показателей доброкачественности сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. От массовой доли органических кислот зависит гармоничный вкус продукта.

Кислотность среды принято оценивать двумя показателями - общей и активной кислотностью.

Продолжение таблицы 2.2

Общая кислотность характеризует содержание в растворе веществ, вступающих в реакцию с сильными щелочами, и определяется титрованием. Следовательно, более правильно называть этот показатель титруемой кислотностью. Она обусловлена присутствием органических кислот и кислых солей фосфатов и карбонатов.

**2.3.3 Порядок выполнения работы** Продолжительность работы 4 ч.

Студенты определяют в сушеной продукции массовую долю растворимых сухих веществ и кислотность.

**2.3.3.1 Определение массовой доли растворимых сухих веществ**

Массовая доля растворимых сухих веществ в сушеном сырье определяется рефрактометрическим методом после экстрагирования горячей водой.

Приборы и оборудование: весы технические, лабораторная мельница, водяная баня, рефрактометр

Посуда и материалы: фарфоровая ступка, мерная колба на 500 см$^3$, термометр, воронка для фильтрования, фильтровальная бумага, коническая колба на 500 см$^3$

Расход сырья: сушеные яблоки, сливы по 100 г

Техника определения

Из сушеного продукта отбирают среднюю пробу методом квадратов (рис.3.1), отделяют косточки и измельчают.

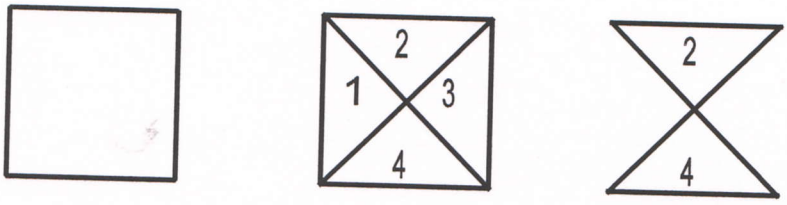



Рисунок 2.1 - Выделение средней пробы зерна методом квадратов

Весь сушеный образец продукта ссыпают на ровную поверхность и разравнивают линейкой, придавая форму квадрата. Затем при помощи этой же линейки делят квадрат по диагоналям на 4 треугольника. Материал двух противоположных треугольников собирают, а двух других удаляют. Эту операцию повторяют до тех пор, пока не останется нужное количество продукта.

Навеску сушеных плодов массой 100 г растирают в фарфоровой ступке и без потерь переносят в мерную колбу вместимостью 500 см$^3$. Остатки тщательно смывают дистиллированной водой в колбу, доводят водой до ¾ объема и выдерживают колбу на водяной бане при температуре 80 $^0$С в течение 1 ч. Во время выдержки содержимое колбы периодически перемешивают.

После экстрагирования колбу охлаждают до температуры 20 $^0$С и доводят до метки дистиллированной водой. Содержимое тщательно перемешивают и фильтруют. В полученном прозрачном фильтрате определяют содержание сухих веществ рефрактометрическим методом. Массовую долю растворимых сухих веществ рассчитывают по формуле 2.2.

$$C_{с.в.} = \frac{c*(V \square V^1)}{a} \quad 2.2$$

где: с – содержание сухих веществ в фильтрате, определенное с помощью рефрактометра, %;

Продолжение таблицы 2.2

V – объем колбы, в которой проводили экстрагирование, $см^3$;

$V_1$ – поправка на объем, занимаемый нерастворимыми веществами (принимается из расчета 0,2 $см^3$ на 1 г сырья, что для навески массой 100 г составляет 20 $см^3$);

а- навеска сырья, взятая для определения, г.

**2.3.3.2 Определение общей кислотности**

Общую (или титруемую) кислотность сушеного сырья определяют методом титрования в присутствии индикатора фенолфталеина.

Для определения общей кислотности используют фильтрат, полученный при определении содержания растворимых сухих веществ.

Приборы и оборудование: бюретка для титрования, электрическая плитка

Посуда и материалы: коническая колба на 100-150 $см^3$, пипетки, мерный цилиндр

Перечень реактивов: фенолфталеин – индикатор; раствор NaOH концентрацией 0,1 моль/$дм^3$ – 20 $см^3$

Техника определения

5-10 $см^3$ фильтрата помещают в коническую колбу, добавляют 50-100 $см^3$ охлажденной свежей прокипяченной воды, 3 капли фенолфталеина и титруют раствором NaOH концентрацией 0,1 моль/$дм^3$ до появления розового окрашивания.

Общую кислотность (в пересчете на лимонную кислоту) определяют (X, %) по формуле 3.2.

$$X = \frac{V^1 * V * 0{,}07 * 100}{a * V2} \qquad 3.2$$

где: $V_1$ – объем раствора NaOH, концентрацией 0,1 моль/$дм^3$, пошедший на титрование, $см^3$;

V – объем колбы, в которой проводили экстрагирование, $см^3$;

$V_2$ – объем фильтрата, взятый для титрования, $см^3$; а – навеска сырья, г;

0,07 – количество лимонной кислоты, соответствующее 1 $см^3$ раствора NaOH концентрацией 0,1 моль/$дм^3$, г.

**2.3.4 Анализ результатов работы**

Полученные данные сводят в таблицу 2.4 и делают вывод об экстрактивности и кислотности сушеных продуктов.

| Наименование продуктов | Экстрактивность, % | Общая кислотность, % |
|---|---|---|
| | | |

Домашнее задание . ответьте на вопросы письменно

1. На какие группы подразделяются вкусовые вещества в сушеных продуктах?
2. Что такое экстрактивные вещества?
3. Чем представлены растворимые сухие вещества? Дайте их краткую характеристику.
4. Что такое нерастворимые сухие вещества?
5. Какие соединения относятся к нерастворимым? Дайте их краткую характеристику.
6. Как определяется экстрактивность сушеных продуктов?

Продолжение таблицы 2.2

7. Чем обусловлена кислотность плодово-ягодного сырья?
8. Что такое кислотность, как она определяется и в каких единицах измеряется?

Лабораторное занятие №8№9

Тема **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ РЕГИДРАТАЦИИ СУШЕНЫХ ПРОДУКТОВ**

**2.4.1 Цель работы** – оценить степень восстановления сушеных продуктов по показателю размачиваемости

**2.4.2 Теоретические положения**

Степень и длительность регидратации являются основным условием экономичного и быстрого приготовления продуктов из сушеного сырья.

Степень размачиваемости показывает во сколько раз сушеные продукты за счет поглощения влаги способны увеличить свою массу.

Продолжительность регидратации – важная технологическая характеристика, так как знание ее помогает установить длительность приготовления блюд из сушеных продуктов. За указанное время консистенция размоченных продуктов должна стать такой, чтобы они были пригодны к употреблению, т.е. материал должен быть ни слишком твердым, ни излишне переваренным. Степень и продолжительность регидратации зависят от свойств сырья (деревянистые или рыхлые ткани), условий хранения, правильности проведения процесса сушки.

Размачивание проводится как в холодной, так и в горячей воде.

Для каждого продукта существует свой показатель размачиваемости (набухаемости). Так, для сушеного картофельного пюре он должен быть около 4. Меньшее значение указывает не некоторую денатурацию, потерю гидрофильности. Выше 5 свидетельствует о содержании в продукте большого числа разрушенных клеток с вытекшим крахмалом, обладающим большой гидрофильностью. Для моркови этот коэффициент равен 6, для яблок – около 7.

**2.4.3 Порядок выполнения работы** Продолжительность работы 4 ч.

В сушеных продуктах после регидратации студенты определяют показатель набухаемости.

**2.4.3.1 Определение степени набухаемости сушеных продуктов** Приборы и оборудование: весы технические, водяная баня.

Посуда и материалы: стеклянные стаканы вместимостью 500 $см^3$, фильтровальная бумага.

Расход сырья: сушеные плоды по 20 г

Техника определения

Продолжение таблицы 2.2

Навеску сушеных продуктов массой 20 г заливают водой при гидромодуле 1:10 и настаивают при различных температурах и продолжительности: при температуре 30 °С – в течение 60 и 90 мин; при температуре 80 °С – 30, 60 и 90 мин.

После настаивания избыток влаги удаляют с помощью фильтровальной бумаги, взвешивают образцы и определяют коэффициент набухаемости (К) по формуле 2.3.

$$K = m_1 : m_2 \quad (2.3)$$

где: $m_1$ – масса регидратированных продуктов, г; $m_2$ – масса сушеных продуктов, г.

## 2.5 Анализ результатов работы

По полученным данным строят графики зависимости коэффициента набухаемости от температуры и продолжительности процесса регидратации, делают вывод о ходе этого процесса.

Домашнее задание . ответьте на вопросы письменно

1. Что такое регидратация?
2. От чего она зависит?
3. Что характеризует коэффициент набухаемости?
4. От чего он зависит?
5. Как отражаются условия сушки на регидратации продуктов?
6. Как определяется показатель размачиваемости?
7. Как производится восстановление сушеного продукта?

## Лабораторная работа №10№11

## Тема ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ В КОНВЕКТИВНОЙ СУШИЛКЕ

**Цель работы:** исследование изменения влагосодержания материала и скорости сушки во времени, определение значения критической влажности материала, определение константы скорости сушки опытным путем, расчет времени сушки.

### 1. Теоретические положения

Сушка материала - весьма распространенный технологический процесс. Нет ни одной отрасли промышленности, где бы этот процесс не имел места. Это энергоемкий процесс. В целом в нашей стране на сушку расходуется около 12% всей производимой энергии. Поэтому правильно выбранный оптимальный режим сушки должен соответствовать минимальным затратам тепла и энергии, максимальной скорости удаления влаги при наилучших технологических свойствах обрабатываемых материалов.

**Сушка** представляет собой процесс удаления влаги из твердых и пастообразных материалов путем ее испарения и отвода образующихся паров.

Продолжение таблицы 2.2

Таким образом, процесс сушки является сочетанием связанных друг с другом процессов тепло- и массообмена.

Так как процесс сушки носит двойственный характер (с одной стороны - это теплообменный процесс, с другой - массообменный), то существуют две движущие силы этого процесса.

Для массообменного процесса движущей силой является разность парциальных давлений (концентраций) водяных паров над поверхностью материала $P_M$ и в окружающей среде $P_C$; причем $P_M$ должно быть больше $P_C$. Процесс сушки прекращается, когда $P_M = P_C$, т.е. наступает равновесие в процессе обмена влагой между материалом и средой.

Движущей силой теплообменного процесса сушки является разность температур сушильного агента (температура сухого термометра $t_C$) и поверхности материала (температура мокрого термометра $t_M$). Эта разность температур называется **потенциалом сушки**.

Аппараты, в которых осуществляют тепловую сушку, называются **сушилками**.

**По способу подачи тепла различают** конвективные, контактные, терморадиационные, сублимационные и высокочастотные сушилки. Наиболее распространены в промышленности конвективные и контактные сушилки. В конвективных сушилках тепло дня процесса несет газообразный сушильный агент (нагретый воздух, топочные газы или их смесь с воздухом), непосредственно соприкасающийся с поверхностью материала. Пары влаги уносятся тем же сушильным агентом. В сушилках многих типов со взвешенным слоем высушиваемого материала сушильный агент служит не только тепло - и влагоносителем, но и транспортирующей средой для дисперсного материала.

Сушка проводится под атмосферным давлением и под вакуумом. При этом высушиваемый материал может находиться в состоянии покоя, перемешиваться в "кипящем слое" и так далее.

Так как процесс сушки является сочетанием связанных друг с другом процессов тепло- и массообмена (влагообмена), то возникающие при сушке градиенты температур и влагосодержаний могут вызвать механические напряжения в изделиях. Поэтому интенсивность удаления влаги из материала не может быть произвольно большой и не должна быть слишком малой. Быстрое испарение влаги приводит к превышению допустимых напряжений в материале изделия и к разрушению его структуры, т.е. к массовому браку. Необоснованно длительный процесс сушки вызывает снижение производительности установки и увеличение энергозатрат.

Протекание процесса сушки зависит от свойств высушиваемого материала, характера связи с ним влаги и параметров окружающей среды.

**Связь влаги с материалом** может быть физико-механической, физикохимической и химической.

Физико-механически связанная влага макро- и микрокапилляров наименее прочно связана с материалом и наиболее легко удаляется из него.

Более прочной является физико-химическая связь влаги с материалом. Это влага, которая поглощается поверхностью мелких капилляров (адсорбционная влага) или проникает вследствие диффузии внутрь клеток материала (осмотически связанная влага).

Влага, химически связанная с материалом (гидратная или кристалло- гидратная), в процессе сушки обычно не удаляется.

Как высушиваемый материал, так и сушильный агент характеризуются следующими параметрами: абсолютной и относительной влажностью и влагосодержанием.

**Абсолютной влажностью материала** называется отношение массы влаги материала к массе сухого вещества, выраженное в %:

Продолжение таблицы 2.2

$$\omega = \frac{W}{G_c} \cdot 100$$

(1)

где $W = G_\tau — G_c$ - количество влаги в материале, кг; $G_\tau$ - масса материала в данный момент времени, кг; $G_C$ - масса сухой части материала, кг.

**Относительной влажностью материала** называется отношение массы влаги $W$ к массе влажного материала $G_\tau$, выраженное в %:

$$\varphi_0 = \frac{W}{G_\tau} \cdot 100$$

(2)

Помимо понятия влажности, используют понятие **влагосодержания материала**, представляющего собой отношение массы влаги $W$ к массе сухого материала $G_C$ в относительных единицах (кг влаги / кг сухого материала):

$$U = \frac{W}{G_c}$$

(3)

Интенсивность удаления влаги из материала характеризуется скоростью сушки.

Под **скоростью сушки** понимают изменение влагосодержания в единицу времени:

$$\upsilon = \frac{dU}{d\tau}$$

(4)

Теплоносителем, а при конвективной сушке и влагоносителем, является влажный воздух или дымовые газы. Влажный газ представляет собой смесь сухого газа и водяного пара.

**Абсолютная влажность газа** определяется количеством водяного пара, кг, содержащегося в 1 м$^3$ влажного газа.

**Относительной влажностью (или степенью насыщения) газа $\varphi$** называется отношение массы водяного пара в 1 м$^3$ влажного газа при данных условиях (температуре и барометрическом давлении) к максимально возможной массе водяного пара в 1 м$^3$ влажного газа при тех же условиях

$$\varphi = \frac{\rho_п}{\rho_{нас}} = \frac{P_п}{P_{нас}}$$

(5)

Масса водяного пара, кг, содержащегося в 1 м$^3$ влажного газа и приходящаяся на 1 кг абсолютно сухого газа, называется **влагосодержанием**:

$$d = \frac{m_п}{m_{сг}} = \frac{\rho_п}{\rho_{сг}}$$

(6) где $m_П$, $m_{СГ}$ - масса соответственно водяного пара и сухого газа в данном объеме влажного

Продолжение таблицы 2.2

газа кг; $\rho П$, $\rho СГ$ - плотность соответственно пара и абсолютно сухого газа, кг/м$^3$.

Для анализа процесса сушки и расчета сушилок необходимо знать функциональные зависимости влагосодержания и интенсивности испарения влаги (скорости сушки) от времени. Сушка материала имеет по времени характерные периоды, которые представлены на рис. 1.

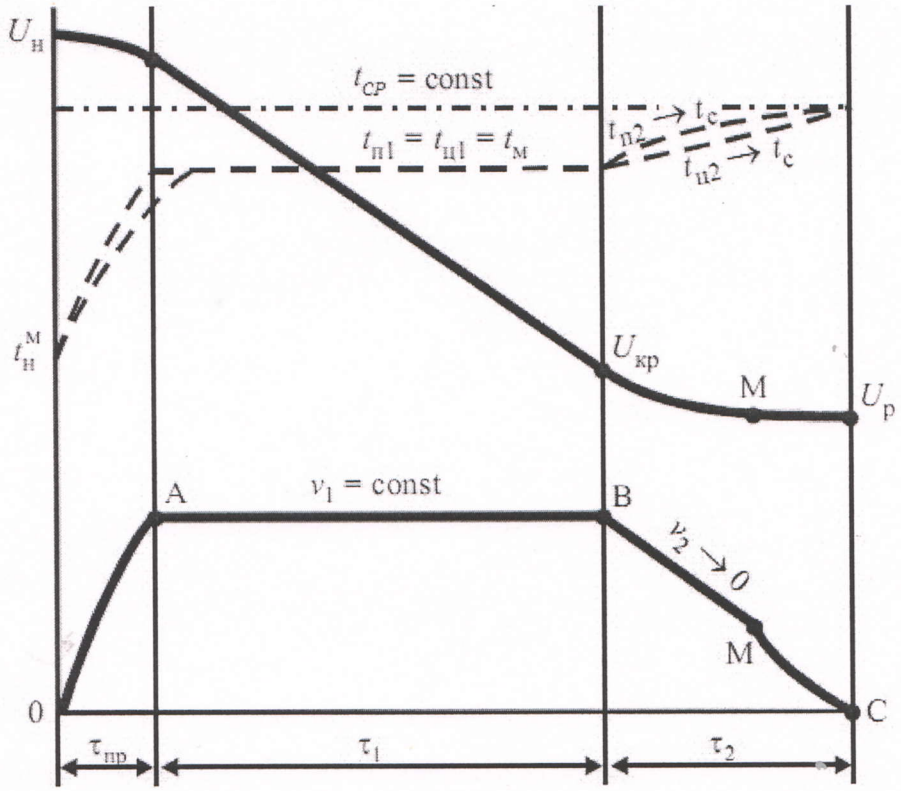



Рис. 1. Изменение скорости удаления влаги, влагосодержания и температуры материала в процессе сушки

Материал с начальным влагосодержанием $U_H$ и температурой $t_H^м$ вносится в газовую среду с постоянной температурой $t_{CP}$. В период предварительного прогрева $\tau_{ПР}$ температура его повышается до $t_M$ . Влажность к концу этого периода снижается незначительно. Скорость сушки возрастает до некоторой максимальной величины.

При контакте влажного материала с относительно сухим нагретым воздухом происходят испарение влаги с поверхности материала и диффузия образующегося пара через пограничный слой газа в окружающую среду. В материале возникает градиент концентрации влаги, и она начинает перемещаться из внутренних слоев к поверхности.

Пока влагосодержание материала велико, влага, диффундирующая из глубинных слоев к наружным, будет полностью смачивать поверхность материала. В этих условиях количество влаги, испаряющейся с поверхности в единицу времени, определяется скоростью, с которой влага диффундирует через пограничный слой воздуха, насыщенного влагой. При постоянстве внешних условий (температуры воздуха, его влагосодержания, скорости и направления движения) скорость сушки будет также постоянной. Поэтому этот период называется **периодом постоянной скорости сушки** или первым основным периодом (участок *AB).*

Поскольку в период постоянной скорости сушки поверхность материала покрыта пленкой влаги, которая испаряется при температуре мокрого термометра, то температура

Продолжение таблицы 2.2

высушиваемого материала в этот период будет постоянной и приблизительно равной температуре мокрого термометра.

Начиная с некоторого момента (точка В), влаги, подводимой к поверхностным слоям, будет недостаточно для полного смачивания поверхности, поэтому сначала на ней появятся сухие участки ("островки"), а затем вся поверхность материала окажется сухой, и зона испарения углубится внутрь материала. С этого момента скорость сушки начнет уменьшаться. Влагосодержание материала, при котором начинается **период падающей скорости**, называется ***критическим***
$U_{KP}$ .

В этом периоде (участок ВС) скорость сушки будет определяться только скоростью диффузии влаги из внутренних слоев материала к поверхности. Скорость внутренней диффузии зависит от структуры материала, его температуры, а также от физико-химических свойств жидкости. Для различных материалов вид кривой на этом участке может быть различным.

Сушку обычно заканчивают по достижении некоторого конечного влагосодержания, определяемого требованиями технологии. В пределе же конвективная сушка может продолжаться до тех пор, пока материал не достигнет **равновесного влагосодержания** $U_P$.

В период падающей скорости сушки (участок *ВС*) температура материала растет и при достижении материалом $U_p$ становится равной температуре сушильного агента, а скорость сушки становится равной нулю.

На рис. 2 изображено изменение состояния материала в процессе сушки. При изменении влагосодержания от $U_H$ до $U_Г = U_{KP}$ материал содержит свободную влагу и находится во влажном состоянии. При изменении влагосодержания от $U_Г$ до $U_P$ материал содержит связанную влагу и находится в гигроскопическом состоянии. Точка *В* называется гигроскопической, соответствующее ей влагосодержание - **гигроскопическим**. Свободная влага будет удаляться из материала при любой относительной влажности окружающей среды, меньшей 100%. Удаление связанной влаги возможно лишь при той относительной влажности окружающей среды, которой соответствует влажность материала, большая равновесной. На рис. 2 вся область, где материал может сушиться, заштрихована.

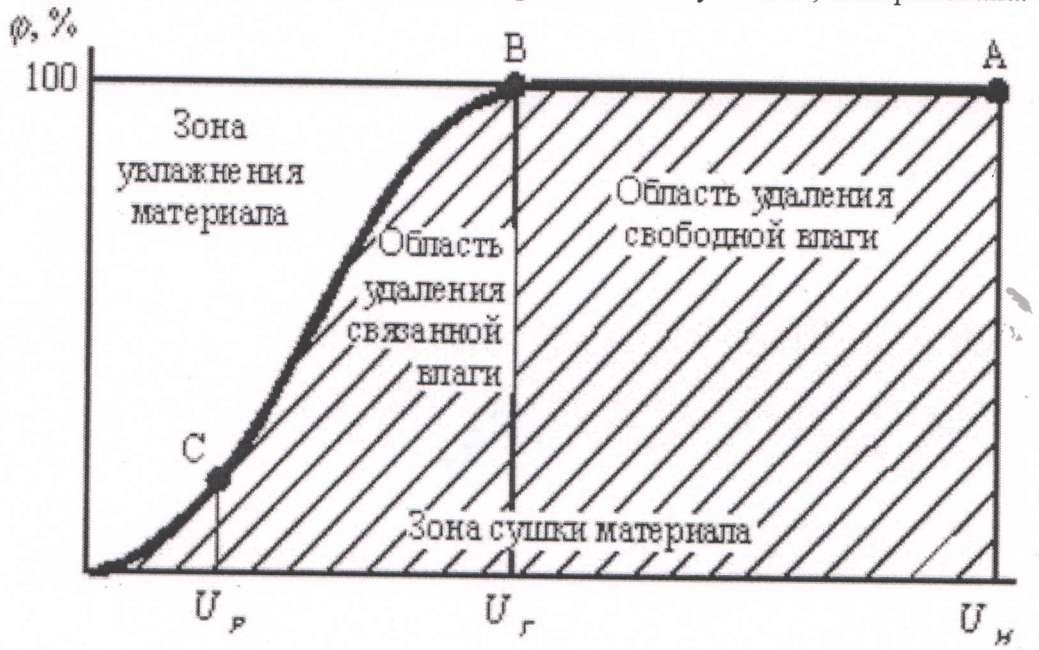



Рис. 2. Изотерма сорбции процесса сушки

Продолжение таблицы 2.2

При гигроскопическом состоянии материала, соответствующем области над кривой равновесной влажности, возможно только увлажнение материала, но не его сушка.

Продолжительность периода постоянной скорости сушки может быть определена по уравнению:

$$\tau_I = \frac{1}{K_C} \cdot (U_н - U_{кр}) \quad (7)$$

где $K_C$ – константа скорости сушки, равная скорости сушки в первом периоде, $с^{-1}$; $U_H$, $U_{KP}$ – соответственно начальное и критическое влагосодержание материала, кг/кг.

Ввиду чрезвычайно большого числа факторов, определяющих скорость сушки в периоде падающей скорости сушки, его строгое математическое описание весьма сложно. При инженерных расчетах допустимо предположение, что зависимость между скоростью сушки и влагосодержанием материала в течение всего II периода характеризуется прямолинейной зависимостью. Тогда продолжительность этого периода можно определить по приближенному уравнению

$$\tau_{II} = \frac{U_{кр} - U_р}{K_C} \ ln \frac{U_{кр} - U_р}{U_к - U_р} \quad (8)$$

где $U_P$ и $U_K$ – соответственно равновесное и конечное влагосодержание материала, кг/кг.

## 2. Описание лабораторной установки

Установка (рис. 3) состоит из сушильной камеры *1* диаметром 0,2 м и длиной 0,3 м и трубопровода *3* диаметром 0,2 м.

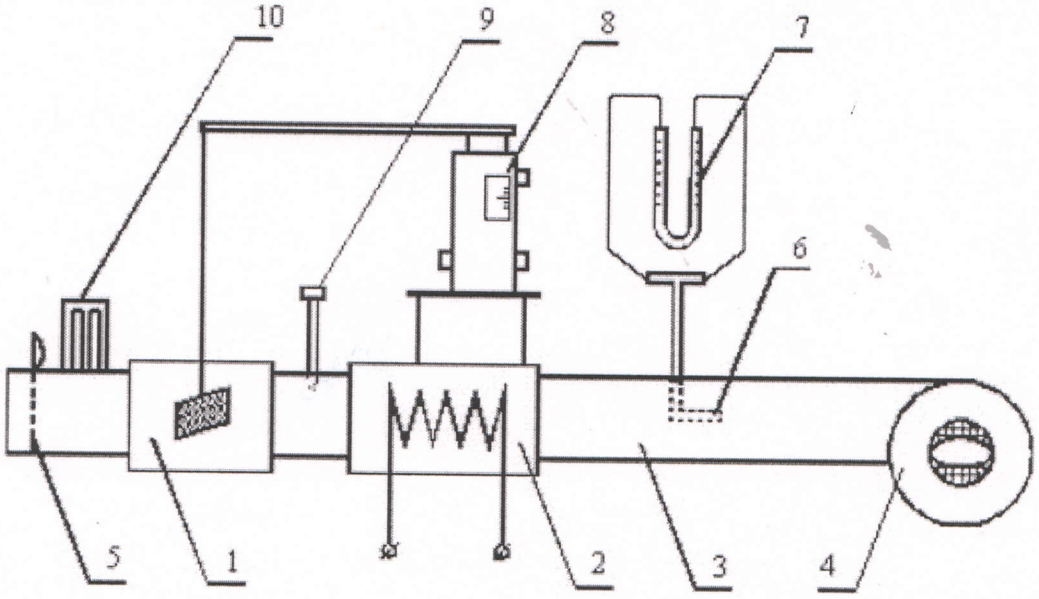



Рис. 3. Схема установки: *1* - сушильная камера; *2* - калорифер; *3* - трубопровод; - вентилятор;

Продолжение таблицы 2.2

*5* - поворотные задвижки; *6* - трубка Пито-Прандтля; *7* - дифференциальный манометр; *8* - электрические весы; *9* - контактный термометр; *10* - психрометр

Воздух подогревается калорифером 2, расположенным в трубопроводе. Температура нагрева воздуха задаётся и поддерживается контактным термометром *9*.

Холодный воздух подается в калорифер вентилятором *4*, производительность которого регулируется поворотной задвижкой *5*. Скорость воздуха в трубопроводе *3* измеряется при помощи трубки Пито-Прандтля 6 с дифманометром 7.

Для измерения параметров воздуха на входе и выходе из сушильной камеры служат контактный термометр *9* и психрометр *10*.

Влажный материал загружают в сушильную камеру 1 на рамку, прикрепленную к чаше электрических весов *8*, установленных на площадке над сушильной камерой.

## 3. Порядок проведения работы

1) Взвешивают на весах сухой материал.

2) До включения установки с помощью психрометра измеряют параметры окружающего воздуха $t_0$ и $t_0^{\text{м}}$ и барометрическое давление $P_Б$.

3) Устанавливают задвижку в нужное положение.

4) Включают вентилятор и калорифер.

5) Когда будет достигнута заданная температура воздуха $t_1$, на входе в сушильную камеру, внутрь камеры помещают влажный материал.

6) Через 2...3 мин, когда снова будет достигнута требуемая температура воздуха, с интервалом в 1...2 мин начинают взвешивать материал и снимать показания дифманометра трубки Пито-Прандтля, а также психрометра.

7) После того как масса высушиваемого материала перестанет изменяться, выключают калорифер и вентилятор.

Результаты измерений записывают в табл. 1.

Таблица 1

| № замера | Текущее время $\tau$, с | Интервал времени $\Delta\tau$, с | $G_C$, кг | $G_\tau$, кг | $t_{C0}$, °С | $t_{\text{М}}0$, °С | $t_1$, °С | $t_2$, °С | $t_3$, °С | Показания дифманометра $h$, мм вод.ст. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | |

## 4. Обработка результатов эксперимента

1) По справочнику или по экспериментально полученным графикам находят равновесное влагосодержание высушиваемого материала.

2) По формуле (1.3) для каждого замера рассчитывают влагосодержание $U$.

3) Находят разности между двумя соседними значениями влагосодержаний $\Delta U = U_\tau - U_{\tau 1}$.

4) По формуле (1.4) для каждого замера рассчитывают скорость сушки $u$.

5) По расчетным значениям $U$ и $v$ строят графики зависимостей $U = f_1(\tau)$ и $v = f_2(\tau)$.

Продолжение таблицы 2.2

6) По кривой $U = f_1(\tau)$ находят значение критического влагосодержания $U_{KP}$ и из уравнения (1.7) - константу скорости сушки $K_C$.

7) Длительность периода падающей скорости сушки рассчитывают по формуле (1.8). Результаты расчетов заносят в таблицу 2.

Таблица 2

| № замера | $W$, кг | $U_\tau$, кг/кг | $\Delta U$, кг/кг | $v$, кг/(кг-с) | $U_{KP}$, кг/кг | $U_P$, кг/кг | $\tau_I$, с | $\tau II$, с | $KC$, $с^{-1}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |

Домашнее задание . ответьте на вопросы устно

1) Что называется, сушкой?
2) Что такое потенциал сушки?
3) Какие бывают виды сушки?
4) Что такое относительная влажность материала и воздуха?
5) Дать определение влагосодержания материала и воздуха.
6) Что такое критическое и равновесное влагосодержание?
7) Что называют скоростью сушки и от чего она зависит?

Практическая работа №12№13

## Тема СУШКА ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ.

*Сушка плодов и овощей* - процесс удаления из них влаги в количестве, исключающим возможность микробиологических и биохимических процессов для обеспечения длительного хранения высушенных продуктов.

Влажность сушеных плодов и ягод - 16-25%, сушеных овощей - 1214%. Различают два вида сушки: *естественная и искусственная*. В естественной сушке используется теплота солнечных лучей, в искусственной - теплота сгорания топлива. Наиболее широкое распространение получили конвективный, кондуктивный и сублимационный способы сушки, относящиеся к искисственной.

*Конвективный способ* используется для сушки плодов, овощей, картофеля. Сырье может находиться в плотном неподвижном слое, во взвешенном слое, распылительном состоянии. В качестве сушильного агента используется горячий воздух.

*Кондуктивный способ* основан на передаче тепла продукта через нагретую поверхность (для картофельного и фруктового пюре).

Продолжение таблицы 2.2

Сублимационный способ основан на разгонке льда при глубоком вакууме: замораживание продукта при глубоком вакууме (температура - 10-15°С), возгонка льда без подвода тепла из внешней среды, досушка продукта под вакуумом с подогревом.

**Подготовка плодов и овощей к сушке**

*Яблоки* - калибровка по размерам, мойка в барабанной моечной машине, очистка.

*Сливы* - калибровка, мойка, инспекция, бланшировка в кипящей воде 20-30 с или в кипящем 0,1% растворе щелочи 15-20 с последутощей промывкой водой, до появления мелких трещин на кожице.

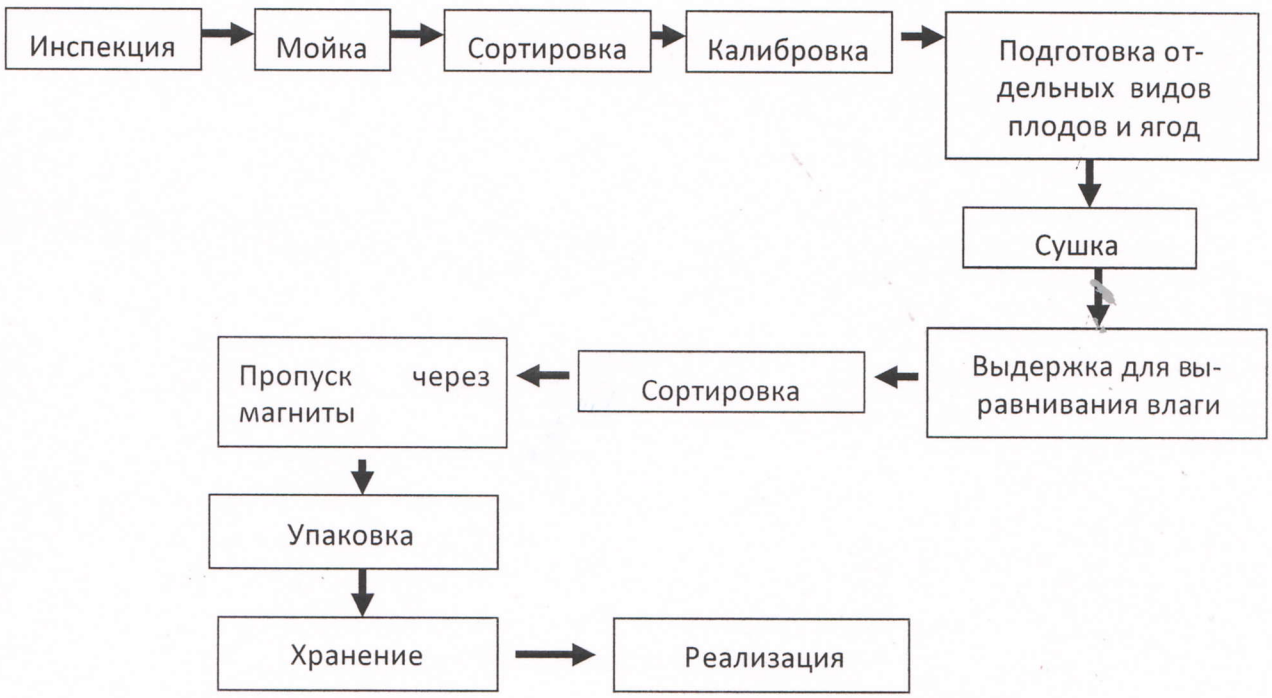
*Вишня* - сушка в день сбора. Сырье инспектируют, моют, удаляют плодоножки, листья, бланшируют.

*Картофель, свекла, морковь* - мойка, очистка от кожицы и измельчение на пластины толщиной 3-6 мм или столбики (лапша) длиной 20-70 мм толщина 3-5 мм.

*Капуста* - зачистка, удаление, измельчение на стружку шириной 4-8 мм, бланшировка для разрушения окислительных ферментов и исключение потемнения при высушивании.

*Лук репчатый* - очистка от сухой чешуи, шейки и донца, резка на кружки поперек оси луковиц толщиной 3-5 мм.

*Ягоды* - малина, ежевика, черная смородина - очистка от плодоножек и чашелистиков, мойка под душем, обработка диоксидом серы перед сушкой (для сохранения цвета).



Продолжение таблицы 2.2

Технологическая схема сушки

**Определение качества сушеных плодов и овощей**

Из средней пробы выделяют навески: 200 г для определения влаги, 200 г для технического анализа, 500 г для определения зараженности амбарными вредителями. Образцы помещают в стеклянные банки, закрывают крышкой.

Для определения запаха из средней пробы берут горсть плодов, овощей или ягод и определяют, имеется или нет посторонний запах.

Вкус и аромат определяют в пробе массой 150-200 г, взятой из средней пробы, промытой в теплой воде и обсушенной полотенцем.

Для определения цвета пробу рассыпают на стекло тонкимм слоем и устанавливают общий тон окраски. Под стекло кладут белый лист бумаги.

Для технического анализа из среднеей пробы выделяют навеску массой:

- плоды семечковые, картофель, корнеплоды - 1 кг;
- абрикосы, слива - 0,6 кг;
- другие культуры - 0,2-0,3 кг и рассыпают на стекло, положенное на белую бумагу.

Пинцетом отбирают дефектные плоды (недоразвитые, поврежденными вредителями, с механическими повреждениями), косточки, плодоножки и посторонние примеси (солома, листья, песок).

Дефектные плоды и примеси взвешивают отдельно, с точностью до 0,1 г и вычисляют процентное содержание по отношению к массе всей пробы.

Металлические примеси определяют с помощью магнита в пробе массой 1 кг. Пробу рассыпают тонким слоем и проводят магнитом во всех направлениях, примеси снимают и взвешивают на часовом стекле, предварительно взвешенном.

Таблица 1

**Температура и продолжительность сушки картофеля, плодов и овощей в шкафах и карусельных сушилках**

| Сырье | Температура, °С | Продолжительность, ч |
|---|---|---|
| Картофель | 75-80 | 5,5-6,0 |
| Спекла | 75-80 | 6,0-6,5 |
| Морковь | 70-75 | 5,5-6,0 |
| Белые коренья | 60-65 | 5,0-5,5 |
| Капуста белокочанная | 65-70 | 6,0 -6,5 |
| Лук репчатыгг | 60-65 | 5,5-6 0 |
| Зелень | 50-52 | 4,0-4,5 |
| Зеленый горошек:<br>1-й период сушки<br>2-й лертход сушки<br>3-й период сушки | <br>35-40<br>45-50<br>55-60 | <br>2,0-2,5<br>1,5-2,0<br>2,0-2,5 |
| Яблоки | 80-85 | 4-6 |

Продолжение таблицы 2.2

| | | |
|---|---|---|
| Груши: целые в нарезноц виде | 80-85<br>80-85 | 20-24<br>16-20 |
| Сливы .<br>1-й этап сушки<br>2-й этап сушки<br>3-й этап сушки | 40-50<br>55-60<br>75-80 | 3-4<br>3-5<br>12-16 |
| Вишня, черешня:<br>1-й этап<br>2-й этап | 45-60<br>70-75 | 3-4<br>10-12 |
| Абрикосы; целые половинки | 70-75<br>70-75 | 16-20<br>8-10 |
| Малина | 45-50 | 6-10 |
| Виноград | 50-70 | 16-20 |

Собранные металломагнитные примеси взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,0001 г, рассчитывают их количество в миллиграммах на 1 кг сушеных плодов по формуле:

$$X = \frac{б - а}{в} \times 10000$$

где: а - масса пустого часового стекла, г; б - масса часового стекла с металлопримесями, кг; в - масса сушеных плодов, кг; 10000 - коэффициент перевода в мг.

Для определения зараженности вредителями пробу сушеной продукции рассыпают тонким слоем на стекло, под которое положена черная бумага, и, не трогая, осматривают 2-3 мин.

Найденные насекомые отбираются в пробирку и аналтгзируются.

Затем эту пробу просеивают через сито с ячейками диаметром 1,5 мм и осматривают просев под лупой с 5-10-кратным увеличением для определения наличия клещей. Анализ проводится при температуре 1520°С.

Результаты анализа средней пробы записывают следующим образом: - внешний вид, форма, вкус, запах, цвет, зараженность - %; - наличие подгорелых плодов - %.

Содержание влаги определяют в сушильном шкафу при температуре 100-105°С. Для этого взвешивают чистые и сухие, пустые бюксы, берут в них навеску сушеных, мелко нарезанных плодов и сушат до постоянной массы.

Содержание влаги определяют по формуле:

$$x = \frac{в - а}{б - а}$$

Продолжение таблицы 2.2

где: а - масса пустого бюкса, г;

б - масса бюкса с навеской до высушивания, г;

в - масса бюкса с навеской после высушивания, гр.

Полученные результаты сравнивают с требованиями ГОСТов для отдельных видов продукции:

| | |
|---|---|
| "Картофель сушеный" | - 6017-71 |
| "Сушеная морковь" | - 7588-71 |
| "Сушеная свекла" | - 7589-71 |
| "Сушеный лук" | - 7587-71 |
| "Сушеная зелень пряная" | - 16-732-71 |
| "Сушеные яблоки" | - 7336-69 |

Практическое занятие №15№16

## Тема Сушка плодов и овощей

**Цель работы.** Ознакомиться с технологией сушки плодов и овощей, показать влияние подготовки сырья на качество готовой продукции, научиться определять выход сушеных плодов и овощей.

**Задание.** Ознакомиться с технологией подготовки сырья к сушке, с процессом сушки и обработки готовой продукции в промышленных условиях. В лаборатории вычислить отходы сырья при подготовке его к сушке и выход готовой продукции по отношению к исходной массе свежих плодов и овощей. Определить влияние обработки сырья бланшированием и диоксидом серы на качество сушеных плодов.

Продолжение таблицы 2.2

**Методика проведения работы.** Во время практики изучают технологию сушки плодов и овощей на консервном заводе или перерабатывающем предприятии, а также применяемое для этих целей оборудование.

В лаборатории на циферблатных весах взвешивают 3 или 6 кг яблок одного осеннего или зимнего помологического сорта. Затем плоды подготавливают к сушке. Все отходы собирают, взвешивают и определяют их количество X (%) по отношению к массе целых яблок по формуле

$$X = \frac{б}{a} 100,$$

где а - масса целых плодов, кг; б - масса отходов (кожица, семенная камера и т. д.), кг.

**Пример.** Масса целых яблок 3 кг, масса отходов 0,57 кг. Их количество по отношению к целым плодам составило

$$X = \frac{0,57}{3} 100 = 19\%.$$

При изучении влияния бланширования и обработки диоксидом серы на качество продукции, определения отходов и выхода готовой продукции учащиеся разбиваются на звенья по 3... 5 чел. Берут по 1 кг яблок трех-четырех помологических сортов и сушат с обработкой или без нее (что-нибудь одно).

Очищенные яблоки взвешивают и разделяют натри равных части (порции). Одну часть раскладывают на сито и сушат без обработки (контроль), вторую - помещают в сетчатую корзину или марлевый мешочек и 5 мин бланшируют в кипящей воде, затем охлаждают в холодной воде и раскладывают на сито для сушки. Третью часть плодов на 1... 2 мин погружают в 0,15 %-ный раствор диоксида серы. После стекания излишнего раствора кружочки яблок раскладывают на сито и сушат.

Сушку проводят в лабораторных сушилках или обычных сушильных шкафах квадратной формы. Сита загружают сырьем из расчета 3... 5 кг/м$^2$. Температура в начале сушки 80... 85 °С, в конце - не выше 60°С (регулируют ее терморегулятором сушильного шкафа). Продолжительность процесса - 5... 6 ч. Яблоки три-четыре раза переворачивают и сушат до влажности 20%. Высушенные кружочки при сжатии в руке не должны слипаться. Более точно содержание влаги в готовой продукции определяют специальным анализом.

Сушеные яблоки взвешивают (каждую порцию отдельно) и определяют выход готовой продукции X (%) по отношению к массе яблок до переработки по формуле

Продолжение таблицы 2.2

$$X = \frac{б}{а} 100;$$

где а - масса свежих яблок до переработки, %; б - масса сушеных яблок (с влажностью 20 %), %.

**Пример.** Для сушки взяли 1 кг плодов, масса сушеных яблок 0,12 кг. Выход готовой продукции составил

$$X = \frac{0,12}{1} 100 = 12\%.$$

Для оценки качества анализируют сушеные яблоки, полученные во всех вариантах, в соответствии с требованиями стандарта на сушеные фрукты. Органолептическую оценку проводят путем осмотра и опробования образца.

Для определения запаха берут горсть сухофруктов, исследуют их на присутствие постороннего запаха. Вкус и аромат определяют по образцу массой 150... 200 г, промытому в теплой воде и обсушенному полотенцем.

При установлении влияния обработки сырья раствором диоксида серы и бланширования на качество сушеных яблок особую роль играет определение цвета. Образец тонким слоем (толщиной в один кружочек) рассыпают на стекло и устанавливают общий тон окраски. Под стекло предварительно кладут белый лист бумаги. Обработанные сушеные плоды должны иметь привлекательный вид, белый цвет с кремовым оттенком, ярко выраженный аромат и вкус свежих яблок. У яблок, полученных без обработки, будет коричневый цвет и менее привлекательный вид.

Содержание влаги в сушеных яблоках определяют высушиванием в сушильных шкафах при температуре 100... 105 °С. Сначала на аналитических весах взвешивают чистые и сухие пустые бюксы, затем берут в них навеску мелко нарезанных сушеных яблок массой 6... 10 г и сушат до постоянной массы. Содержание влаги X (%) определяют по формуле

$$X = \frac{в - а}{б - а} 100,$$

где а - масса пустой бюксы, г; б - масса бюксы с навеской до высушивания, г; в - масса бюксы с навеской после высушивания, г.

**Отчет о выполнении задания.** Результаты заносят в сводную таблицу (табл. 15). На основании анализа полученных данных делают заключение о влиянии подготовки сырья

Продолжение таблицы 2.2

на качество готовой продукции или о преимуществе плодов того или иного сорта для сушки.

| Показатели | Варианты* | | |
|---|---|---|---|
| | | | |
| Отход при подготовке яблок к сушке, % | | | |
| Органолептические показатели: | | | |
| внешний вид | | | |
| запах | | | |
| вкус и аромат | | | |
| цвет | | | |
| Физико-химические показатели, %: | | | |
| выход готовой продукции | | | |
| содержание влаги | | | |

*Таблица 15. Результаты сушки яблок*

* (*Под вариантом подразумеваются способы подготовки сырья (без обработки, обработка сернистой кислотой, бланширование) или название помологических сортов.*)

**Материалы и оборудование.** Свежие яблоки осенних или зимних сортов, 0,15%-ный раствор диоксида серы, циферблатные (до 10 кг), технические (до 200 г) весы, алюминиевые или фарфоровые чашки, ножи, алюминиевые или эмалированные кастрюли, электроплитки или газовые плиты, лабораторные сушилки или сушильные шкафы, алюминиевые или стеклянные бюксы, аналитические весы, оконные стекла, белая бумага.

1. ЛИТЕРАТУРА: Аминов, М.С. Технологическое оборудование консервных и овощесушильных заводов / М.С. Аминов, М.С. Мурадов, Э.М. Аминова. – М.: Колос, 1996.

2. Атаназевич, В.И. Сушка пищевых продуктов /В.И. Атаназевич. – М.: ДеЛи, 2000.

3. Бачурская Л.Д. Технология пищевых концентратов / Л.Д. Бачурская, В.Н.Гуляев. – М.: Пищевая пром-сть, 1970.

4. Бурич, О., Берки Ф. Сушка плодов и овощей / О. Бурич, Ф. Берки. – М.: Пищевая пром-сть, 1978.

5. Воскобойников В.А. Сушеные овощи и фрукты /В.А. Воскобойников, В.Н. Гуляев, З.А. Кац, О.А. – М.: Пищевая пром-сть, 1980.

6. Гуляев В.Н.Технология пищевых концентратов / В.Н.Гуляев. –

Составила :преподаватель цикла «ТПиПСП»Ажимуратова.Б.Ш