Содержание

Введение

[1. Характеристика сырья](#_Toc295140340)

2. Технологическая схема производства сушеных яблок

[2.1 Технологическая схема производства "Сушеных яблок"](#_Toc295140342)

4. Экспериментальная часть

[4.1 Методы сушки яблок](#_Toc295140344)

4.2 Лабораторные сушильные установки

[4.3 Проведение опытов](#_Toc295140346)

4.4 Обработка результатов опытов

[5. Восстанавливаемость сушеных яблок](#_Toc295140348)

5.1 Прибор Догадкина

[5.2 Проведение опытов](#_Toc295140350)

5.3 Обработка результатов

[Вывод](#_Toc295140352)

Литература

# Введение

Процесс обезвоживания встречается почти во всех пищевых производствах, многие виды сырья для пищевой промышленности содержат значительное количество воды и если ее снизить снижаются затраты на тару, транспортировку, складские помещения. Влага из материалов может быть удалена различными способами: механическим, физико-химическим, тепловым (сушка). При механическом удалении влага отжимается в прессах или под действием центробежной силы в центрифугах. Механически удаляется только часть влаги, содержащейся в материале. После механического удаления обычно применяется сушка. Физико-химические способы сушки основаны на применении водоотнимающих средств. На производстве они применения не получили, но используются в лабораторной практике (обезвоживание над серной кислотой или над хлористым кальцием в эксикаторах).

Сушка как способ удаления влаги из материалов получила наибольшее распространение. Высушиванию подвергаются твердые и жидкие материалы, содержащие воду. Процесс сушки связан с подводом к высушиваемому телу тепла, за счет которого происходит испарение влаги. Для отвода испаряемой влаги применяются сушильные агенты (воздух, перегретый пар, топочные газы), которые насыщаются влагой, диффундирующей с поверхности материала. Сушка является, с одной стороны, диффузионным процессом, с другой - тепловым. Это сложный технологический процесс, в результате которого изменяются свойства материала.

Процесс сушки играет громадную роль в различных отраслях народного хозяйства. В пищевой промышленности сушка является одним из основных процессов и применяется почти в любом производстве. В свеклосахарном производстве сушке подвергаются сахар-песок, сахар-рафинад, а также отходы производства - жом. В спиртовом производстве высушиваются отходы производства: барда, пищевые и кормовые дрожжи. Большую роль играет сушка в пивоваренном производстве, где сушке подвергается coлод, а также отходы производства. В крахмало - паточном производстве высушивают крахмал и отходы производства. Сушка используется также при получении сухого молока, сухих фруктов и овощей и т.п. Хлеб сушат для получения сухарей. В ряде производств сушка является заключительным этапом, определяющим качество готового продукта, как, например, при производстве макарон, пастилы, сухих фруктов.

# 1. Характеристика сырья

Каждый сорт дикорастущих и культивируемых яблок имеет свои характерные особенности и различный химический состав. Все зависит от происхождения, условий произрастания, степени зрелости плодов. Все это определяет пищевые достоинства, вкус и использование. Химический состав яблок весьма разнообразен и богат. В 100 граммах съедобной части свежих яблок содержится 11% углеводов, 0.4% - белков, до 86% - воды, 0.6% - клетчатки и 0.7% органических кислот, среди которых яблочная и лимонная. Кроме того, в яблоке обнаружены жирные летучие кислоты: уксусная, масляная, изомасляная, капроновая, пропионовая, валериановая, изовалериановая. Имеет яблоко дубильные вещества и фитоциды, являющиеся бактерицидными веществами. Крахмал имеет основное пищевое значение. Высоким его содержанием в значительной степени обусловливается пищевая ценность продуктов. В пищевых рационах человека на долю крахмала приходится около 80% общего количества потребляемых углеводов. В крахмале находятся две фракции полисахаридов - амилоза и амилопектин. Превращение крахмала в организме в основном направлено на удовлетворение потребности в сахаре. Крахмал превращается в глюкозу последовательно, через ряд промежуточных образований. В организме содержится в виде гликогена. Как следует из табл.1, наиболее полезными свойствами обладают яблоки и капуста. Яблоки содержат в 2 раза больше фруктозы, чем глюкозы. Они показаны при заболевании печени, сахарным диабетом и ряде других заболеваний.

Таблица 1. Содержание углеводов на 100 г съедобной части яблок, в граммах

|  |  |
| --- | --- |
| Глюкоза | 2.0 |
| Сахароза | 1.5 |
| Гемицеллюлоза | 0.4 |
| Клетчатка | 1.6 |
| Крахмал | 0.8 |
| Пектин | 1.0 |

Исходя из таблицы 1 видно, что химический состав яблок очень разнообразен, содержит большое количество пектина и крахмала. Из-за высокого содержания пектина яблоки являются основным продуктом для производства пектина.

Различают два основных вида пектиновых веществ - протопектин и пектин.

Протопектины не растворимы в воде. Они содержатся в стенках клеток плодов. Протопектин представляет собой соединение пектина с целлюлозой, в связи с чем при расщеплении на составные части протопектин может служить источником пектина.

Пектины относятся к растворимым веществам, усваивающимся в организме. Основным свойством пектиновых веществ, определившим их использование в пищевой промышленности, является способность преобразовываться в водном растворе в присутствии кислоты и сахара в желеобразную коллоидную массу.

Современными исследованиями показано несомненное значение пектиновых веществ в питании здорового человека, а также возможность использовать их с терапевтической (лечебной) целью при некоторых заболеваниях преимущественно желудочно-кишечного тракта. Пектин получают из отходов яблок, арбузов, а также из подсолнечника.

Пектиновые, вещества способны, адсорбировать различные "соединения, в том" числе экзо - и эндогенные токсины, тяжелые металлы. Это свойство пектинов широко используется в лечебном и профилактическом питании (проведение разгрузочных яблочных дней у больных колитами, назначение мармелада, обогащенного пектином.

Для сушки применяют только яблоки с белым плотним плодовым телом. Из венгерских сортов хорошо сушатся Джонатан и Гушветский розмарин. Для сушки пригодные зрелые яблоки с большим количеством ароматических и вкусовых веществ, когда их плодовое тело еще не розмякло. Кружочки и частицы режутся из яблок диаметром более 50мм. Для изготовления более измельченного материала могут быть использованы мелкие яблоки, однако переработка плодов диаметром менее 30мм не целесообразно через увеличение отходов.

Таблица №2 Химический состав продукта "яблоки сушеные"

|  |
| --- |
| Питательные вещества, витамины, микроэлементы на 100 г:  |
| Калорийность:  | 230.9 ккал |
| Вода:  | 20.0 г |
| Белки:  | 2.2 г |
| Жиры:  | 0.1 г |
| Углеводы:  | 59.0 г |
| Моно - и дисахариды:  | 55.6 г |
| Крахмал:  | 3.4 г |
| Пищевые волокна:  | 14.9 г |
| Органические кислоты:  | 2.3 г |
| Зола:  | 1.5 г |
| Витамин A:  | 0.02 мг |
| Витамин B1:  | 0.02 мг |
| Витамин B2:  | 0.04 мг |
| Витамин C:  | 2.0 мг |
| Витамин PP:  | 0.9 мг |
| Железо:  | 6.0 мг |
| Калий:  | 580.0 мг |
| Кальций:  | 111.0 мг |
| Магний:  | 30.0 мг |
| Натрий:  | 12.0 мг |
| Фосфор:  | 77.0 мг |

Таблица №3. Технические требования „Яблоки свежие” по УСТ21122-95

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование показателей | Характеристика и нормы для сортов |
| Высшего  |  Первого |
| Внешний вид | Отборные плоды, типичные по форме и окраске для данного помологического сорта, без повреждений вредителями и болезнями, с плодоножкой или без нее, но без повреждения кожицы плода.  | Плоды типичные по форме и окраске для данного помологического сорта, без повреждения вредителями и болезнями, но без повреждения кожицы плода.  |
| Размер по наибольшему поперечному диаметру, мм, не менее:плоды круглой формы;плоды овальной формы;  | 6560 | 6050 |
| Зрелость  |  Плоды однородные по степени зрелости, но не зеленые и не перезревшие  |  Плоды однородные по степени зрелости, но не зеленые и не перезревшие |
| Механические повреждения | Легкие нажимы общей площадью не более 2 см2  | Не более двух градобоин, легкие нажимы и потертости общей площадью не более 4 см2  |
| Повреждения вредителями и болезнями | Допускаются плоды с одним двумя засохщими повреждениями плодожоркой не более 2% от массы партии | Заживщие повреждения кожицы общей площадью не более 2 см2 Допускаются плоды с одним двумя засохщими повреждениями плодожоркой не более 2% от массы партии |
| Побурение кожицы (загар)  | Не допускаются | Слабое побурение кожицы на площади не более1/8от поверхности плода |
| Подкожная пятнистость | Не допускаются | Не допускаются |
| Увядание  | Не допускаются | Слабое увядание без признаков морщинистости |
| Побурение мякоти  | Не допускаются | Не допускаются |

# 2. Технологическая схема производства сушеных яблок

# 2.1 Технологическая схема производства "Сушеных яблок"

Транспортировка

Прием

Хранение

Взвешивание

Сортировка

Мойка

Инспекция

Калибровка

Резка

Ополаскивание и отсев примесей

Сушка

Инспекция

Просеивания и магнитоулавливания

Фасовка

Упаковка

Хранение

3. Описание технологии производства сушеных яблок

С помощью ящикоопрокидывателя яблоки поступают в цех. Далее, с помощью ленточного транспортера и нории яблоки подаются в загрузочных бункет на автоматические весы Д-50. Так как на сушку поступают яблоки разных размеров их нужно пересортировать по величине согласно классификации калибровочных оборудования. Сортируют яблоки на ленточном конвейере. Далее поступают на инспекцию сырья по качеству, которую проводят на ленточных инспекционных конвейерах со скоростью лент 0,15 м / с. Во время инспекции удаляют яблоки поражены болезнями, вредителями, недозрелые, а также побочные примеси.

Моют яблоки на вентиляторной моечной машине (расходы воды - 5,5 м / ч) под давлением воды 0,2 МПа. На мытья должна подаваться чистая проточная вода, которая соответствует условиям ГОСТ на питьевую воду. Мытье должно обеспечить полное удаление с поверхности плодов видимых загрязнений.

Мытые яблоки калибруют на универсальном калибровочных машине КУ - 500 по размеру на три фракции. Яблоки из загрузочного бункера непрерывно поступают в барабан. Самые маленькие яблоки проваливаются через ячейки первой секции и попадают в первый бункер. Яблоки больших размеров передвигаются шнеком между барабан, попадая таким образом в второй и третьей секции, где проходит отделение яблок разных размеров.

Откалиброванные яблоки с помощью транспортера попадают на режущею машину РЗ-КРА, где они режутся на дольки и в них удаляется сердцевина. Яблоки засыпаются в загрузочного бункера, попадая в пространство между соседними оборачиваются профильными роликами, они укладываются в ячейки подвижных пластин, которые крепятся на двух параллельных цепях горизонтального конвейера. В процессе перемещения пластин действуют своими уступами на поворотный рычаг и вращают ось. При этом ориентируя рычать, сидящих на оси, входящих в глазок пластины, касаясь поверхности изложенных в них плодов. В результате многократного действия на плод этих рычать проходит суммирования поворотов плода. Рычаг входит в углубление в плодоножки или цветоложе и не касается поверхности плода. На позиции контроля правильности ориентирования плода специальные верхние и нижние захваты, размещены под верхней частью конвейера, смонтированные на траверсе, входят в ячейки подвижных пластин, извлекают присутствуют в них яблоки и по горизонтальной траектории проходят через подпружиненные дверцу. При этом ориентированы плоды, надежно удержанные цилиндрическими пальцами захватов, войдя в углубление плодоножки и цветоложе, преодолевающи сопротивление подпружиненной дверцу, проходят через них, возвращаются в ячейки пластин и поступают на позицию резки. Дольки разрезанных плодов выносятся пластинами конвейера, а серцевинки яблок попадают на лоток и удаляются.

Для сушки чаще всего используют конвективный метод в плотном слое (ленточные конвейерные сушильные установки марки СПКГ-4Г, КСА-80и т.д.)

Нарезанные яблоки подаются на первую сушильную ленту сушильной установки СПК-4Г - 45. Из первой (верхней) рабочей ленты продукт попадает на вторую, третью и так проходя последовательно пять лент.

Нагретый калорифером воздух, проходит через слой продукта, отбирает у него влагу и выводится в атмосферу. Четыре яруса сушильной установки предназначены для сушения продукта, а на пятом происходит охлаждение продукта к температуре цеха. В конце пятой ленты в сушильной установке предвиденный лоток выгрузки продукта.

# 4. Экспериментальная часть

# 4.1 Методы сушки яблок

В плотном слое:

Примером служит паровая, ленточная, конвейерная сушильная установка. В ее сушильной камере расположены 4 или 5 лент на которые подаются материалы. С помощью наклонного транспортёра сырье передается на первую верхнюю ленту. Материал лежит на ленте неподвижно плотным слоем, h=8, 10см. лента передвигается с права на лево вместе с материалом, который пересыпается на следующую ленту, которая движется в обратном направлении к 5 ленте. На последней 5-ой ленте материал охлаждается. Воздух подается снизу и нагревается в калориферах которые расположены между лентами. Скорость движения воздуха 0,2…0,3м/с. Скорость движения лент 0,1…0,2 м/с. Продолжительность сушки плодов овощей 3 - 3,5 часа.

Во взвешенном слое:

Который характеризуется тем, что нарезанные частицы продукта находятся в беспрерывном хаотическом движении вокруг своей оси и вокруг других частиц. Продукт расположен на сетке сушильной камере и снизу подается нагретый воздух. Когда скорость воздуха достигает скорости критической, продукт на сетке начинает шевелиться, как кипение воды, поэтому этот метод называется в "кипящем слое". При этом м пр-та = сопротивлению слоя. Продукт постепенно поднимается с решетки заполняет объем сушильной камеры, при этом больше поверхности испарения влаги, а следовательно меньше продолжительность сушки в 2 - 2,5 раза по сравнению конвективным методом в плотном слое. Скорость воздуха для нарезанных плодов и овощей равен 3…5 м/с.

сушка яблоко сырье продукт

# 4.2 Лабораторные сушильные установки

Лабораторная сушильная установка для сушки пищевых продуктов и других влажных материалов в неподвижном слое с принудительной циркуляцией воздуха состоит из сушильной камеры 1, электрокалорифера 3, вентилятора низкого давления 4, пульта управления 7.

Сушильная камера по высоте условно разделена на шесть ярусов, в каждом на которых помещена кассета для материала 2. такая конструкция сушильной камеры дает возможность при необходимости одновременно высушивать материал в шести слоях.

Для измерения температуры воздуха (сушильного агента) в сушильную камеру через специальные отверстия вставлено по семь "сухих" 5 и "мокрых" 6 термометров, что позволяет одновременно контролировать температуру под и над каждой кассетой

Для определения скорости движения воздуха в сушильной камере установлен крыльчатый анемометр 9. Регулируют скорость заслонкой 10, установленной на входе в вентилятор.

Для взвешивания кассеты с материалом и определения массы испаренной влаги в процессе сушки установлены весе 8.

Лабораторная сушильная установка кипящего слоя состоит из сушильной камеры (кассеты) I, воздуховода 2, вентилятора высокого давления 3, алектрокалорифера 4, устройства для крепления кассеты 5, заслонки для регулирования скорости воздуха 6, "сухого" 7 и "мокрого" 8 термометров на входе в сушильную камеру, "сухого" 9 и "мокрого" 10 термометров на выходе из сушильной камеры, косой диафрагмы 11 и манометра 12 для измерения скорости воздуха, пульта управления сушильной установкой 13, весов 14, педали 15 для управления устройством крепления кассеты.

До начала опыта на лабораторной установке во взвешенном слое под наблюдением преподавателя или лаборанта включают сушильную установку в следующем порядке: сначала включают вентилятор и после того, как он наберет полные обороты, поочередно с небольшими интервалами включают нагревательные элементы электрокалорифера. С помощью заслонки 6 и манометра 12 устанавливают заданную скорость воздуха, а включением одного или двух постоянных и одного регулируемого нагревательных элементов устанавливают заданную температуру в сушильной камере.

Так как на сушильной установке кипящего слоя кассета одновременно является съемной сушильной камерой, то для удобства в работе на время выведения сушильной установки в заданный режим используют другую такую же кассету, а основную (рабочую) в это время подготавливают к работе, т.е., взвешивают, помещают в нее навеску исследуемого материала.

Для удобства определения уменьшения материала в процессе сушки, массу предварительно взвешенной кассеты на весах 14 уравновешивают разновесами, т.е., устанавливают стрелку весов на ноль, затем подготовленную для проведения опыта навеску исследуемого материала высыпают в кассету и тщательно разравнивают. Массу исследуемого материала на технических весах так же уравновешивают разновесами, а на циферблатных - отмечают на циферблате.

Нажимаем на педаль 15 освобождают прижимное устройство, снимают вспомогательную кассету и на ее место в рабочую зову устанавливают кассету с материалом и отмечают время начала опыта. Через 25-30 с от начала опыта отмечают показания "сухого" и "мокрого" термометров на выходе из сушильной камеры. Показания соответствующих термометров на входе в сушильную камеру должны соответствовать установившемуся заданному режиму и на протяжении всей рабств поддерживаться постоянными. Допускаются отклонения показания "сухого" термометра ± 1°С.

Уменьшение массы материала в процессе сушки, т.е. определена массы испаренной влаги, проводят в следующем порядке: за 20-25 с до истечения заданного промежутка времени от начала сушки записывают показания "сухого" и "мокрого" термометров на выходе из сушильной камеры и на входе в нее, снимают кассету с материалом, взвешивают ее (устанавливают массу материала, оставшуюся после испарения части влаги), снова устанавливают в рабочее положение и отмечают начало следующего промежутка времени сушки. Все последующие определения (взвешивания) проводят в такой же последовательности.

Время, затрачиваемое на взвешивание, в продолжительности сушки не учитывается, однако производить взвешивание необходимо максимально быстро во избежание охлаждения кассеты и материала.

Первые 5 взвешиваний производят через каждые 3 мин., следующие 5 взвешиваний - через каждый 5 мин. и все последующие - через каждые 10 мин.

Процесс сушки считают законченный, если масса материала при двух последующих взвешиваниях не уменьшается. Желательно сушить материал до влагосодержания не ниже равновесного

# 4.3 Проведение опытов

Перед началом работы под наблюдением преподавателя или лаборанта включают лабораторную сушильную установку в плотном слое в следующем порядке: сначала включают вентилятор 4 и после того, как он наберет полные обороты, поочередно с небольшими интервалами включают нагревательные элементы электрокалорифера 3. С помощью заслонки 10 и анемометра 9 устанавливают скорость движения воздуха, а включением регулируемого и одного или двух постоянных нагревательных элементов калорифера устанавливают заданную температуру в сушильной камере.

На весах 8 взвешивают кассету 2, уравновешивают ее разновесами, т.е. устанавливают стрелку весов на ноль, и ровным слоем помещают в нее навеску исследуемого материала. Для удобства в работе массу материала на технических весах так же уравновешивают разновесами, а на циферблатных - стрелку устанавливает на конечное показание шкалы и затем уменьшение массы материала в процессе сушки устанавливают по показанием на циферблате.

Подготовленную кассету (сито) с материалом помещают в сушильную камеру, отмечают время начала опыта и через 25-30 с и записывают показания "сухого" и "мокрого" термометров под и над кассетой с материалом. Если сушку проводят одновременно в нескольких слоях, то также же операция, т.е. взвешивание и т.д. проводят с каждой кассетой, но при этом начало опыта для каждого слоя фиксирует отдельно. Показания "сухого" термометра под первой (нижней) кассетой на протяжении всей работа должны быть постоянным и соответствовать установившемуся в начале опыта заданному режиму.

Уменьшение массы материала в процессе сушки и определение массы спаренной влаги проводят в следующем порядке: за 25-30 с до истечения заданного промежутка времени от начала сушки в установленной последовательности, если сушку проводят в нескольких слоях, записывают показания соответствующих термометров, вынимают кассету

из сушильной камеры, взвешивают ее, снова помещают в сушильную камеру и отмечают начало следующего промежутка времени сушки. Все последующие определения проводят в такой же последовательности. Время, затрачиваемое на взвешивание, в продолжительности сушки не учитывается, однако во избежание охлаждения материала проводить его необходимо очень быстро.

Первые 5 взвешиваний проводят через каждые 5 мин., следующие 5 взвешиваний - через каждые 10 мин., и все последующие - через каждые 15 мин.

Процесс сушки считают законченным, если масса материала при двух последующих взвешиваниях не уменьшается или уменьшается очень незначительно. Желательно сушить материал до влагосодержания не ниже равновесного на двух установках проводимых опытов

# 4.4 Обработка результатов опытов

Оценку работы сушильной установки, как и эффективность ведения процесса сушки на ней в зависимости от множества факторов, проводят по кривой сушки - графическим изображением изменения влагосодержания во времени. Доя построения графика такой зависимости (кривой сушки) по уменьшению масса материала в процессе сушки необходимо определить динамику изменения его влагосодержания.

Кривая сушки - это графическое изображение изменения влагосодержания ω от продолжительности сушки τ, то для построения графика такой зависимости по результатам изменения массы материала в процессе сушки определяют динамику изменения влагосодержания.

Обычно расчет влагосодержания проводят с поочередным использованием формул

ω° = W/Mо · 100, %

ω = W/Mc. в. · 100, %

W = Mо - Mc. в, Г

Мо = W + Mc. в, г

ω° - влажность продукта, %

Mо - масса продукта, г

W - масса влаги в продукте, г

Mc. в - масса сухих веществ, г

ω - влагосодержание продукта, г

Δ W - масса влаги, испаренная за время Δτ, г

τ - продолжительность сушки, мин.,

По полученным результатам строят кривую сушки.

Таблица № 4.4.1 Сушка яблок без кожуры в плотном слое М=500г

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  τ,мин |  Mо,г  |  W,г | Δ W,г |  ω°,% |  ω,% |  Mc. в.,г |  t,°C |  t,°C |
| 1 | 0 | 500 | 430 | - | 86 | 614 | 70 | 80 | 62 |
| 2 | 5 | 430 | 360 | 70 | 84 | 514 | 70 | 80 | 64 |
| 3 | 5 | 370 | 300 | 60 | 81 | 428 | 70 | 80 | 64 |
| 4 | 5 | 315 | 245 | 55 | 78 | 350 | 70 | 80 | 63 |
| 5 | 5 | 265 | 195 | 50 | 73 | 278 | 70 | 80 | 64 |
| 6 | 10 | 200 | 130 | 65 | 65 | 186 | 70 | 80 | 64 |
| 7 | 10 | 155 | 85 | 45 | 55 | 121 | 70 | 80 | 64 |
| 8 | 10 | 128 | 58 | 27 | 45 | 82 | 70 | 80 | 63 |
| 9 | 15 | 100 | 30 | 28 | 30 | 43 | 70 | 80 | 64 |
| 10 | 15 | 85 | 15 | 15 | 17,6 | 21 | 70 | 80 | 64 |
| 11 | 15 | 80 | 10 | 5 | 12,5 | 14,3 | 70 | 80 | 64 |
| 12 | 15 | 72 | 2 | 8 | 2,8 | 2,8 | 70 | 80 | 64 |

Таблица № 4.4.2 Сушка кожуры в плотном слое М=300г

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  τ,мин |  Mо,г  |  W,г |  ΔW,г |  ω°,% |  ω,% |  Mc. в.,г |  t,°C |  t,°C |
| 1 | 0 | 300 | 258 | - | 83 | 614,3 | 42 | 80 | 62 |
| 2 | 5 | 225 | 183 | 75 | 80 | 434 | 42 | 80 | 63 |
| 3 | 5 | 160 | 117 | 66 | 73 | 278 | 42 | 80 | 62 |
| 4 | 5 | 125 | 82 | 35 | 65 | 195 | 42 | 80 | 62 |
| 5 | 5 | 95 | 52 | 30 | 55 | 124 | 42 | 80 | 62 |
| 6 | 10 | 65 | 22 | 30 | 34 | 52 | 42 | 80 | 62 |
| 7 | 10 | 50 | 7 | 15 | 14 | 17 | 42 | 80 | 62 |
| 8 | 15 | 45 | 2 | 5 | 4,4 | 4,7 | 42 | 80 | 62 |

Сушка яблок во взвешенном слое

Таблица № 4.4.3 Сушка яблок с кожурой (10\*10мм) М=300г

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  τ,мин |  Mо,г  |  W,г | Δ W,г |  ω°,% |  ω,% |  Mc. в.,г |  t на входе,°C |
| 1 | 0 | 300 | 256 | - | 86 | 614 | 42 | 80 |
| 2 | 2 | 246 | 204 | 54 | 83 | 486 | 42 | 86 |
| 3 | 2 | 211 | 169 | 35 | 80 | 402 | 42 | 85 |
| 4 | 2 | 184 | 142 | 27 | 77 | 338 | 42 | 84 |
| 5 | 2 | 161 | 119 | 23 | 74 | 283 | 42 | 78 |
| 6 | 2 | 150 | 108 | 11 | 72 | 257 | 42 | 78 |
| 7 | 5 | 122 | 80 | 28 | 65 | 190 | 42 | 80 |
| 8 | 5 | 100 | 58 | 22 | 58 | 137 | 42 | 80 |
| 9 | 5 | 86 | 44 | 14 | 51 | 105 | 42 | 78 |
| 10 | 10 | 67 | 25 | 19 | 37 | 59,5 | 42 | 80 |
| 11 | 10 | 57 | 15 | 10 | 26 | 36 | 42 | 80 |
| 12 | 15 | 48 | 6 | 9 | 12,5 | 14 | 42 | 80 |
| 13 | 15 | 44 | 2 | 4 | 1,5 | 4,7 | 42 | 80 |

Таблица № 4.4.4 Сушка яблок с кожурой (10\*10мм) М=500г

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  τ,мин |  Mо,г  |  W,г | Δ W,г |  ω°,% |  ω,% |  Mc. в.,г |  t на входе,°C |
| 1 | 0 | 500 | 430 | - | 86 | 1090 | 70 | 82 |
| 2 | 2 | 426 | 356 | 74 | 84 | 914 | 70 | 78 |
| 3 | 2 | 360 | 290 | 66 | 81 | 757 | 70 | 84 |
| 4 | 2 | 304 | 234 | 56 | 77 | 624 | 70 | 80 |
| 5 | 2 | 272 | 202 | 32 | 74 | 548 | 70 | 82 |
| 6 | 2 | 248 | 178 | 24 | 72 | 490 | 70 | 80 |
| 7 | 5 | 204 | 134 | 44 | 66 | 386 | 70 | 80 |
| 8 | 5 | 173 | 103 | 31 | 59,5 | 312 | 70 | 80 |
| 9 | 5 | 152 | 82 | 21 | 54 | 262 | 70 | 80 |
| 10 | 10 | 119 | 49 | 33 | 41 | 183 | 70 | 80 |
| 11 | 10 | 102 | 32 | 17 | 31 | 143 | 70 | 80 |
| 12 | 15 | 84 | 14 | 18 | 16,6 | 20 | 70 | 80 |
| 13 | 15 | 78 | 8 | 6 | 18 | 8,5 | 70 | 80 |

Таблица № 4.4.5 Сушка яблок без кожуры во взвешенном слое М=300г.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  τ,мин |  Mо,г  |  W,г |  ΔW,г |  ω°,% |  ω,% |  Mc. в.,г |  t на входе,°C |
| 1 | 0 | 300 | 256 | - | 86 | 614,3 | 42 | 80 |
| 2 | 2 | 243 | 201 | 57 | 83 | 478 | 42 | 84 |
| 3 | 2 | 206 | 164 | 37 | 80 | 390 | 42 | 82 |
| 4 | 2 | 178 | 136 | 28 | 76 | 323 | 42 | 82 |
| 5 | 2 | 158 | 116 | 20 | 73 | 276 | 42 | 82 |
| 6 | 2 | 142 | 100 | 16 | 70 | 238 | 42 | 82 |
| 7 | 5 | 116 | 74 | 26 | 64 | 176 | 42 | 80 |
| 8 | 5 | 98 | 56 | 18 | 57 | 133 | 42 | 82 |
| 9 | 5 | 84 | 42 | 14 | 50 | 100 | 42 | 80 |
| 10 | 10 | 68 | 26 | 16 | 38 | 62 | 42 | 81 |
| 11 | 10 | 56 | 14 | 12 | 25 | 33 | 42 | 80 |
| 12 | 15 | 48 | 6 | 8 | 13 | 15 | 42 | 80 |

# 5. Восстанавливаемость сушеных яблок

# 5.1 Прибор Догадкина

Прибор Догадкина состоит из воронки 1, соединенной по принципу сообщающихся сосудов с градуированной трубкой 2. На соединяющем пути имеется расширение 3, являющееся ресивером для заполняющей прибор жидкости (воды). В нижней части соединяющая трубка имеет отвод 4 с резиновой трубкой и зажимом 5. Отвод служит для пуска воды из системы после окончания работа. Градуированная трубка имеет отогнутый под прямым утлой отвод 6 с резиновой трубкой и зажимом 7. Воронка накрывается крышкой 8 с крючком, на который подвешивается проволочная сетка 9, в которую помещается навеска исследуемого материала.

Если трубка не отградуирована, а на доске прибора имеется шкала из миллиметровой бумаги, то линейная шкала трубки может не соответствовать объемным количествам воды в ней. В этом случае прибор необходимо предварительно отградуировать и указать на нем переводной коэффициент, на который нужно умножить показания линейной шкалы, чтобы получить объемные величина.

Градуировку прибора производят следующим образом: в прибор, установленный на ровной поверхности, наливают воду до нижней метки шкалы, над воронкой прибора устанавливают беретку с водой, из которой в прибор добавляет по 5 мл води и параллельно отмечают на шкале прибора уровень воды в трубках. Полученные величины записывают. Воду из бюретки добавляют до тех пор, пока она не поднимется до верхнего деления шкалы. Затем воду из прибора выливают через отвод 4 и повторяют калибровку. Из трех калибровочных замеров выводят среднею величину, по которой устанавливают цену деления шкалы и величину переводного коэффициента.

# 5.2 Проведение опытов

Прибор устанавливают на ровной плоскости стола с таким расчетом, чтобы сетка для продукта висела свободно и не касалась стенок воронки. Снимают крышку с воронки прибора, закрывает зажим 5, открывают зажим 7 и заливает прибор водой с таким расчетом, чтобы её уровень в градуированной трубке соответствовал верхнему делению шкалы. Уровень устанавливают, добавляя воду в прибор через воронку или удаляя избыток её через отвод 4. После заполнения прибора водой необходимо убедиться, что во всех трубках и отводах нет пузырьков воздуха. Бели пузырьки воздуха имеются, необходимо их удалить и еще раз проверить уровень воды в градуированной трубке.

На технохимических весах с точностью до 0,01 г отвешивают 5 г исследуемого материала, помещают в сетку в закрывают крышкой. Сетку с навеской подвешивают на крючок крышки воронки и помещают в воронку прибора. Открывают зажим 7 и, вдувая воздух через резиновую трубку медленно поднимают уровень воды в воронке так, чтобы вода полностью покрыла сетку с материалом, затем осторожно спускают воду в исходное положение. Сетку слегка встряхивают, чтобы удалить капли влаги, и отмечают новый уровень воды по шкале градуированной трубки. При этом часть воды израсходовалась на смачивание навески и сетки, следовательно, уровень её в измерительной трубке понизился и остановился на новой отметке. Значение показателя количества воды, израсходованной на смачивание, в дальнейшем следует вычитать из показаний шкалы при последующих замерах. Вновь вдувают воздух через резиновую трубку, заполняют воронку и сетку с навеской водой, плотно закрывают зажим 7, включают секундомер и выдерживают навеску в воде в течение 5 мин. Через 5 мин., слегка приоткрывая зажим 7, спускают воду из воронки, полностью открывают зажим встряхивают сетку и снимают новое показание уровня воды в трубке. После этого, таким же образом, вновь заливают навеску водой и т.д. Замеры повторяют 12 раз, чтобы общая продолжительность замачивания навески составила 1 час.

# 5.3 Обработка результатов

Массу жидкости (влаги), поглощенную одним граммом сухого материала (продукта), выраженную в процентах по отношению к первоначальной массе сухого материала, называют степенью набухания Q и определяют уравнением

Q = (ρν/Мс +1) ·100%,

Мс - масса сухого материала (навески), г

ρ = 1г/см³,

V - объем поглощенной жидкости, см³

V = 2·Δh·Kп,

h - высота столбика поглощенной жидкости, см

Kп - переводной коэффициент, Kп = 0,73

Восстанавливаемость β показывает, на сколько восстановилась масса высушенного по отношению к первоначальной величине, принимаемой за 100%. Восстанавливаемость определяют уравнением

β = S1/S2·Q, %

S1 - массовая доля сухих веществ в исходном (до сушки) сырье, %

S2 - массовая доля сухих веществ в высушенном образце, %

Таблица №5.3.1 Восстанавливаемость яблок, высушенных во взвешенном слое М=500г, при температуре = 80°C.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  № |  τ,мин |  h,см |  Δh,cм |  ρν,см |  Q,% |  β,% |
| 1 | 0 | 2,3 | - | - | - | - |
| 2 | 5 | 4,3 | 2,0 | 2,92 | 158,4 | 25,18 |
| 3 | 10 | 5,7 | 3,4 | 4,96 | 199,2 | 31,67 |
| 4 | 15 | 6,3 | 4,0 | 5,84 | 216,8 | 34,47 |
| 5 | 20 | 6,9 | 4,6 | 6,72 | 234,4 | 37,27 |
| 6 | 25 | 7,5 | 5,2 | 7,59 | 251,8 | 40,03 |
| 7 | 30 | 7,9 | 5,6 | 8,18 | 263,6 | 41,91 |
| 8 | 35 | 8,0 | 5,7 | 8,32 | 266,4 | 42,36 |
| 9 | 40 | 8,3 | 6,0 | 8,76 | 275,1 | 43,76 |
| 10 | 45 | 8,7 | 6,4 | 9,34 | 286,8 | 45,6 |
| 11 | 50 | 8,9 | 6,6 | 9,64 | 292,8 | 46,56 |
| 12 | 55 | 9,2 | 6,9 | 10,07 | 301,4 | 47,92 |
| 13 | 60 | 9,3 | 7,0 | 10,22 | 304,4 | 48,4 |

Таблица №5.3.2 Восстанавливаемость яблок, высушенных в плотном М= 500г, при температуре 80°C

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  № |  τ,мин |  h,см |  Δh,cм |  ρν,см |  Q,% |  β,% |
| 1 | 0 | 2,6 | - | - | - | - |
| 2 | 5 | 5,4 | 2,8 | 4,09 | 181,8 | 29,87 |
| 3 | 10 | 6,6 | 4,0 | 5,84 | 216,8 | 35,56 |
| 4 | 15 | 6,9 | 4,3 | 6,28 | 225,6 | 36,99 |
| 5 | 20 | 7,5 | 4,9 | 7,15 | 243 | 39,85 |
| 6 | 25 | 7,9 | 5,3 | 7,74 | 254,8 | 41,79 |
| 7 | 30 | 8,2 | 5,6 | 8,18 | 263,6 | 43,23 |
| 8 | 35 | 8,6 | 6,0 | 8,76 | 275,2 | 45,1 |
| 9 | 40 | 8,8 | 6,2 | 9,05 | 281 | 46,08 |
| 10 | 45 | 9,1 | 6,5 | 9,49 | 289,8 | 47,53 |
| 11 | 50 | 9,3 | 6,7 | 9,78 | 295,6 | 48,48 |
| 12 | 55 | 9,6 | 7,0 | 10,22 | 304,4 | 49,92 |
| 13 | 60 | 9,7 | 7,1 | 10,37 | 307,4 | 50,41 |

Таблица № 5.3.3 Восстанавливаемость кожуры, высушенной в плотном слое М=300г, при температуре 80°C

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  № |  τ,мин |  h,см |  Δh,cм |  ρν,см |  Q,% |  β,% |
| 1 | 0 | 2,9 | - | - | - | - |
| 2 | 5 | 7,0 | 4,1 | 5,99 | 219,8 | 32,97 |
| 3 | 10 | 7,8 | 4,9 | 7,15 | 243 | 36,45 |
| 4 | 15 | 8,3 | 5,4 | 7,88 | 257,6 | 38,64 |
| 5 | 20 | 8,6 | 5,7 | 8,32 | 266,4 | 39,96 |
| 6 | 25 | 9,1 | 6,2 | 9,05 | 281 | 42,15 |
| 7 | 30 | 9,3 | 6,4 | 9,34 | 286,8 | 43,02 |
| 8 | 35 | 9,6 | 6,7 | 9,79 | 295,6 | 44,34 |
| 9 | 40 | 9,8 | 6,9 | 10,08 | 301,4 | 45,21 |
| 10 | 45 | 9,9 | 7,0 | 10,22 | 304,4 | 45,66 |
| 11 | 50 | 10,1 | 7,2 | 10,51 | 310,2 | 46,53 |
| 12 | 55 | 10,2 | 7,3 | 10,66 | 315,2 | 47,28 |
| 13 | 60 | 10,2 | 7,3 | 10,66 | 315,2 | 47,28 |

# Вывод

В данной работе мы исследовали свежи яблоки, их изменения в процессе сушки, восстанавливаемость сушеных яблок.

В процессе сушки яблок (в плотном и взвешенном слое) мы измеряли показатели температуры и массы высушиваемого продукта. В результате рассчитывали влагосодержание и строили график зависимости изменения влагосодержания от времени сушки. Исходя из графиков можно сделать вывод, что сушка во взвешенном слое более эффективная нежели в плотном - за одинаковое количество времени сушки, количество влаги испарялось разное. Также можно сказать, что яблоки без кожуры сушатся гораздо лучше чем с кожурой.

В процессе набухания мы контролировали такой показатель как объем поглощенной влаги. Исходя из полученных данных строили график зависимости восстанавливаемости от времени. Из полученных графиков видно, что сухая кожура яблок впитывает меньше влаги, чем сухие яблоки с кожурой, высушенные в плотном и взвешенном слое.

1. сушка во взвешенном слое яблок без кожуры проходит интенсивнее на 20 мин. чем в плотном слое.

2. Сушка яблок с кожурой во взвешенном слое интенсивнее на 27,5%, чем в плотном.

3. Сушка кожуры в плотном слое интенсивнее на 10минут, чем сушка яблок с кожурой во взвешенном слое.

4. Восстанавливаемость яблок, высушенных в плотном слое без кожуры менее интенсивно проходит, чем восстанавливаемость яблок, высушенных во взвешенном слое.

5. Восстанавливаемость кожуры, высушенной во взвешенном слое меньше чем высушенной во взвешенном слое.

# Литература

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу "Теоретические основы технологии пищевых производств", 2004 ОНАПТ

2. Журнал "Продукты питания", 2009г, №2.

3. Журнал "Fast food" №7, 2008г.

4. [http://www.yagodi.ru/yagoda\_yablokoporoshok. php](http://www.yagodi.ru/yagoda_yablokoporoshok.php)

5. http://www.vid-spb.ru/page. php? pageId=29

6. [http://www.vivasan.org/index. php? productID=65](http://www.vivasan.org/index.php?productID=65)