

Е.П. Бауэр, В.М. Столетов, Н.Н. Воробьева

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ,
ВЛИЯЮЩИХ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СУШКИ ЯБЛОК**

Исследованы некоторые основные факторы, влияющие на скорость и продолжительность сушки яблок. Представлены результаты конвективной сушки яблок, проводимые на экспериментальной сушильной установке с применением теплового насоса и замкнутым контуром циркуляции сушильного агента. Установлено влияние степени загрузки сушильной установки, формы нарезки яблок, температурного режима на продолжительность сушки яблок.

Яблоки, сушка яблок, конвективная сушка, тепловой насос, сушильная установка с применением теплового насоса.

Для сохранения качества пищевых продуктов на длительный срок или для технологического процесса переработки сырья растительного и животного происхождения, содержащего значительное количество воды, существует множество способов удаления влаги путём искусственной сушки.

При сушке естественным или искусственным способом происходит испарение большей части содержащейся в продукте капиллярной воды (до 70 %) и части химически связанной воды (2 – 3 %). Свежие овощи, плоды, грибы после сушки уменьшаются в весе в 7 – 10 раз. Спрессовывание (брикетирование) сухих плодов и овощей значительно повышает их транспортабельность и способность к лежке.

Режимы сушки продуктов нужно отрегулировать так, чтобы максимально сохранить пищевые и вкусовые качества высушиваемого продукта.

При сушке происходят следующие процессы:

- испарение влаги с поверхности высушиваемого продукта;
- передвижение влаги из внутренних частей продукта к его поверхности;
- обмен тепла между сушильным воздухом и высушиваемым продуктом [1, с. 28-29].

Сушка плодов и овощей – это способ консервирования, основанный на удалении влаги или части влаги, при котором повышается концентрация субстрата до пределов, при которых становится невозможен нормальный обмен веществ в клетках. Концентрация клеточного сока и его осмотическое давление многократно увеличиваются, что позволяет приостановить развитие патогенных микроорганизмов и биохимических процессов обмена веществ. Такой эффект можно достичь доведя содержание влаги в овощах до 12 – 14 %, в плодах до 15 – 20 % [2, с. 6]. Традиционно овощи сушат до остаточной влажности 10 – 12 %, плоды – 18 – 25 % [3, с. 89]. Нормально высушенные яблоки эластичны при сжатии и содержат около 20 % воды. После сушки выход очищенных яблок составляет 12 %, а неочищенных (с кожицей) – 16,5 % [1, с. 42].

Ассортимент сушеных плодов и ягод достаточно широк и включает следующие наименования продукции: яблоки, груши, айва, виноград, слива, вишня, черешня, малина, смородина черная и др. Качество данных продуктов зависит от качества исходного сырья.

В лаборатории кафедры «Теплохладотехника» были проведены исследования факторов, влияющих на продолжительность сушки яблок в конвективной сушильной установке с применением теплового насоса [4, с. 120-122]. Данная конвективная сушильная установка отличается от традиционных сушильных установок наличием теплового насоса. Применение теплового насоса (ТН) позволило осуществить циркуляцию сушильного агента в замкнутом контуре, конденсацию влаги, отводимой от продукта, на теплообменнике и удаление ее за пределы установки.

Исследования факторов, влияющих на продолжительность сушки яблок, проводили при различных температурных режимах с разной массой загрузки сушильной камеры и различными формами нарезки яблок. Для сушки яблок преимущественно используют сорта с белой плотной мякотью, повышенной кислотностью и хорошим сочетанием сахаров и кислот. Для исследования процесса сушки яблок использовали сорт «Медовые» (производитель Китай). Перед сушкой с яблок смывали слой воска, затем отделяли семенную камеру, далее производили нарезку различной формы.

Нарезанные яблоки укладывались в лотки с сетчатым дном и размещались в сушильной камере на полках. Сушильная камера имеет три полки, на каждой из которых размещалось по четыре лотка. Сушильный агент (СА) проходил через лотки снизу вверх. В каждый лоток помещали по 1 кг яблок. На 1 кг нарезанных яблок в среднем требовалось 1,25 кг целых яблок.

На рис. 1 представлены графики изменения относительной массы яблок в зависимости от температуры СА. Были проведены эксперименты при темпера-

турах СА 45°C, 40°C и 35°C с загрузкой сушильной камеры нарезанными яблоками массой 4 кг.

Из рисунка видно, что при температуре СА 35 °C в первый час происходил более медленный процесс нагрева яблок, чем при 40 °C и 45 °C. Вследствие чего испарение влаги началось неинтенсивно. Яблоки при этом сушились в течении 10 ч и выход по массе составил 10%. Процесс сушки, чуть более интенсивнее прошёл при температуре СА 40°C. Яблоки высохли за 8 ч, выход по масса составил 10%. Наиболее интенсивно процесс сушки прошёл при температуре СА

45 °С и завершился через 6 ч, выход по массе составил 9 %.

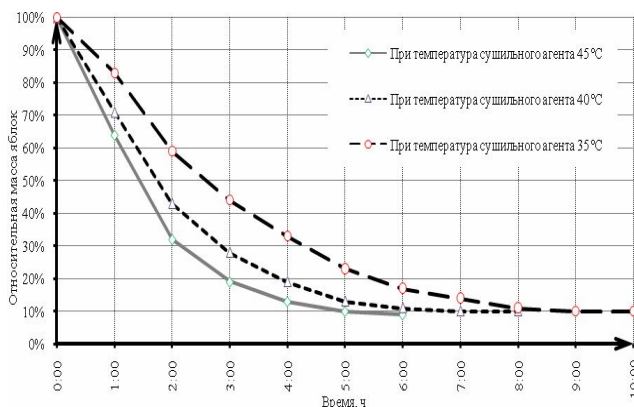


Рис. 1 - Изменение относительной массы яблок в зависимости от температуры сушильного агента

Широко используемый способ искусственной сушки яблок предусматривает следующий режим: вначале сушат при температуре 70–85 °С, в конце сушки температурный режим 50–55 °С. Весь процесс сушки длится 5 – 6 часов [1, с. 42], [5, с. 157].

Проведённые нами исследования показывают, что с целью сохранения наибольшего количества ценных веществ в яблоках можно применить более щадящий температурный режим, при той же длительности сушки. В первоначальный момент для удаления свободной влаги из продукта, можно использовать СА в температурном диапазоне 40–45 °С. При необходимости для удаления микрокапиллярной (гигроскопической) воды, можно повысить температуру СА на 10–15 °С.

На рисунке 2 представлены графики изменения относительной массы яблок в зависимости от загрузки сушильной установки. Исследования проводились с загрузкой сушильной камеры яблок массой 4 кг, 8 кг и 12 кг при температурном режиме СА 40 °С.

Целью данного исследования являлось определение опытным путем продолжительности сушки яблок и режима работы ТН при полной загрузке сушильной камеры.

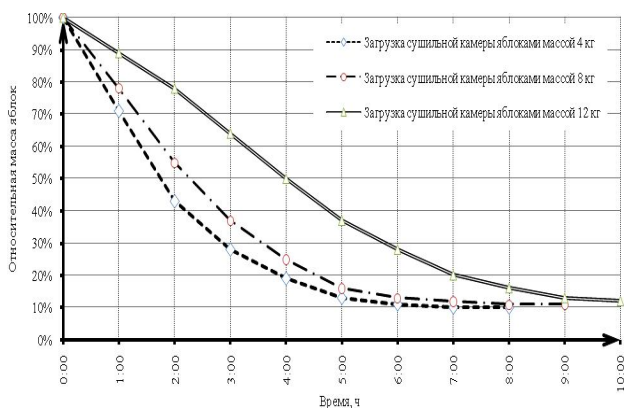


Рис. 2. Изменение относительной массы яблок в зависимости от загрузки сушильной установки

Из графика видно, что характер кривых сушки при загрузке сушильной камеры яблоками массой 4 кг и 8 кг подобен. Однако наиболее быстро происходит сушка при загрузке камеры массой 4 кг. Продолжительность сушки яблок массой 4 кг составляет 8 ч, яблок массой 8 кг – 9 ч. Наименьшая скорость и наибольшая продолжительность сушки наблюдается при загрузке сушильной камеры яблоками массой 12 кг. Продолжительность сушки увеличивается до 10 часов. Из приведённых графиков можно сделать вывод о том, что чем больше загрузка камеры, тем больше требуется энергии и времени для разогрева продукта и начала процесса сушки.

На рис. 3 представлены графики изменения относительной массы яблок при сушке в зависимости от формы нарезки. Исследования проводились при температуре СА 40 °С и следующих формах нарезки:

- форме нарезки яблок параллелепипедами сечением 5×5 мм, различной длины;
- форме нарезки яблок кубиками с размерами 5×5×5 мм;
- форме нарезки яблок параллелепипедами сечением 7×10 мм, различной длины;
- форме нарезки яблок дисками толщиной 5 мм.

Из рисунка видно, что наибольшая скорость сушки наблюдается при нарезке яблок формой параллелепипеда сечением 5×5 мм и кубиками 5×5×5 мм. Увеличение сечения параллелепипеда нарезанных яблок до размеров 7×10 мм приводит к некоторому

увеличению скорости сушки. Наименьшая скорость сушки наблюдается при нарезке яблок формой в виде дисков толщиной 5 мм. Это можно объяснить тем, что продукт укладывался равномерным слоем на лоток, а сушильный агент проходил через продукт снизу вверх. По-видимому, при данной форме нарезки более эффективным было бы направить сушильный агент вдоль продукта.

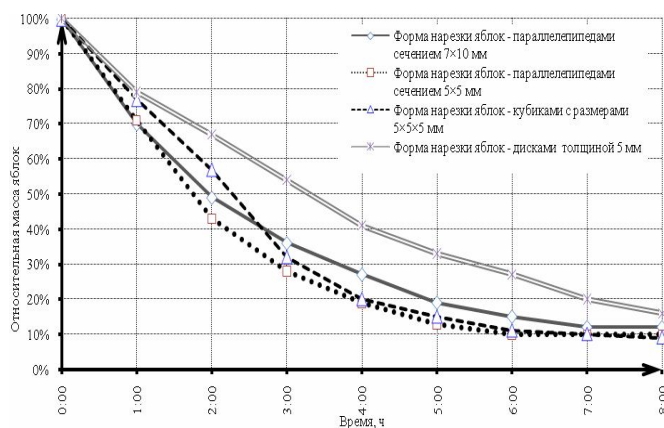


Рис. 3 - Изменение относительной массы яблок при сушке в зависимости от формы нарезки

Проведённые исследования позволяют сделать вывод о том, что при сушке яблок можно использовать сушильный агент с температурой не выше 45 °С.

Это наиболее важно при применении конвективных сушильных установок с тепловым насосом, так как при таких температурных режимах обеспечивается высокий коэффициент преобразования теплового насоса и повышается эффективность таких сушильных установок по сравнению с традиционными. Исследование влияния степени загрузки сушильной установки на скорость сушки показало, что для того чтобы

обеспечить рекомендуемую продолжительность сушки яблок 5–6 ч, количество загружаемого продукта должно соответствовать мощности сушильной установки. В нашем случае максимальное количество загружаемого продукта составило 8 кг. Немаловажное значение имеет направление движения сушильного агента при разных формах нарезки яблок.

Список литературы

1. Кищенко, Б.И. Сушка овощей, фруктов, мяса и рыбы / Б.И. Кищенко. - М.: ООО «Издательство АСТ»; Донецк: «Сталкер», 2004. – 143 с.
2. Касьянов, Г.И. Сушка сырья и производство сухих завтраков / Г.И. Касьянов, Г.В. Семёнов, В.А. Грицких, Т.Л. Троянова. -Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: ИКЦ «Март», Ростов н/Д: издательский центр «Март», 2004. – 160 с.
3. Колобов, С.В. Технология, товароведение и экспертиза продуктов переработки плодов и овощей: учебное пособие. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашко и К°», 2006. – 156 с.
4. Бауэр, Е.П. Конвективная сушка с применением теплового насоса / Е.П. Бауэр, В.М. Столетов // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: сб. науч. работ; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Вып. 14. – Кемерово, 2007. – С. 120–122.
5. Гончарова, Л.А. Сибирские яблони / Л.А. Гончарова. – Новосибирск, 2002. – 165 с.

ГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности»,
650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47

SUMMARY

E.P. Bauer, V.M. Stoletov, NN. Vorobiyova

Research of some principal factors influencing the duration of apple drying

The influence of some principal factors on the rate and duration of apple drying has been investigated. The results of apple convection drying conducted in the experimental drying installation with the application of a heat pump and the closed circulation loop of the drying agent have been represented. The loading degree of the drying installation, the shape of apple cutting, temperature mode for the duration of apple drying have been established

Apples, drying of apples, convection drying, , heat pump, drying installation with the application of heat pumps.