

### Лабораторная работа 3.14. Сушка плодоовощной продукции

**Цель работы** – изучить теоретические основы, технологию и получить практические навыки в тепловой и инфракрасной сушке плодоовощной продукции и ягод.

**Теоретическая часть.** Сушка плодов и овощей – распространенный способ переработки, при котором из них удаляется большая часть влаги, и концентрация клеточного сока увеличивается во много раз. Создающееся при этом высокое осмотическое давление в клетках растительной ткани препятствует развитию микроорганизмов и деятельности ферментов. При правильном ведении сушки получается продукт высокого качества, затраты на перевозку которого значительно меньше, чем свежих плодов и овощей.

Сушка плодов и овощей не может быть сведена к физическому процессу свободного испарения воды. При сушке происходят сложные физико-химические изменения, от которых зависит качество готового продукта.

Влага в ягодах, плодах и овощах связана с их тканями по-разному. Влага крупных межклетников (свободная) удерживается слабо и испаряется при сушке со скоростью, близкой к испарению со свободной поверхности. Влага мелких капилляров (гигроскопическая) удаляется труднее, так как она удерживается адсорбирующей способностью продукции. Химически связанная (структурная) вода при сушке не удаляется.

В первый период по мере нагревания продукции скорость сушки увеличивается, происходит испарение влаги с его поверхности и из крупных межклетников наружных зон (внешняя диффузия влаги). Затем температура продукта и скорость сушки устанавливаются на постоянном уровне. По мере испарения влаги с поверхности она передвигается из внутренних зон продукции к периферии (внутренняя диффузия влаги).

Происходит и обратная диффузия влаги – от более нагретых поверхностных зон к менее нагретым внутренним (термодиффузия). Однако при сушке преобладает внутренняя диффузия влаги от внутренних зон с высоким содержанием влаги к внешним, из которых влага испаряется. В период постоянной скорости сушки интенсивность внешней и внутренней диффузии влаги примерно одинакова при определенной для каждого вида плодов и овощей температуре. Чрезмерное повышение температуры воздуха (теплоносителя) может привести к неравномерности внешней и внутренней диффузии влаги, к пересушиванию и перегреванию наружных зон продукции, к образованию «корочки» и трещин. Происходят нежелательные изменения в химическом составе – образование темноокрашенных соединений, изменение вкуса и аромата, разрушение витаминов С, Р, каротина.

Особенно большое значение имеет температура в заключительный период, когда удаляется гигроскопическая влага и влага набухания. Испарение с поверхности уменьшается и не может возместить приток тепла с теплоносителем, температура продукта повышается, что нежелательно. Повышение температуры на заключительной стадии при убывающей скорости сушки является причиной значительной деформации и усадки продукции, потери набухаемости и развариваемости, аромата, изменения цвета и вкуса, иногда появляется горький вкус.

Для правильного ведения сушки главное значение имеет совпадение скорости поступления влаги из центральных зон высушиваемого объекта и ее испарения с поверхности. Если испарение с поверхности идет интенсивнее, то на ней образуется корочка, а иногда и трещины, скорость сушки замедляется. Если поступающая из внутренних зон влага не успевает испаряться, то это может привести к запариванию продукта и ухудшению его качества.

При тепловой сушке плодов и овощей рекомендуется поддерживать температурный режим, указанный в табл. 115.

Влажность высушенной продукции должна быть для картофеля 12%, овощей – 14%, для яблок и груш – не более 20%, для других плодов и ягод в зависимости от вида – 16–25%. Высушенную продукцию хранят в герметической упаковке.

В настоящее время для искусственной сушки ягод, плодов и овощей используются сушилки разных типов: паровые, ленточные, конвейерные, вальцовые, шкафные, распылительные, сублимационные, инфракрасные.

Таблица 115. Температурный режим сушки плодоовощной продукции

| Продукция            | Температура в начале сушки, °С | Температура в середине и конце сушки, °С |
|----------------------|--------------------------------|--|
| Картофель            | 70                             | 80                                       |
| Свекла               | 75                             | 60                                       |
| Морковь              | 65                             | 60                                       |
| Петрушка и сельдерей | 60                             | 62                                       |
| Белокочанная капуста | 55                             | 60                                       |
| Лук                  | 55                             | 60                                       |
| Яблоки и груши       | 70                             | 60                                       |
| Сливы                | 50                             | 70                                       |
| Ягоды                | 50                             | 60                                       |

Инфракрасная сушка относится к сушке влажного материала с применением энергетических полей. При данной сушке подвод тепла к объекту сушки осуществляется от генераторов инфракрасного излучения. В качестве таких генераторов используются высокотемпературные излучатели. Инфракрасное излучение выгодно тем, что:

- энергия слабо рассеивается, и коллоидные вещества прогреваются на всю глубину;
- для инфракрасных лучей не представляет препятствий слой паровоздушной смеси, адсорбируемой на поверхности высушиваемого продукта. Молекулы этого слоя затрудняют передачу теплоты продукту, который подвергается сушке от сушильного воздуха, так как конвективная передача теплоты осуществляется за счет теплового движения молекул нагретого воздуха, передающих энергию молекулам нагреваемого тела;
- нагревание изделий инфракрасными лучами идет в десятки раз интенсивнее, чем при передаче им тепла от подогретого воздуха при тепловой сушке;
- при инфракрасной сушке вода выпаривается последовательно: сначала из крупных поров, а затем из капилляров и клеток. Мембрана клеток не разрушается, поэтому после непродолжительного размачивания получаем продукцию почти такого же качества, как была перед сушкой;
- в продукте, высушенном инфракрасным методом, сохраняется до 90% биологически активных веществ. При хранении сушеного продукта количество биоактивных веществ не меняется в течение двух лет (рекомендованный срок хранения);
- инфракрасная сушка обеспечивает снижение степени зараженности микрофлорой по сравнению со свежей продукцией в тысячи раз.

К недостаткам инфракрасной сушки можно отнести следующее: если влага удаляется слишком быстро, то это может привести к растрескиванию изделий. Именно поэтому рекомендуется применять осцилирующие режимы с отволаживанием.

Время сушки зависит от свойств подлежащих сушке продуктов. Так, при сушке зелени до рекомендуемой влажности 7–14 % требуется 20 – 60 мин, а для слив, абрикосов, моркови, лука – 4 – 6 ч. Кроме того, время сушки зависит от толщины высушиваемого слоя продукции, величины измельченных частиц продукта, влажности воздуха в помещении.

**Задание.** Провести сушку различных видов сочной продукции на сушилке. Определить отходы при подготовке плодов и овощей к сушке, выход продукции после сушки.

**Материалы и оборудование:** сушилка для овощей и фруктов, сырье (плоды, овощи), разборные доски, ножи, 1 %-ный раствор NaCl или 0,5 %-ный раствор лимонной кислоты.

**Ход работы.** Для сушки отбирают здоровые качественные продукты. Сырье сортируют по размерам и степени зрелости, тщательно моют (избыточная влага должна стечь). Если нужно, очищают от кожуры (картофель, морковь, свеклу, яблоки с грубой кожурой). Овощи измельчают на кубики, столбики, лапшу с поперечным размером несколько миллиметров. Яблоки и груши после удаления семенного гнезда режут на кусочки перпендикулярно продольной оси толщиной примерно 5 мм. Также поступают с луком после удаления сухих чешуек,

шейки и донца.

Большую часть плодов и овощей перед сушкой подвергают специальной обработке – бланшированию, сульфитации (0,1 – 0,2 %-ный раствор сернистой кислоты), выдержке в 1 %-ном растворе NaCl, 0,5%-ном растворе лимонной кислоты или в 1,5 %-ном растворе Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. При этом инактивируются окислительные ферменты, и продукт при сушке не темнеет, остается светлым. Овощи бланшируют в кипящей воде или паром для размягчения и предотвращения потемнения.



Рисунок 83. Сушилка для овощей и фруктов

Подготовленное сырье раскладывают тонким слоем на сита. Для мягких или очень сочных продуктов на поддон (сито) рекомендуется подкладывать слой марли. На блоке управления устанавливается необходимая для сушки данного продукта температура (рис. 83).

Поддоны размещают в сушильной камере. Окончание сушки определяют визуально. Поддоны с продукцией вынимают, сушилку отключают. Высушенную продукцию хранят в герметической упаковке (полиэтиленовая упаковка, стеклянная банка).

Выход готовой продукции (В, %) рассчитывается по формуле:

$$В = \frac{m_{\text{продукции}}}{m_{\text{сырья}}} \cdot 100.$$

Результаты, полученные в процессе работы, записывают в табл. 116.

Таблица 116. Выход высушенной продукции

| Вид продукции | Масса сырой продукции, кг |                          | Масса высушенной продукции, кг | Выход готовой продукции, % |                          |
|---------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------|
|               | всего                     | после подготовки к сушке |                                | к сырой продукции          | к подготовленной к сушке |
|               |                           |                          |                                |                            |                          |