

Замораживание и сушка рыбы методом сублимации

Зуев Н.А., Савельева О.В., Андрощук В.О.
oksana_nvl@mail.ru

*Санкт-петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики.
Институт холода и биотехнологий*

Научное обоснование оптимального режима сушки является главным при разработке технологии и вакуум-сублимационного оборудования. При сушке рыбы методом сублимации в глубоком вакууме выбор режима сушки имеет важное значение, так как в схему сушильной установки входят несколько тепловых аппаратов, зависящих друг от друга. Высушиваемый материал рассматривается как «поставщик» водяных паров в аппарат и тем самым является главным фактором, влияющим на тепло и массообмен в аппарате. При консервировании пищевого сырья сушкой методом сублимации замораживание является основной операцией, определяющей качество сушеного продукта.

Ключевые слова: сублимация, замораживание, режимы сушки.

Сушка пищевых продуктов методом сублимации должна найти должное место среди способов консервирования, задачей которых является сохранение основных качеств пищевого сырья. Преимуществом этого метода являются небольшая продолжительность сушки по сравнению с холодной атмосферной и удобство хранения и транспортировки. Сегодня актуальность этой работы возрастает в связи с освоением труднодоступных северных районов, на предприятиях добычи нефти и газа и при эксплуатации долгосрочного курсирования подводных лодок и надводного флота.

В настоящее время вопрос определения оптимальных режимов сушки продуктов методом сублимации рассмотрен не в полной мере.

Целью настоящего исследования является определение основных параметров процесса сушки щуки и трески.

Испарение льда с поверхности пластины мяса рыбы в условиях глубокого вакуума рассматривается, как процесс испарения льда со свободной поверхности

при эффузионном движении водяных паров. Скорость этого процесса подчиняется следующему уравнению Кнудсена-Ленгмюра [1]:

$$\frac{dw}{d\tau} = \frac{8}{3} \Gamma * \sqrt{\frac{m}{2\pi R t_1}} * (P_1 - P_2), \quad (1)$$

где $\frac{dw}{d\tau}$ – масса испаряемой вода (льда)с поверхности рыбы за единицу времени;

m- молекулярная масса водяного пара;

R- газовая постоянная;

t_1 - температура льда в зоне испарения (температура сублимации);

P_1 -давление водяного пара у поверхности испарения при температуре сублимации t_1 ;

P_2 -давление в сублиматоре (в вакуум-шкафу);

Γ - постоянная, характеризующая форму образца.

Формула продолжительности сушки водяного льда имеет вид:

$$\delta = \delta_0 + k\tau, \quad (2)$$

где δ - толщина высушиваемого слоя;

δ_0 - начальная толщина пластины;

k- коэффициент, характеризующий сопротивление каркаса высушенных плотных веществ движению водяных паров;

τ - продолжительность сушки.

Продолжительность сушки методом сублимации, скорость углубления поверхности зоны испарения внутри высушиваемого материала зависят от количества плотных веществ в данном теле.

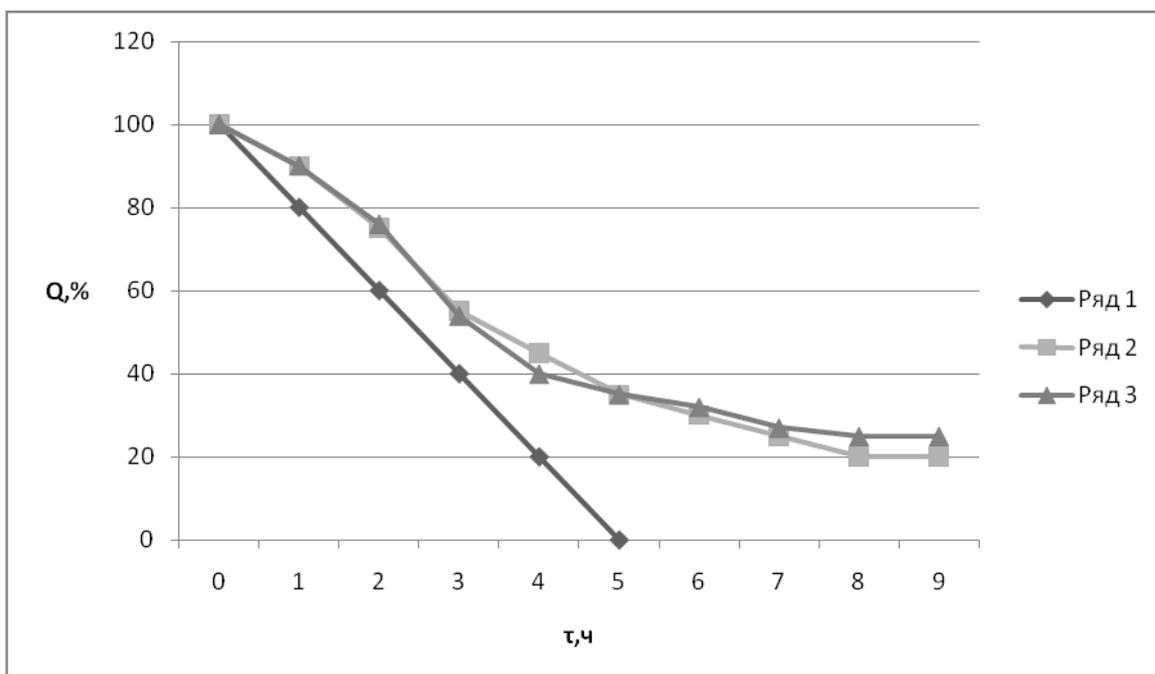


Рис.1 Кривые сушки льда, пластин мяса щуки, мяса трески:

Ряд 1-лед; ряд 2-щука; ряд 3-треска. Q-изменение относительной массы льда, %

На рис.1 показаны кривые сушки льда, пластин мяса щуки и мяса трески. Мясо трески содержит 21,9% плотных веществ и 79,1% воды, лед содержит 100% воды и 0% плотных веществ, пластины мяса щуки содержат 81,1% воды и 19,1% плотных веществ.

Коэффициент пропорциональности для любого высушенного тела в замороженном состоянии можно определить из формулы:

$$\beta = 1 - \frac{\lambda_{\varphi}}{100}, \quad (3)$$

где β – коэффициент пропорциональности;

λ – коэффициент, учитывающий особенности материала в высушенном состоянии;

φ - содержание плотных веществ в материале до сушки, % .

В водяном льду нет плотного остатка, тогда $\lambda = 0$ и $\beta = 1$. Согласно формуле можно сделать вывод, что чем больше в высушиваемом материале плотных веществ φ , тем больше при прочих одинаковых условиях должна быть продолжительность сушки, т.к. в этом случае уменьшается значение β .

Эксперимент выполнялся на предварительно замороженных щуке и треске в виде кусочков размера 10*50*45мм, по проставленным точкам выведены кривые рис.1

Список литературы:

- 1.Воскресенский Н.А. Замораживание и сушка рыбы методом сублимации.- М.:Рыбное хозяйство.-1963.-С.136-142.
- 2.Гухман А.П., Ермакова Е.А. Об особенностях теплообмена при сублимации льда в вакууме.-М.:Техническая физика.-1953.-№8.-С.34.
- 3.Лыков А.В. Тепло- и массообмен в процессе сушки.-М.:Госэнергоиздат.-1958.- С.132.

Freezing and drying of fish method of sublimation

Zuev N.A., Savelyeva O. V.
oksana_nvl@mail.ru

*Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of cold and biotechnologies*

Scientific substantiation of the optimum mode of drying is the main point in the development of technology and vacuum freeze-drying equipment. When drying the fish method of sublimation in a vacuum selection of the regime of drying is important, because in the scheme of the drying installation consists of several thermal devices, dependent from each other. Dried material is treated as a «supplier» of water vapor in the machine and thus is a major factor influencing the heat and mass exchange in the machine. When preserving food raw materials drying method of sublimation freezing is the main operation, which determines the quality of the dried product.

Key words: sublimation, freezing, modes of drying