

## ТЕХНОЛОГИЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ КАБАЧКОВ И ТЫКВЫ В ЗАМОРОЖЕННОМ ВИДЕ

Ялпачик В.Ф., к.т.н., доц.,

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Тел.(0619) 42-13-06

**Аннотация** – в работе приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований по определению оптимальных размеров кусочков кабачков и тыквы для длительного хранения в замороженном виде. Установлена температура подмораживания кусочков, при которой устранено прилипание кусочков между собой.

**Ключевые слова** – оптимальные кусочки продукта, подмораживание, количество теплоты, адгезия.

*Постановка проблемы.* Обеспечение продуктами питания населения Украины – одна из важнейших экономических, социальных и политических проблем. До недавнего времени главным направлением создания достаточного запаса пищевых продуктов считалось увеличение выхода сельскохозяйственной продукции. Однако важным направлением является снижение потерь при хранении сельскохозяйственной продукции.

Одним из эффективных путей сокращения потерь сельскохозяйственного сырья а, следовательно, увеличения объемов производительных ресурсов, является расширение производства быстрозамороженных продуктов.

Перспективным источником растительного сырья при производстве функциональных пищевых продуктов является тыква и кабачки. Функциональное питание подразумевает использование таких продуктов естественного происхождения, которые при постоянном употреблении оказывают регулирующее действие на организм в целом и на его определенные системы и органы [1].

Кабачки являются пищевым продуктом минимальной калорийности, но максимальной биологической ценностью. Они имеют 4-12% сухих веществ, 2-3,1% сахаров, 12-40 мг аскорбиновой кислоты на 100 г сырого вещества, 0,55% азотистых веществ, 0,13% жиру и 0,42% золы. У 100 г сырой массы кабачков находится 235 мг калия[2].

Тыква обладает жизненно важными функциями в регулировании процесса белкового и жирового обмена, является источником важнейших физиологично активных веществ, отсутствующих в других растениях. Она имеет 7,2-19,9% сухих веществ, 4,1-8,1% сахаров, 7-30,3 мг аскорбиновой кислоты на 100 г сырого вещества, 0,5% жиру и 0,6% золы.

*Анализ последних исследований.* В зависимости от технологических схем дальнейшей переработки замороженного сырья плоды кабачков и тыквы могут подвергаться замораживанию, как в целом, так и фрагментированном виде (кружочки, кубики и т.д.).

Однако при замораживании плодов в целом виде при высокой скорости замораживания наблюдается не только физическое разрушение продукта, но и повреждение на уровне клеток. В результате температурного градиента в различных слоях продукта одновременно происходят разные процессы. Наружные слои, в которых температура становится значительно ниже криоскопической, сжимаются, объем внутренних – увеличивается (до 9%), вследствие превращения воды в лед. Между этими слоями в продукте развивается давление, возрастающее по мере отвода теплоты. В тот момент, когда напряжение в поверхностных слоях превышает предел прочности, продукт растрескивается [3]. Поэтому кабачки и тыква должны храниться в фрагментированном виде. Однако в этом случае поверхность нарезанных кусочков покрывается капельками влаги (сок поврежденных клеток), что в процессе замораживания ведет к слипанию фрагментов в большие блоки.

*Результаты исследований.* Обоснуем оптимальные размеры кружочков кабачков и кубиков тыквы из соображения минимального расхода количества теплоты, которое необходимо отвести для охлаждения, подмораживания, а затем и замораживания кубиков тыквы и кружочков кабачков.

Если проанализировать совместно уравнение теплового баланса теплопроводности

$$Q = \rho \cdot V \cdot c \cdot (t_i - t_e) \quad (1)$$

$$Q = K \cdot F \cdot (t_{id} - t_{nd}) \cdot \tau \quad (2)$$

где  $Q$  – количество, отведенной теплоты, кДж;

$\rho$  – плотность кабачков и тыквы, кг/м<sup>3</sup>;

$c$  – теплоемкость кабачков и тыквы, кДж/кг·К;

$V$  – объем кусочков, м<sup>3</sup>;

$F$  – площадь, м<sup>2</sup>;

$\tau$  – время, с,

то можно сделать вывод о наличии еще трех факторов, позволяющих оптимизировать процесс замораживания кусочков. Так в уравнение теплового баланса входит объем ( $V$ ) кусочков, а в уравнение теплопередачи площадь ( $F$ ) и половина толщины ( $\delta$ ).

Величина ( $\delta$ ) входит в выражение

$$K = \frac{1}{\frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha}},$$

где  $K$  – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$\delta$  – половина толщины кусочка тыквы, м;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К);

$\alpha$  – коэффициент теплоотдачи от поверхности тыквы к

охлаждающему воздуху, Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Найдем из уравнения (1) количество теплоты, которое необходимо отвести для охлаждения, подмораживания, а затем и замораживания кусочков и подставив его в уравнения (2) с учетом (3) получим выражения для оптимальной толщины кусочков:

ТЫКВЫ

$$\delta = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a},$$

где  $a = \frac{l}{\lambda}$ ,  $b = \frac{l}{a}$ ,  $c = \frac{(t_{np} - t_{cp}) \cdot \tau}{\rho \cdot 2c(t_n - t_k)}$

кабачков

$$\delta = \frac{2\lambda(t_{np} - t_{cp})\tau}{\rho \cdot z \cdot c(t_n - t_k)} - \frac{\lambda}{a}$$

Проведенные расчеты показали, что оптимальные кусочки тыквы находятся в пределах 32 – 44 мм, кабачков 30-50 мм.

Проведенные теоретические исследования [4] показали, что толщина подмороженного слоя, обеспечивающего отсутствия поверхности кусочков тыквы и кабачков при переходе к основному этапу замораживания, т.е. отсутствие слипания кусочков, может быть представлена в виде

$$\delta = f(c_v, \rho, t_n, t_{кр}, c_{зам}, \rho_{зам}, L, z, t_{(\varepsilon, \tau)}),$$

где  $c_v$  и  $c_{зам}$  – удельная теплоёмкость при положительных и отрицательных температурах, Дж/м<sup>3</sup>/К

$\rho$ ,  $\rho_{зам}$  – плотность при положительных и отрицательных температурах, кг/ м<sup>3</sup>;

$t_n$ ,  $t_{кр}$ ,  $t_{(\varepsilon, \tau)}$  – температура начальная, криоскопическая, замораживания (среды), К;

$L$  – размер кубика, м;

$\delta$  – толщина подмороженного слоя, м.

Для подтверждения теоретических предпосылок нами были проведены экспериментальные исследования по определению адгезионных свойств кусочков кабачков и тыквы при различных температурах.

Для изучения адгезии использовали прибор [5], в котором усилие отрыва измеряется по деформации тензометрической балки с записью результатов на ленте осциллографа.

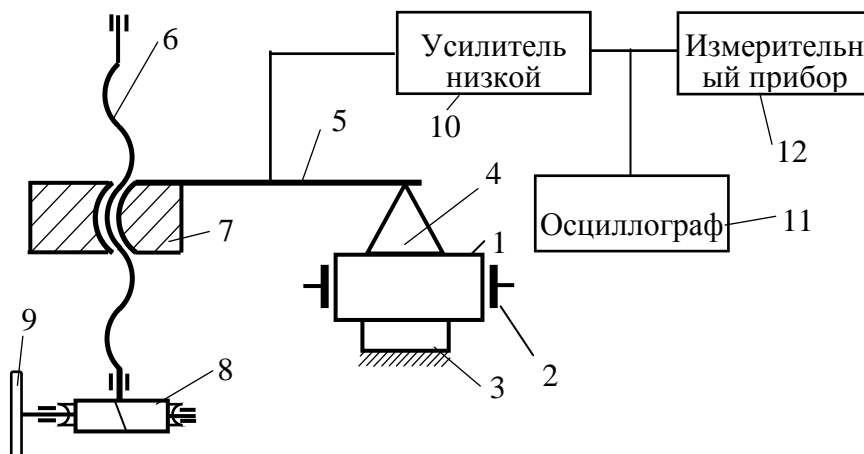


Рис. 1 - Схема прибора для измерения адгезии:

- 1 – образец; 2 – зажим; 3 – неподвижная площадка; 4 – пластина;  
 5 –тензометрическая балка; 6 – винт; 7 –гайка; 8 –червячная пара;  
 9 – маховик; 10 – тензоусилитель; 11 – осциллограф;  
 12 – измерительный прибор

Прибор (рис.1) работает следующим образом: образец 1, закрепляем в зажимах 2, Гайка 7, на которой закреплена тензометрическая балка 5, при вращении ходового винта 6 перемещается в зависимости от вращения вверх или вниз. Вращения винта осуществлялось через червячную пару 8 маховиком 9. Тензометрическая балка 5 представляет собой пластинку 4, изготовленную из нержавеющей стали 09X15H210, площадью  $0,111936 \text{ м}^2$ . Перед каждым опытом пластину очищали, обезвреживали и просушивали.

Балка закреплена так, что допускает проведение тарировки как до, так и после опытов.

Перед измерением тензометрическая балка плотно прижималась к образцу для установления полного контакта и удаления воздушных пузырьков

На рис.2 представлены графики зависимости адгезии от температуры поверхности кусочков кабачков и тыквы.

Анализируя графики на рис.2 можно сделать вывод, что понижение температуры поверхности продукта резко уменьшает адгезию, и при температуре минус  $5^{\circ}\text{C}$  прилипания прекращается, это объясняется тем, что образующаяся на поверхности кружочков ледяная корка препятствует слипанию фрагментов плодов между собой.

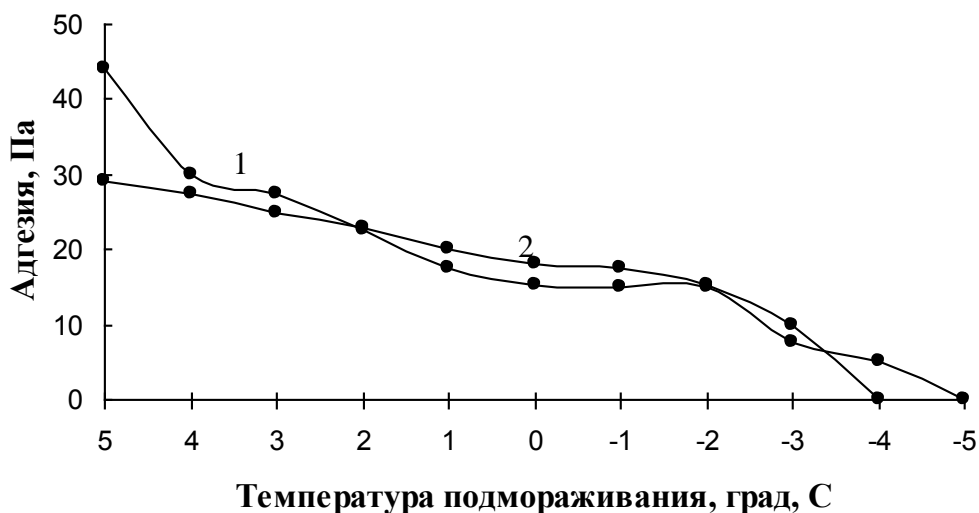


Рис.2. Зависимость адгезии от температуры поверхности образца.

1-кабачки, 2-тыква.

Показателями качества хранения тыквы и кабачков в замороженном виде является изменение состава сухих веществ и сахаров в процессе хранения. Содержание сухих веществ определяем высушиванием до постоянной массы (нерастворимые сухие вещества), содержание сахаров – феррицианидным методом.

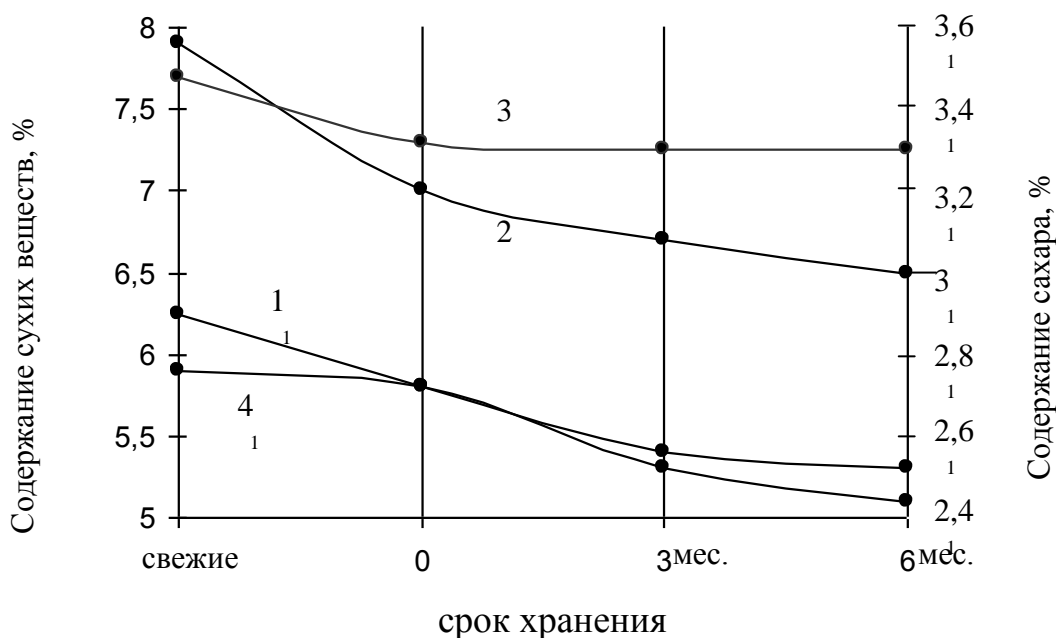


Рис. 3. Изменение содержания сухих веществ и сахаров в динамике хранения.

1-кабачки, 2-тыква – сухие вещества,

3-кабачки, 4-кабачки – изменение содержания сахаров при хранении

Изменение содержания сухих веществ и сахаров при хранении

приведено на рис3. Изменение сухих веществ имело сходную направленность как для тыквы так и кабачков. Результаты исследований содержания сухих веществ показали, что сохранность их при длительном хранении в замороженном виде в течении 6 месяцев колеблется от 79 до 82%.

Содержание сахаров снижалось, вначале снижение было намного интенсивнее. Это можно объяснить расходом сахаров при дыхании и разной интенсивностью дыхания. К концу хранения сохранность сахаров замороженных продуктов составила 85,7...92%.

#### **Выводы**

1. Проведенные расчеты показали, что оптимальные размеры кусочков тыквы 32-44 мм, для кабачков 30-50 мм.

2. Установлено, что подмораживание кабачков и тыквы проводить до температуры минус 5<sup>0</sup>С, при этой температуре резко уменьшается адгезия, и прилипание кусочков между собой прекращается.

3. При длительном хранении кабачков и тыквы в замороженном виде сохраняемость сухих веществ колеблется в пределах 79-82%, а сахаров 85,7...92%.

#### **Литература**

1. Данченко Л.В., Надыкта В.Д. Безопасность пищевой продукции. -М.: ДеЛипринт, 2005.
2. Колтунов В.А., Пузік Л.М. Зберігання гарбузових плодів: Наук. видання /Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва –Х., 2004.-365с.
3. Антонов А.А. Совершенствование производства быстрозамороженных пищевых продуктов с использованием низкотемпературных проточных систем холодоснабжения. Дис. д.т.наук, М., 2003.-348с.
4. Стручаев К.Н., Ялпачик В.Ф., Бровченко С.О. Теоретическое обоснование толщины подмораживания тыквы // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины.-2004,-N2.-с.189-193.
5. Ялпачик В.Ф. Методика визначення фізико-механічних та теплофізичних властивостей плодів, овочів і ягід при тривалому зберіганні в замороженому виді // Праці ТДАТА. Вип.29 – Мелітополь.-2005.-с.81-90.

### **TECHNOLOGY OF THE PROTRACTED STORAGE CHEAP RESTAURANTS AND PUMPKIN IN THE FROZEN KIND**

Yalpachik V.F.

#### ***Summary***

Results over of theoretical and experimental researches are in-process brought on determination of optimum sizes of pieces of cheap restaurants and pumpkin for the protracted storage in the frozen kind. The temperature of freezing of pieces is set, at which adhesion of pieces is removed between itself.