

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОДОВООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

В настоящее время одной из важнейших проблем является обеспечение населения продовольствием на основе рационального использования сельскохозяйственного сырья, сокращения его потерь, повышение эффективности производства во всем агропромышленном комплексе. При этом ставится задача организовать снабжение не только в сезон переработки и не только в сырьевых зонах, но в течении всего года, во всех регионах страны и в широком ассортименте. Достигнуть этого можно только при хорошей организации транспортирования, хранения и переработки сельскохозяйственных видов сырья.

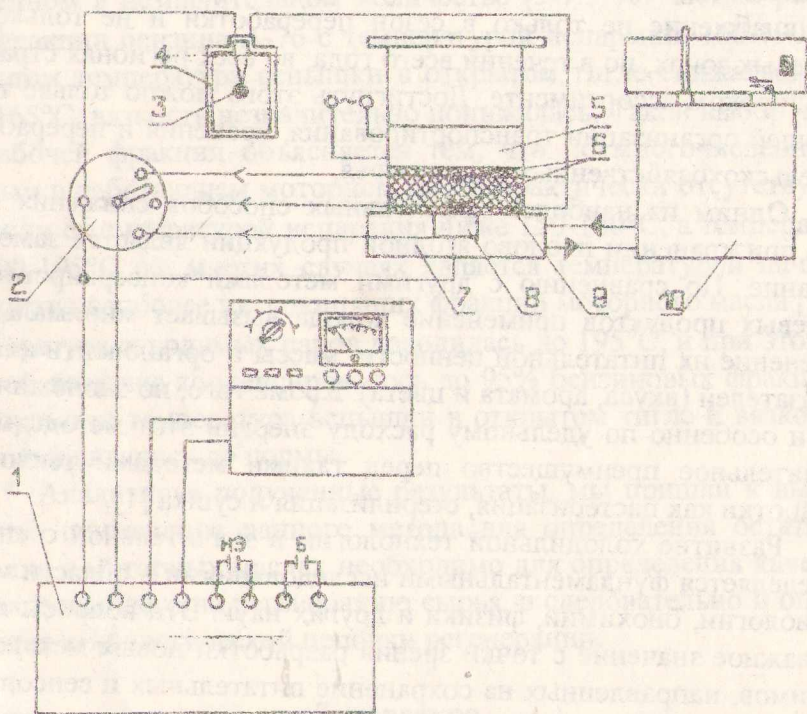
Одним из наиболее эффективных способов снижения потерь при хранении плодово-ягодной продукции является замораживание. По сравнению с другими методами консервирования пищевых продуктов применение холода вызывает минимальное изменение их питательной ценности, массы и органолептических показателей (вкуса, аромата и цвета). Кроме того, по экономичности и особенно по удельному расходу энергии этот метод имеет значительное преимущество перед такими методами тепловой обработки как пастеризация, стерилизация и сушка [1].

Развитие холодильной технологии в значительной степени определяется фундаментальными исследованиями в области микробиологии, биохимии, физики и других наук. Эти вопросы имеют важное значение с точки зрения разработки новых методов и режимов, направленных на сохранение питательных и сенсорных свойств готовой продукции. Однако вопросы исследования по теплофизическим характеристикам этой продукции освещены недостаточно. Особенно проблематичным является длительное хранение такой плодовоовощной продукции, как черешня, вишня, слива, а также некоторые виды овощей. Поэтому целью этой работы является получение количественных данных относительно процесса замораживания во времени и влияние его на скорость и

температуру замораживания, с учетом коэффициента теплопроводности.

В качестве модельной системы для исследования выбран коэффициент теплопроводности сельскохозяйственного сырья непосредственно влияющий на время замораживания.

Для проведения эксперимента использована установка для определения коэффициента теплопроводности сельскохозяйственной продукции (рис. 1).



**Рис. 1.** Схема экспериментальной установки для определения коэффициента теплопроводности сельскохозяйственного сырья: 1-потенциометр; 2- переключатель; 3- термопара; 4- сосуд Дьюара; 5- нагреватель; 6- термопара; 7- холодильный; 8- датчик теплового потока; ячейка с соломой; 10- термостат.

Продукт помещается в ячейку между холодильником и нагревателем прибора. После достижения стационарного режима проводились измерения.

Коэффициент теплопроводности определяем по формуле:

$$\lambda = \frac{q \cdot \delta}{\Delta t} \quad (1)$$

где:  $\delta$  - толщина продукта, м;

$q$ - плотность теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>;

$\Delta t$ - разность температур холодной и горячей поверхностей продукта, К.

Таким образом был установлен коэффициент теплопроводности, непосредственно влияющий на время замораживания плодоовощной продукции: черешня  $\lambda = 0,33$  Вт/(м·К); клубника  $\lambda = 0,35$  Вт/(м·К); смородина  $\lambda = 0,28$  Вт/(м·К).

Время размораживания плодоовощной продукции [2]:

$$\tau = \frac{q_3 \cdot \rho \cdot \delta}{87 \cdot \lambda_m \cdot \Delta t} \cdot \left( \delta + \frac{4 \cdot \lambda_m}{\alpha} \right), \quad (2)$$

где:  $q_3$ - теплота замораживания 1 кг продукта, Дж; ( $q = \varphi \cdot \omega \cdot \tau_3$ );

$\varphi$ - влажность продукта;

$\omega$ - доля вымороженной воды при средней конечной температуре замораживания;

$\tau_3$ - удельная теплота затвердевания, Дж/кг;

$\rho$ - плотность продукта, кг/м<sup>3</sup>;

$\delta$ - толщина продукта, м;

$\lambda$ - коэффициент теплоотдачи, Вт/(м·К);

$\Delta t$ - разность между криоскопической температурой продукта и температурой охлаждающей среды, °С;

$\alpha$ - коэффициент теплопередачи; Вт/м<sup>2</sup>.

Время замораживания имеет непосредственную зависимость с температурой охлаждения, выраженная графиком рис.2 [1].

Отсюда можно сделать вывод, что с увеличением коэффициента теплопроводности увеличивается температура охлаждения и уменьшается время замораживания. Поэтому плодоовощная продукция имеющая высокий коэффициент теплопроводности

сти может подвергаться быстрому замораживанию (5-10см/час) [2]

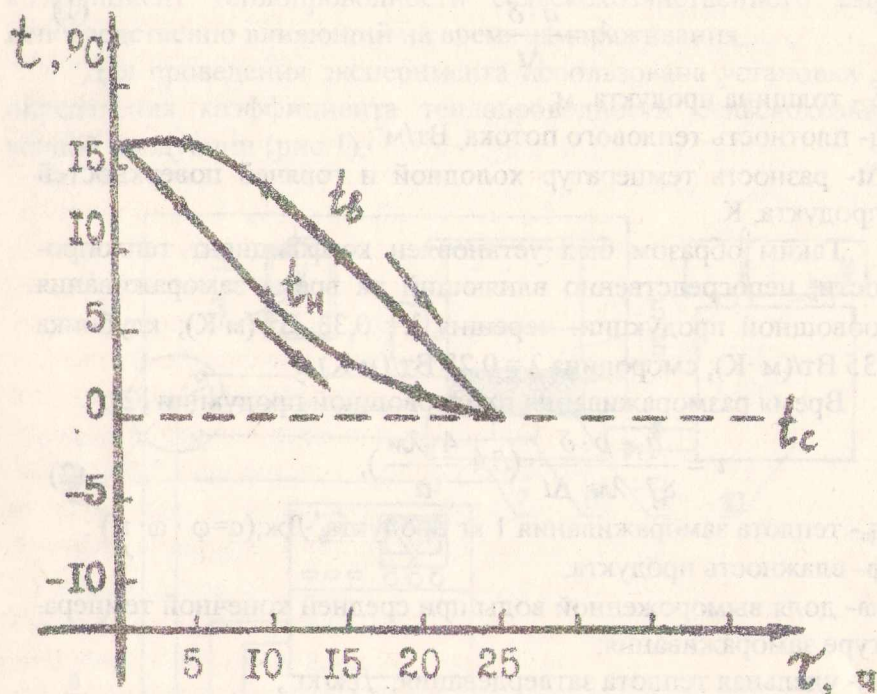


Рис.2. Зависимость температуры от времени при охлаждении продукта ( $t_c$  - температура внешней среды,  $t_n$  и  $t_b$  - температура поверхности тела и внутри плодов).

При размораживании такого продукта хорошо восстанавливаются его первоначальные свойства, что и является целью при замораживании плодовоовощного сырья.

#### Литература:

1. Я. Грубы/Производство замороженных продуктов. - М. :Агропромиздат.-1990 г.
2. Н.Д. Кочетков/Холодильная техника. - М.-1966 г.
3. Рекомендации по замораживанию плодов косточковых культур. Запорожье ИОС ААН, 1976 г.