

УДК 621.57.048.982

А.П. Ломейко

Таврический государственный агротехнологический университет, г.Мелитополь, пр.Б.Хмельницкого, 18.

## ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВАКУУМНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

*В статье приведен анализ последних достижений в области вакуумного охлаждения, определены их преимущества и недостатки, а также предложена конструктивная схема установки для вакуумного охлаждения растительной продукции.*

*Ключевые слова: Растительная продукция - Методы консервирования - Вакуумное охлаждение - Конструктивная схема - Вакуум-насос - Вакуумная камера*

*The analysis of existent methods and methods of storage of vegetable raw material is resulted in the work, their advantages and failings are indicated and the most rational method of storage of products of plant-grower is offered in agriculture.*

*Keywords: Vegetable products - Canning methods - Vacuum cooling - Structural chart - Vacuum-pump - Vacuum chamber*

### I. ВВЕДЕНИЕ

Большинство пищевых продуктов в процессе хранения могут поддаваться нежелательным изменениям. Чаще всего они вызываются микроорганизмами, под воздействием которых происходит распад сложных химических веществ. В итоге появляются новые, более простые по составу вещества, которые владеют неприятным вкусом и запахом. Консервируя пищевые продукты, можно прекратить или замедлить деятельность микроорганизмов, а также разрушить ферментную систему и таким способом предотвратить нежелательные изменения продуктов.[1]

Проанализировав все способы и методы консервирования [2], было установлено, что более целесообразно использовать быстрое охлаждение или замораживание основанные на принципе анабиоза, потому что эти способы позволяют хранить продукт длительное время, практически не изменяя при этом его физических, химических и качественных свойств.

При быстром замораживании продуктов биохимические изменения в них протекают менее интенсивно, сохраняется качество продукции и увеличивается срок ее хранения. Но наиболее универсальным для растительного сырья является охлаждение, так как некоторые виды и сорта овощей, ягод и фруктов не рекомендуется замораживать.

Существующие в настоящее время способы охлаждения включают: воздушное охлаждение при естественной и принудительной циркуляции в камерах, гидроохлаждение, вакуумное охлаждение, охлаждение в среде жидкого азота. Среди существующих способов перспективным считается вакуумное охлаждение, принцип которого основан на снижении температуры в результате испарения поверхностной влаги при давлении ниже давления насыщения.[3]

С учетом перспективности данного способа были проанализированы существующие разновидности вакуумного охлаждения: охлаждение испарением под вакуумом поверхностной влаги; охла-

ждение испарением под вакуумом влаги, приобретенной продуктом в результате опрыскивания его поверхности (свекла, морковь, картофель, яблоки и др.); охлаждение испарением под вакуумом воды, внесенной в камеру в лотках.

Вакуумное охлаждение впервые было применено в США в 1964г. На настоящее время этот способ широко распространен в США и все большее применение находит в Голландии, Швеции, Норвегии, Франции, Испании и Италии. Но анализ литературных исследований вакуумного охлаждения растительного сырья показывает недостаточность информации необходимой для разработки отечественных установок с целью внедрения в производство перспективного способа консервирования в Украине.

На основе анализа литературных источников необходимо теоретически обосновать рациональную конструктивную схему установки для вакуумного охлаждения растительной продукции.

### II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для вакуумного охлаждения растительной продукции предлагается конструктивная схема установки. (Рис.1) Партию растительной продукции с содержанием свободной воды можно охладить в глубоком вакууме.

Вакуум следует поддерживать на уровне 4,5–5,0 мм ртутного столба (600–667 Па) вода замерзает при давлении 4,6 мм ртутного столба (613 Па), то есть при 0 °С. Другой контрольной точкой служит давление 7,6 мм ртутного столба (1013 Па), что соответствует 7 °С.

В процессе вакуумного охлаждения применяется большая камера трубчатого типа 6, герметично закрытая двумя подъемными дверцами 7. Продукт 8 пакетируется и загружается в камеру с помощью тележек 9 или вильчатого погрузчика. Диаметр камеры около 2,5 м, длина меняется в зависимости от продукта и интенсивности обработки. Для экономии занимаемой площади, дверцы открываются вертикально. Вакуум создается двух-

каскадным вакуум-насосом 1, мощность которых подбирается для отсасывания соответствующего объема паров. Для создания вакуума также применяются пароструйные вакуумные системы.

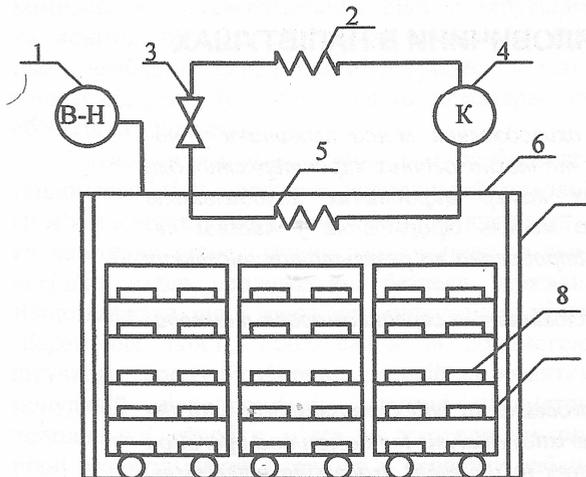


Рисунок 1 - Схема установки для вакуумного охлаждения растительной продукции:

- 1 – двухкаскадный вакуум-насос; 2 – конденсатор;  
3 – терморегулирующий вентиль; 4 – компрессор;  
5 – воздухоохладитель; 6 – вакуумная камера;  
7 – дверцы камеры; 8 – упакованный продукт;  
9 – тележка.

В камерах расположены змеевики 5, охлажденные примерно до  $-6,7^{\circ}\text{C}$ . Свободная влага собирается на змеевиках в виде инея, позволяя тем самым снизить объем откачиваемых вакуум-насосами воздуха и воды.

Так как тепловая нагрузка в начале вакуумирования очень высока, в некоторых конструкциях предусмотрены морозосборники или теплосборники соответствующего типа, которые компенсируют пиковые нагрузки. Охлаждающие змеевики могут также размещаться в первом каскаде или на стороне всасывания в вакуум-насосы.

В процессе работы продукт загружается в вакуумную камеру, закрываются дверцы, запускаются вакуум-насосы (сначала второй каскад) и включается охлаждение. Свободная вода начинает испаряться, когда уровень вакуума доводится до температуры кипения воды при начальной температуре, соответствующей начальной температуре продукта.

После охлаждения продукта до заданной температуры вакуум-насосы отключаются, вакуум заполняется. При помощи горячего воздуха или воды с охлаждающих змеевиков удаляется иней. После слива из камеры талая вода с воздухом готова для следующей партии продукта.

Управлять системой вакуумного охлаждения относительно просто. Психрометрический термограф/терморегулятор измеряет температуру смоченного термометра в камере и обеспечивает остановку процесса при заданной температуре. В общем, температура смоченного термометра близка к температуре продукта, которая также регистрируется.

Этот способ обеспечивает большую скорость охлаждения (10—15 мин). Испарение влаги на 1% от массы продукта приводит к снижению его температуры на  $5,5^{\circ}\text{C}$ . Максимальная потеря влаги при вакуумном охлаждении плодов и овощей в течение 15—20 мин составляет 2,4 %, в то время как для достижения той же температуры при воздушном охлаждении в изотермических вагонах затрачивается несколько часов, а потеря влаги составляет 2,5-3,5 %; при туннельном и камерном охлаждении она достигает 4 %.

Предварительное смачивание продукта перед вакуумным охлаждением дает возможность снизить его температуру к  $0^{\circ}\text{C}$  без потерь влаги самого продукта, то есть естественный убыток может быть сведен к нулю.

С учетом перспективности данного способа были проанализированные существующие три разновидности вакуумного охлаждения: [3]

- 1) охлаждение испарением под вакуумом поверхностной влаги (для листовых овощей);
- 2) охлаждение испарением под вакуумом влаги, приобретенной продуктом в результате опрыскивания его поверхности (морковь, картофель, яблоки и др.);
- 3) охлаждение испарением под вакуумом воды, внесенной в камеру в лотках.

### III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Будучи относительно простым, вакуумное охлаждение является минимально расходным способом при охлаждении некоторых овощей. Другим его преимуществом является возможность использования практически любого типа упаковки охлаждаемого продукта.

При достаточно высоких скоростях откачивания длительность вакуумно-выпарного охлаждения почти на два порядка меньше чем конвективного. Соответственно уменьшаются и расходы энергии на охлаждение. Кроме того, быстрое охлаждение продуктов, особенно после тепловой обработки, обеспечивает длительное их хранение и является основой разработки и внедрения новых прогрессивных технологий в пищевой промышленности и обеспечения населения продуктами питания. Кроме энергетической выгоды здесь одновременно решаются вопросы экологии и повышения конкурентоспособности продукции.

### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Рогов И.А., Куцакова В.Е., Филлипова В.И., Фролов С.В. Консервирование пищевых продуктов холодом. – М.: Колос, 1999. – 168 с.
2. Флауменбаум Технология консервирования плодов, овощей, мяса и рыбы / 2-е вид. перер. та доп. – М.: "Колос", 1993 - 320с.
3. Мазур А., Ковганко Р., Акулов В. Способы охолодження. // Технології переробки та упаковки – 2002 - №4.