

## ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ КРИОЛАБИЛЬНОГО СЫРЬЯ

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет»

*В статье представлена технологическая линия по комплексной обработке мелкоплодного термолабильного сырья для получения замороженных измельченных полуфабрикатов, разделенных на фракции по степени дисперсности.*

**Ключевые слова:** замораживание, криоизмельчение, криоконсервирование, криосепарация, криопротектор, электромагнитная обработка.

---

Низкотемпературные технологии благодаря неоднократному доказательству своей эффективности, по сей день остаются одним из главных стратегических приоритетов продовольственной безопасности страны. Инновации в области низкотемпературной техники позволили начать совершенствование существующей технологии холодильной обработки пищевого сырья. Прежде всего, это относится к продуктам, которые из-за реологических, физических и химических особенностей в процессе замораживания теряют большую часть нативных свойств.

Криолабильные продукты имеют наибольший потенциал ухудшения показателей химического состава. К криолабильным относятся растительные продукты, имеющие высокие показатели витаминно-минерального комплекса. Более 30 процентов урожая сезонных криолабильных фруктов не используются, что вызывает дефицит данных фруктов и снижение необходимых витаминов и минералов в рационе, особенно в авитаминозный период.

Применение принятой технологии, без использования прорывных методов криообработки, не дает возможности получить продукт высокого качества. В результате применения принятой обработки продукт теряет около 60-85 % всей части химического состава: сначала это происходит из-за процесса сушки (около 40-70 %) и далее – замораживания (часто используется вкуче с криоизмельчением). Получаемый данным методом продукт имеет пониженные показатели биологически активных веществ.

Решить вышестоящую проблему смогут следующие эффективные процессы: криопротектирование, обработка низкочастотным и сверхвысокочастотным электромагнитным полем, а так же криоизмельчение и криосепарация.

Обработка растительных продуктов ЭМП НЧ позволяет извлечь часть связанной влаги из клеточных мембран, тем самым освободить место для раствора криопротектора [1]. А корочка льда, образованная в результате замораживания вышедшей под воздействием ЭМП НЧ влаги не позволяет произойти усушке и как ее следствию – снижению содержания химических веществ.

Обработка криопротектором при замораживании позволяет сохранить в 3-5 раз больше биологически активных веществ (БАВ) в исходном продукте по сравнению с принятым методом. Обработка ЭМП СВЧ позволяет ускорить диффузию криопротектора в обрабатываемое сырье, что способствует увеличению эффективности пропитки. Обработка криопротектором длится 7...20 минут, а

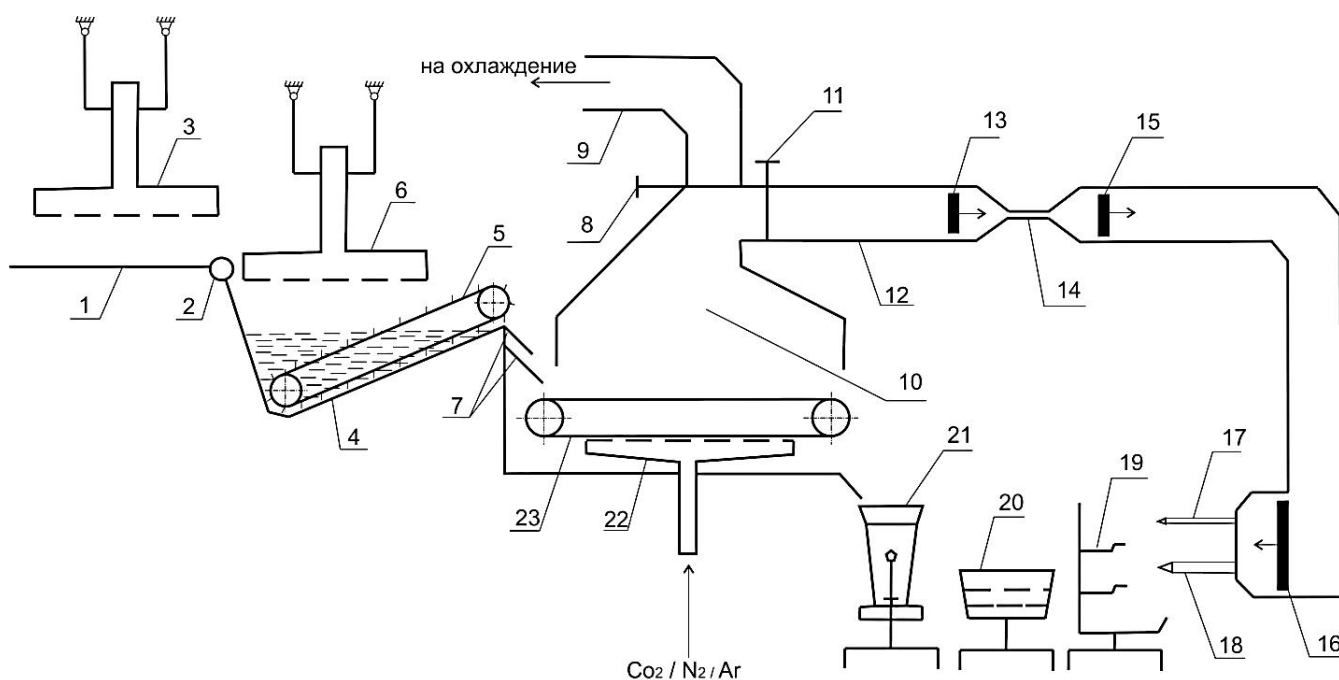
обработка ЭМП СВЧ осуществляется в начале обработки криопротектором в течение 0,5...1,5 минут, после чего воздействие ЭМП СВЧ прекращается.

Повышение эффективности пропитки криопротектором достигается за счет разности осмотических давлений между клетками продукта и раствором криопротектора. Под воздействием ЭМП НЧ влага переходит в межклеточное пространство, тем самым освобождая место для концентрированного раствора криопротектора. Коротковолновое СВЧ-излучение способствует увеличению скорости диффузии раствора (благодаря повышению проницаемости клеточных мембран) в клеточные структуры за счет увеличения скорости движения молекул.

Криоизмельчение в течение непродолжительного времени (от 5 до 30 сек) с заданной работой дезинтегратора позволяет получить различные по дисперсности фракции получаемого полуфабриката. Криосепарация позволяет получить различные по массе фракции продукта, что позволяет расширить возможности применения исходного полуфабриката [2, 3].

В целом разработанная технология позволяет производить высококачественные фракционированные замороженные порошки (полуфабрикаты) из криолабильного сырья.

На рисунке представлена линия по комплексной обработке криолабильного сырья.



**Рис. 1.** Линия по обработке криолабильного сырья.

1 - стол для обработки ЭМП НЧ, 2 - шарнир, 3 - генератор ЭМП НЧ, 4 - ванна с криопротектором, 5 - фторопластовая пористая гофрированная транспортная лента, 6 - генератор ЭМП СВЧ, 7 - направляющие пластины, 8, 11 - задвижка, 9, 12 - трубопровод, 10 - вытяжка, 13, 15, 16 - вентилятор, 14 - дросселирующий патрубок, 17, 18 - сопла, 19 - сепаратор, 20 - фракционные сита, 21 - криомельница, 22 - устройство подачи хладагента, 23 - фторопластовая пористая транспортная лента

Представленная линия работает следующим образом. Мелкоплодное (или нарезанное) сырье при желательной высокой относительной влажности воздуха в целях предупреждения высокой степени усушки и денатурации витамина С, располагается на столе 1, где обрабатывается низкочастотным электромагнитным полем, генерируемого устройством 3. С помощью шарнирного соединения 2 обработанный ЭМП НЧ продукт погружается в ванну с криопротектором 4, где в течение непродолжительного времени на начальной стадии криопротектирования происходит обработка ЭМП СВЧ. Обработанный продукт через транспортер 5 и направляющие пластины 7 попадает на транспортную ленту 23, на которой происходит замораживание через устройство 22. Замороженное сырье попадает в криомельницу 21, далее фракционируется либо с помощью фракционных сит 20, либо инертным газом с помощью сепаратора 19. Метод газовой криосепарации в данном случае называется условно, т.к. разделение происходит газо-воздушной смесью.

Газовое разделение осуществляется за счет поступления отработанного хладагента через вытяжку 10 с помощью вентиляторов 13,15,16 к соплам 17,18, за счет которых газо-воздушных струй которых достигается получение трех фракций продукта. При необходимости, используя задвижку 11, можно осуществить перепуск паров через трубопровод 9 на охлаждение или другие цели. При конструировании подобной технологической линии необходимо предусматривать возможность установления скорости вращения ротора вентиляторов и регулирование подачи газо-воздушной смеси в сопла 17,18.

Потенциально данная линия может быть механизирована без применения емких машин и оборудования. Данную нетиповую технологическую линию можно сконструировать в условиях среднего предприятия усилиями опытных инженеров-конструкторов с соблюдением всех условий СНИПов, ГОСТов и СанПиНов, при этом большая часть затрат будет приходиться на такое оборудование, как электроприводы аппаратов (перфорированных лент, криомельница), генераторы электромагнитных полей (большая доля затрат приходится именно на них) и вентиляторы.

При небольшой длине трубопроводов отсутствует необходимость устанавливать вентиляторы с электродвигателями, а сами вентиляторы могут быть из пластмассовых материалов, что уменьшает затраты на электроэнергию и косвенным образом понижает потенциальную температуру криоразделения.

В целях сохранения полученных по предлагаемой технологии замороженных порошков высокого качества, необходимо строго соблюдать условия хранения, чтобы температура не повышалась выше отметки  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , т.к. происходит перестроение кристаллических структур и, как следствие образование конгломератов, разрывающих ткани биологического материала. Температурный перепад также нежелателен и не должен быть более  $1,5...2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Температура около минус 30 является достаточной для процесса криоизмельчения, т.к. установлено [4], что данная температура является достаточной для преодоления (минимизации) сил трения пищевого материала для качественного осуществления процесса криоизмельчения.

Решению проблемы кристаллизации в клетках и тканях способствует применение криопротектора, который, при должной обработке ЭМП НЧ, заполняет пространство и при криообработке не дает кристаллам разрастись до размеров,

разрушающих тканевую и клеточную структуры продукта. Немаловажно применение безопасных криопротекторов.

Предложенные принципы обработки позволяют получать продукт с высоким показателем химического состава и органолептических характеристик, а также разделить продукт на фракции для применения в различных рецептурах комбинированных, обогащенных и функциональных продуктах [4]. Кроме того, при условии дальнейшей сублимации, полученный по предлагаемому методу (с применением ЭМП НЧ) сублимированный порошок наличествует меньшим остаточным количеством влаги (4-6 %), чем по принятой технологии (7-9 %), т.е. на 40-80 %, что также увеличивает сроки его хранения.

### **Литература:**

1. Касьянов Г.И., Сязин И.Е. Технология обработки растительных продуктов низкочастотным электромагнитным полем // Сельское, лесное и водное хозяйство. – Май, 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agro.snauka.ru/2012/05/306>.
2. Касьянов Г.И., Сязин И.Е., Лугинин М.И., Коноплева В.А., Раздорожная Е.Е. Технология криообработки и криопереработки растительного сырья // Современные научные исследования и инновации. – Март, 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2012/03/10751>.
3. Касьянов Г.И., Сязин И.Е. Технология низкотемпературного консервирования и разделения на фракции пищевой субтропического сырья // Современная техника и технологии. – Апрель, 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://technology.snauka.ru/2012/04/494>.
4. Рогов И.А., Бабакин Б.С., Фатыхов Ю.А. Криосепарация сырья биологического происхождения. – Рязань: Наше время, 2005. – 288 с.

---

**Dr.Sci.Tech., professor G.I. Kasyanov, post-graduate I.E. Syazin**

### **THE TECHNOLOGY OF CRYOLABILE RAW MATERIALS**

*FSBEI HPE «Kuban State Technological University»*

*In the article has been represented the technological scheme of complex processing of thermolabile raw materials for the manufacture of frozen crushed semi-finished products fractioned into dispersions.*

**Keywords:** *freezing, cryocrushing, cryopreservation, cryoseparation, cryoprotectant, electromagnetic processing.*

---