

УДК 621.56/.59/664.8

UDK 621.56/.59/664.8/664.9

**СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ  
КРИОКОНСЕРВИРОВАНИЯ И  
КРИОСЕПАРАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО  
СЫРЬЯ**

**MODERN METHODS OF  
CRYOCONSERVATION AND  
CRYOSEPARATION OF VEGETATIVE RAW  
MATERIALS**

Сязин Иван Евгеньевич  
аспирант

Syazin Ivan Evgenevich  
postgraduate student

Касьянов Геннадий Иванович  
Заслуженный деятель науки РФ, Заслуженный изобретатель РФ, д.т.н., профессор

Kasyanov Gennady Ivanovich  
Honored Science Worker of Russian Federation,  
Deserved Inventor of Russian Federation,  
Dr.Sci.Tech., professor

Лугинин Михаил Игоревич  
к.т.н.  
*Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия*

Luginin Mihail Igorevich  
Cand.Sci.Tech.  
*Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia*

В данной статье рассмотрены усовершенствованные авторами способы криоконсервирования и криосепарации пищевого растительного сырья. Также авторами приводятся предлагаемые усовершенствования технологии криоизмельчения и криосепарации на примере растительного сырья

In this article, the improved methods of cryoconservation and cryoseparation of food vegetative raw were investigated. Also, the authors have investigated the proposed improves of cryocrushing and cryoseparation technologies of vegetative raw

Ключевые слова: КРИОКОНСЕРВИРОВАНИЕ, ЗАМОРАЖИВАНИЕ, КРИОИЗМЕЛЬЧЕНИЕ, КРИОСЕПАРАЦИЯ, РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ, ТЕХНОЛОГИЯ

Keywords: CRYOCONSERVATION, FREEZING, CRYOCRUSHING, CRYOSEPARATION, VEGETATIVE RAW MATERIALS, TECHNOLOGY

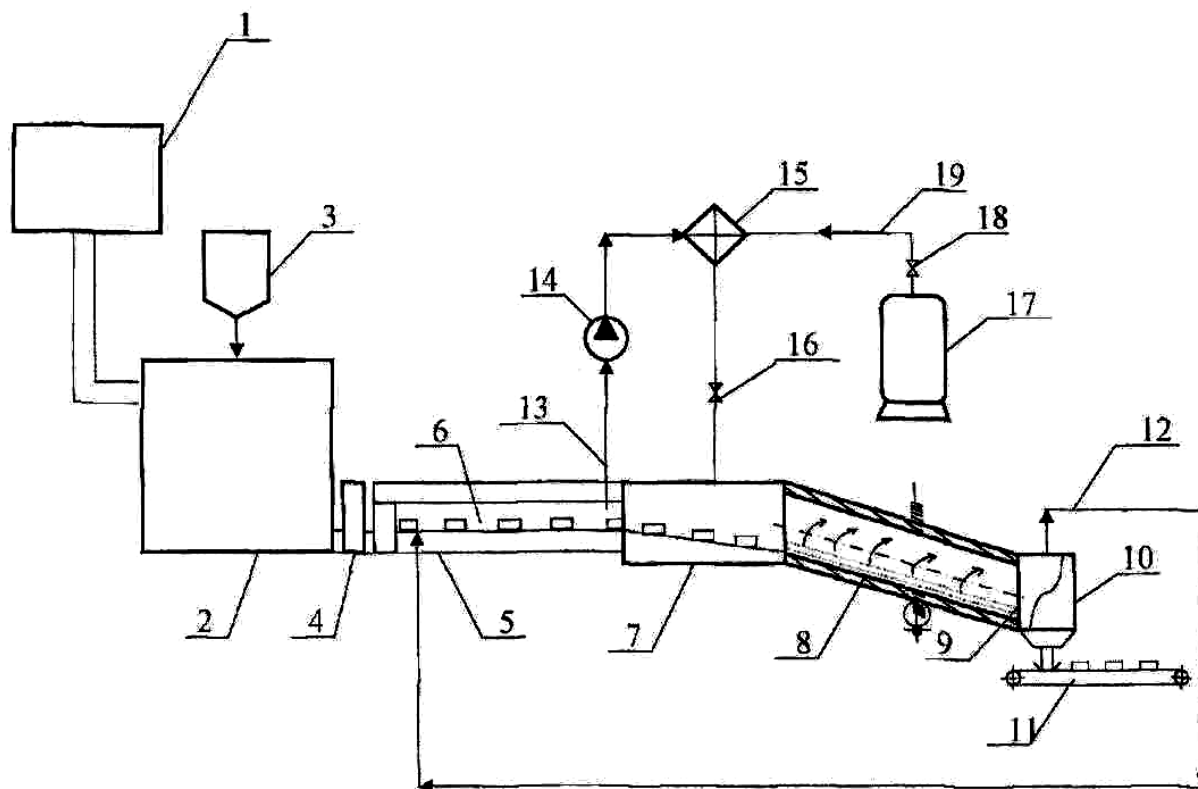
Благодаря активному применению в пищевой промышленности инертных газов в качестве хладагентов, технология производства замороженных продуктов является одной из наиболее перспективных для научных исследований.

Выявленная перспективность применения криотехнологии на базе производства замороженных пищевых продуктов дала толчок совершенствованию технологии и оборудования для процессов криоконсервирования, криоизмельчения и криосепарации [4].

Известна линия по производству замороженных полуфабрикатов [2]. Недостатками данной линии является низкая пищевая и биологическая ценность, повышенная бактериальная обсемененность, низкий срок хранения продукта. С целью создания технологической линии, не имеющей данных недостатков, авторами рассмотрена возможность производства замо-

роженных продуктов с применением обогащения продукта  $\text{CO}_2$ -экстрактом, применением деаэрирования и предварительного охлаждения.

На рисунке 1 изображена технологическая линия производства замороженных полуфабрикатов.

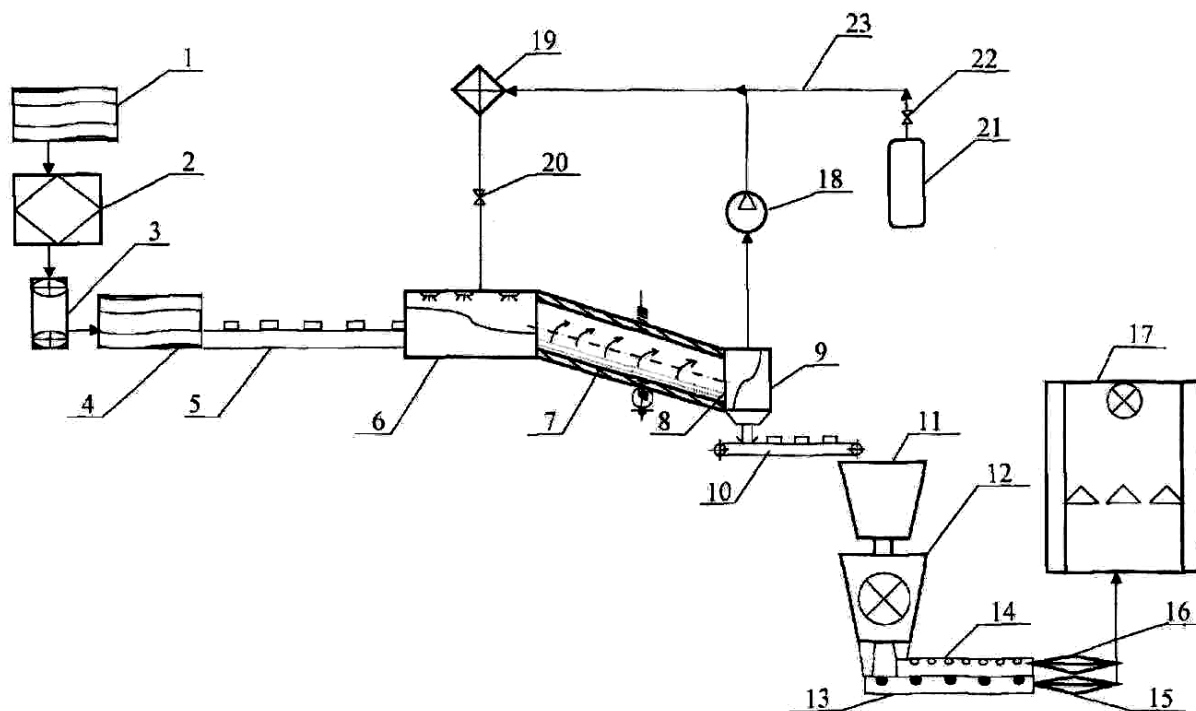


1 – гомогенизатор, 2 – машина для формовки, 3 – емкость с экстрактом, 4 – деаэра-  
тор, 5,11 – транспортер, 6 – камера охлаждения, 7 – камера предварительной замо-  
розки, 8 – морозильная камера, 9 – иллюз, 10 – бункер, 12,13,19 – трубопровод,  
14 – насос, 15 – конденсатор, 16 – дроселирующий вентиль, 17 – баллон с жидким  
 $\text{CO}_2$ , 18 – вентиль

Рисунок 1 – Технологическая линия производства замороженных  
полуфабрикатов

Добавление в схему емкости с экстрактом позволяет повысить пи-  
щевую и биологическую ценность продукта, деаэрактор позволяет понизить  
бактериальную обсемененность продукта, камера предварительного охла-  
ждения позволяет увеличить сроки хранения продукта (за счет более быст-  
рого процесса замораживания).

Также авторами рассмотрена возможность производства замороженных растительных продуктов с разделением на фракции (рисунок 2).



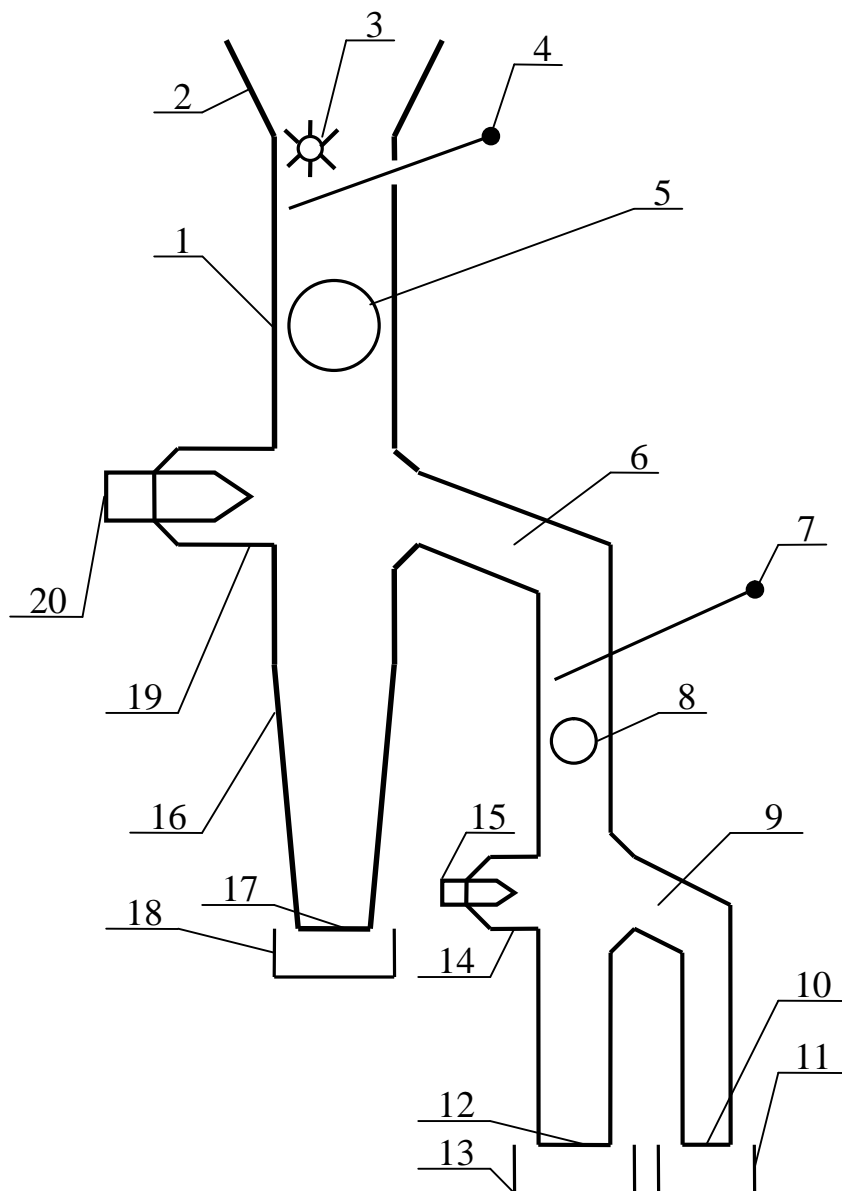
1,4 – моечная машина, 2 – машина для очистки, 3 – машина для нарезки, 5,10,13,14 – транспортер, 6 – камера для обработки сырья жидким  $CO_2$ , 7 – морозильная камера, 8 – шлюз, 9 – бункер, 11 – криомельница, 12 – криосепаратор, 15,16 – сортировочно-расфасовочная машина, 17 – камера хранения, 18 – насос, 19 – конденсатор, 20 – дроссельный вентиль, 21 – баллон с  $CO_2$ , 22 – вентиль, 23 – трубопровод

Рисунок 2 – Технологическая линия производства замороженных полуфабрикатов с разделением на фракции

Результатом применения данной технологической линии является производство замороженного растительного полуфабриката, разделенного фракции. Недостатком является разделение продукта всего на две фракции и низкое качество продукта из-за окисления разделяющим воздухом.

Интересным и важным направлением производства замороженных пищевых продуктов является криосепарация и криоизмельчение растительного сырья.

Авторами предложена усовершенствованная модель криосепаратора разделения пищевого растительного сырья с использованием инертного газа (рис. 3) на основе криосепаратора, предложенного В.В. Илюхиным [3].



1 – канал для загрузки исходного сырья, 2 – бункер, 3 – скребковый вал для подачи сырья, 4, 7 – задвижка, 5 – барабан большой, 6 – патрубок отвода второй фракции, 8 – барабан малый, 9 – патрубок отвода третьей фракции, 10 – шлюзовый затвор для третьей фракции, 11 – приемная емкость для третьей фракции, 12 – шлюзовый затвор для второй фракции, 13 – приемная емкость для второй фракции, 14, 19 – патрубок подачи холодного газа, 15, 20 – распылительные форсунки, 16 – патрубок отвода первой фракции, 17 – шлюзовый затвор для первой фракции, 18 – приемная емкость для первой фракции

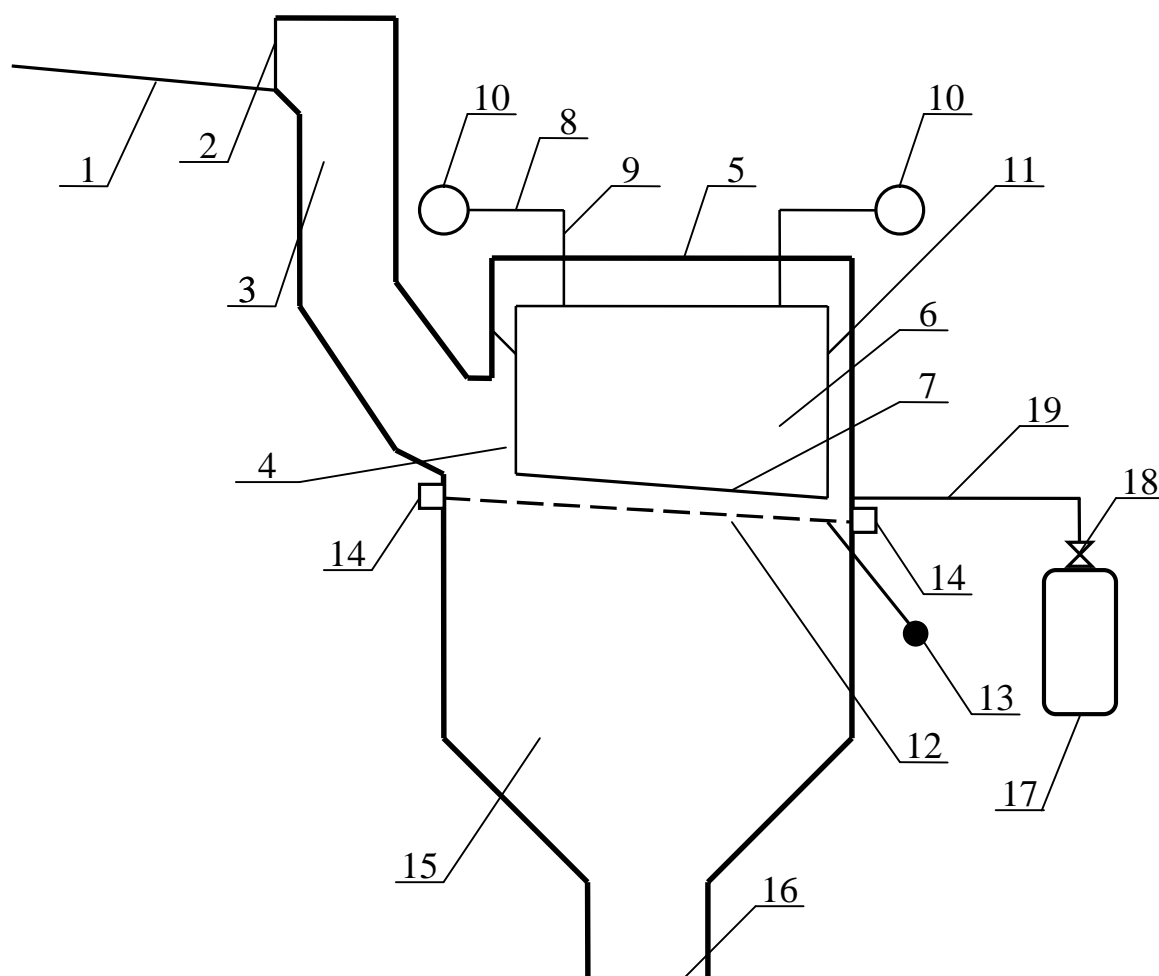
Рисунок 3 – Усовершенствованная модель криосепаратора для разделения пищевого растительного сырья с использованием инертного газа

Предложенный вариант криосепаратора от прототипа, предложенного В.В. Илюхиным, отличается тем, что происходит разделение растительного сырья на три фракции. Первая фракция используется в приготовлении фарша, в овощных салатах. Вторая фракция используется для приготовления бутербродных паст. Третья фракция используется для обогащения пищевых продуктов легкоусвояемыми минеральными веществами, для приготовления напитков, для изготовления мороженого. В зависимости от свойств разделяемого криоизмельченного продукта, можно найти различные способы его применения в пищевом производстве. В качестве разделяющей среды вместо холодного воздуха (охлаждаемого испарителем холодильной машины) используется инертный газ (например, азот, диоксид углерода), распыляющийся с помощью форсунок 15, 20. Также достоинством данного варианта является упрощение модели за счет исключения некоторых элементов.

Для криоразделения сырья на фракции необходимо предварительное криоизмельчение. Криоизмельчение позволяет раздробить замороженный при очень низкой температуре продукт с целью его дальнейшего разделения в криосепараторе на фракции по характеру дисперсности. Криоизмельченные пищевые продукты можно использовать в производстве различных пищевых продуктов, вкусо-ароматических добавок, в медицине и других направлениях.

Известны способы криоизмельчения с помощью криомельницы [1]. Криомельница работает на основе вращающихся лопастей, измельчающих продукт до микрометров.

Авторами данной публикации предложен способ криоизмельчения растительного сырья с помощью прессового криоизмельчителя. Модель прессового криоизмельчителя представлена на рисунке 4.



*1 – транспортер, 2 – пластиковый занавес, 3 – направляющий патрубок, 4 – камера измельчения, 5 – корпус криоизмельчителя, 6 – корпус пресса, 7 – прессовая доска, 8 – вал электродвигателя, 9 – шатун, 10 – электродвигатель, 11 – уплотнение, 12 – сито, 13 – рычаг для регулирования величины отверстий, 14 – пневмовибраторы, 15 – патрубок отвода измельченного сырья, 16 – шлюз, 17 – сосуд с инертным газом, 18 – вентиль, 19 – трубопровод*

Рисунок 4 – Модель прессового криоизмельчителя

Уплотнители 11 позволяют исключить попадание инородных примесей в виде масла, технической стружки и др., а так же теплоизолировать камеру измельчения 4 от горячих деталей динамического двигательного механизма (двигателей, валов, шатунов).

Рычаг для регулирования величины отверстий 13 позволяет увеличивать/уменьшать проходное сечение рабочих отверстий сита 12, благодаря чему достигается возможность измельчения растительного сырья разных фракций. Сито 12 крепится шпоночными пазами. Регулирование величины

отверстий сито (предполагается зазор от 3 до 7 мм) можно осуществить с помощью рычага 13.

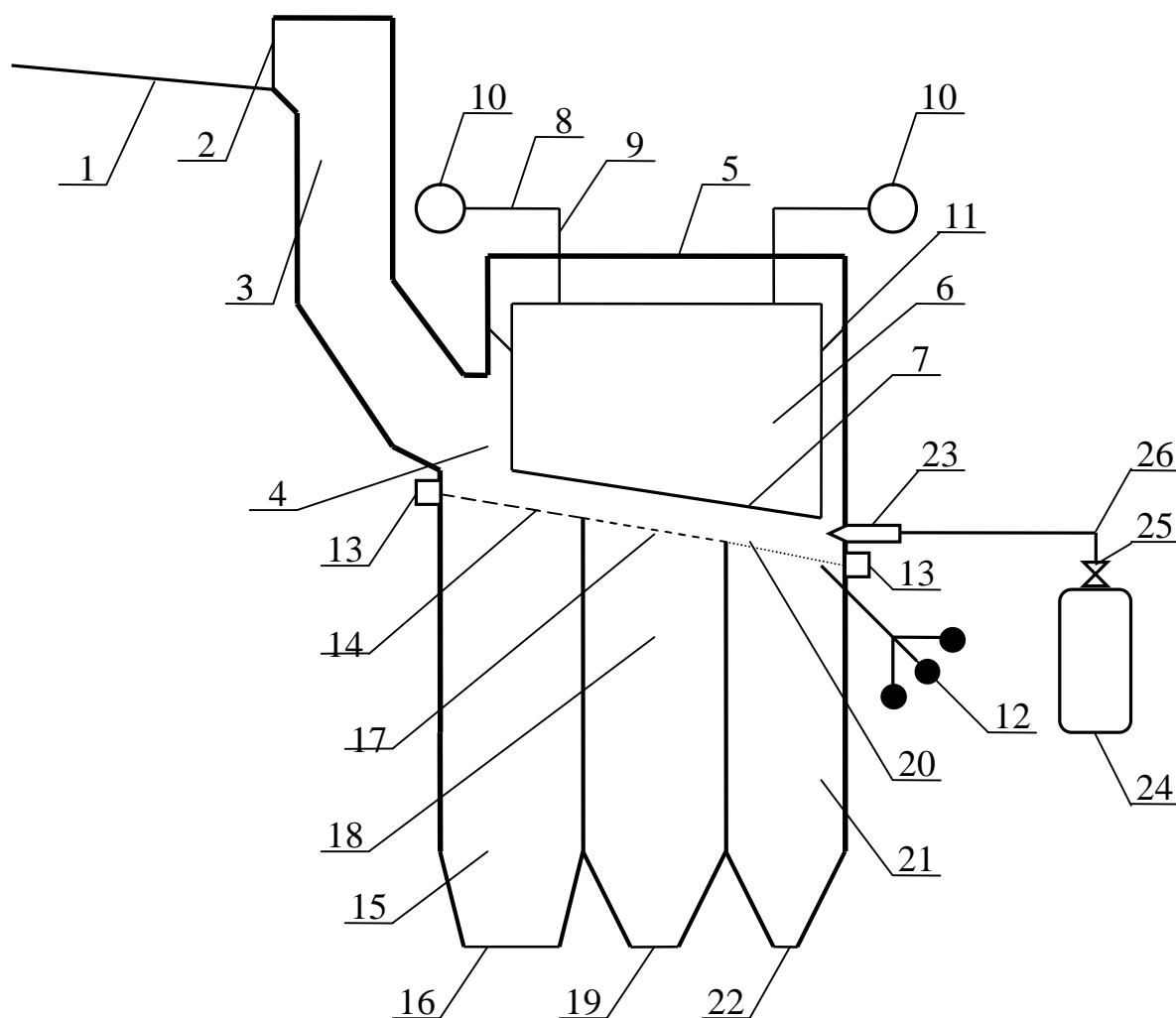
Баллон 17, вентиль 18 и трубопровод 19 помогают снабжать систему хладагентом (диоксидом углерода, азотом или др.) для поддержания низкой температуры в криоизмельчителе (учитывая теплообмен в результате кинематического трения порядка  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Точные данные по температуре можно получить практическим экспериментальным путем.

Вследствие высокой относительной кинематической вязкости и очень низкой температуры азота применение в данной модели криоизмельчителя по сравнению с диоксидом углерода имеет свои недостатки. Но в то же время, благодаря низкой температуре, расход азота будет меньше и температура в криоизмельчителе будет более низкой, чем при диоксиде углерода. В этом смысле нужно исходить из экономических соображений.

Прессовая доска 7 и сито 12 выполнены из высокопрочного алюминиевого сплава, при этом имея относительно незначительную массу. В этом плане учитываются такие характеристики алюминия, как теплопроводность, коррозионная активность, адгезионная способность, экологическая безопасность и т.д.

Высота расположения прессовой доски 7 по отношению к сити 12 может регулироваться в зависимости от размеров измельчаемого замороженного растительного сырья. Таким образом достигается возможность измельчения разного по размеру растительного сырья. Предполагается целесообразное эффективное измельчение мелкоплодного растительного сырья, за исключением термолабильного, которое криоизмельчению и криоразделению не подвергается из-за плохого качества после криоконсервирования и дефростации.

Также авторами данной статьи была предложена модель фракционного прессового криоизмельчителя (рисунок 5).



1 – транспортер, 2 – пластиковый занавес, 3 – направляющий патрубок, 4 – камера измельчения, 5 – корпус криоизмельчителя, 6 – корпус пресса, 7 – прессовая доска, 8 – вал электродвигателя, 9 – шатун, 10 – электродвигатель, 11 – уплотнение, 12 – рычаг для регулирования величины отверстий, 13 – пневмовибраторы, 14 – сито для первой (крупной) фракции, 15 – патрубок отвода первой фракции, 16 – шлюз для первой фракции, 17 – сито второй (средней) фракции, 18 – патрубок отвода второй фракции, 19 – шлюз для второй фракции, 20 – сито третьей (мелкой) фракции, 21 – патрубок отвода третьей фракции, 22 – шлюз для третьей фракции, 23 – сопло, 24 – сосуд с инертным газом, 25 – вентиль, 26 – трубопровод

Рисунок 5 – Модель фракционного прессового криоизмельчителя

Данная модель от приведенной на рисунке 4 отличается тем, что имеется возможность измельчать продукт сразу на три фракции за счет последовательно установленных сит для первой, второй и третьей фракций, соответственно. Диаметр зазоров сит регулируется с помощью рычага 12, за счет чего продукт может подвергаться измельчению только на одну оп-



ределенную фракцию. Это достигается за счет перекрытия отверстий двух других сит поворотом рычага 12.

За счет создания сит с разными проходными сечениями измельчение продукта может осуществляться на еще более мелкую величину, чем в первом варианте модели прессокриоизмельчителя. Также предполагается, что модель фракционного прессокриоизмельчителя исключает необходимость дальнейшего применения криосепаратора. Благодаря этому уменьшается длительность технологического процесса, благодаря чему улучшается качество продукта (отсутствует контакт продукта с разделяющим в криосепараторе воздухом), минимизируются производственные затраты. Ведь известно, что чем меньше время технологического процесса, тем лучше качество выходящего продукта.

Но данные модели имеют свои недостатки. Первый – это наличие мертвого пространства в правой части камеры измельчения. Вторым недостатком является необходимость поддержания низкой температуры из-за работы кинематических пар. Третий недостаток – высокий уровень шума из-за работы кривошипно-шатунного механизма.

Для технического осуществления данных моделей прессовых криоизмельчителей необходимо предварительное математическое моделирование и дальнейшая экспериментальная апробация.

Таким образом, технология криоконсервирования и криосепарации является интенсивно развивающимся направлением пищевой промышленности. Особенно интересным и перспективным направлением является обработка растительных пищевых продуктов. Криосепарация и предшествующий ей процесс криоизмельчения на примере растительного сырья имеют пробелы, которые следует компенсировать новыми научными исследованиями.

## Литература

1. Пат. 54319 RU МПК В 02 С 15/08. Криомельница.
2. Пат. 100363 RU МПК А 23 В 4/06. Технологическая линия производства замороженных полуфабрикатов.
3. Рогов И.А., Бабакин Б.С., Фатыхов Ю.А. Криосепарация сырья биологического происхождения. Рязань: «Узоречье», 2005. – 288 с.
4. Сязин И.Е., Касьянов Г.И., Лугинин М.И. Разработка экспериментальной установки для криоконсервирования пищевого сырья // Холодильщик.ru: электронная газета. 2011. URL: [http://www.holodilshchik.ru/Ustanovka\\_dlya\\_crioconservirovaniya\\_pishchevogo\\_syrya.pdf](http://www.holodilshchik.ru/Ustanovka_dlya_crioconservirovaniya_pishchevogo_syrya.pdf)