

б.Хасболатова, Х.Т. Хозяйственно – биологические качества чистопородных и гибридных животных в Дагестане / Х.Т. Хасболатова, И.М. Абдуллаев // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. – Махачкала: 2021. – С. 83 -88.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
СЕКЦИЯ: «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПИЩЕВЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ»

УДК 641.664.8.037.5

**ХОЛОДИЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ
СУБЛИМАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА**

Алдаматов Нурсултан Эсенбекович, аспирант кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Status_Diamond@bk.ru

Научный руководитель – Бредихин Сергей Алексеевич, д.т.н., профессор кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», sbredihin_kpia@rgau-msha.ru

***Аннотация:** В данной статье представлен углекислый газ в качестве холодильного агента для охлаждения пищевых продуктов при непосредственном контакте газо-воздушной смеси сублимирующего диоксида углерода.*

***Ключевые слова:** Сублимация, CO₂, охлаждение, диоксид углерода, пищевые продукты, холодильная техника.*

В последние годы наш мир столкнулся с двумя ключевыми проблемами, связанными с хладагентами. Факторами, требующими внимания, являются потенциал разрушения озонового слоя (ОРС) и глобального потепления (ПП). Замена хлорфторуглеродов (ХФУ) и гидрохлорфторуглеродов (ГХФУ) на фторуглероды (ГФУ) была шагом в правильном направлении. Однако несмотря на это, скорость глобального потепления остается высокой из-за влияния данных хладагентов. Поэтому ученые исследуют возможность использования природных веществ и других хладагентов с минимальным воздействием на глобальное потепление и отсутствием разрушения озонового слоя.

Одними из перспективных направлений, разрабатываемых в холодильной технологии в настоящее время, являются те, которые основаны на использовании рабочих веществ природного происхождения. В связи с этим многие производители холодильного оборудования рассматривают возможность работы своих систем на альтернативных хладагентах

естественного возникновения, одним из которых является диоксид углерода [1].

На рисунке 1 представлен аппарат для охлаждения пищевых продуктов в газо-воздушной среде сублимирующего диоксида углерода.

Устройство состоит из теплоизолированного корпуса 1, крышки 2, фиксаторов 3, крючков 4, вентилятора 5, распределительного трубопровода 6, дроссельных форсунок 7, входного патрубка подачи жидкого CO₂ 8 и охлаждаемого продукта 9.

Сублимация (возгонка) — переход вещества из твёрдого состояния сразу в парообразное, минуя стадию плавления (перехода в жидкое состояние) и кипения. Поскольку при возгонке изменяется удельный объём вещества и поглощается энергия (теплота сублимации), возгонка является фазовым переходом первого рода [2].

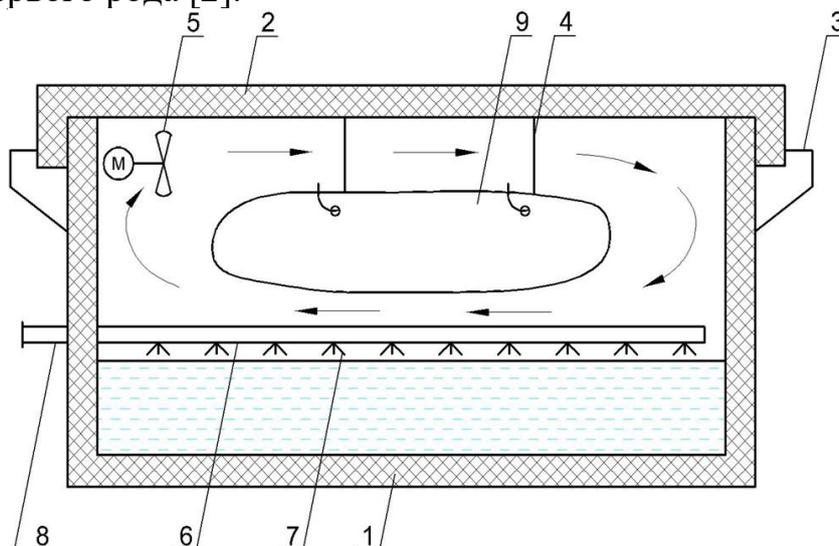


Рис. 1 Аппарат для охлаждения пищевых продуктов в газо-воздушной среде сублимирующего диоксида углерода

Теплоизолированный контур 1 и крышка 2 с фиксаторами 3 предназначены для ограничения тепловых поступлений в охлаждаемый объем через ограждающие конструкции установки. В качестве продукта была выбрана продукция животного происхождения. Заполнение установки снегообразной углекислотой производится через входной патрубок подачи жидкого CO₂, распределяясь через распределительный трубопровод 6 и дросселируясь в форсунках 7. Для обеспечения принудительной циркуляции газо-воздушной среды используется вентилятор 5. Охлаждаемый продукт 9 подвешивается на крючки 4 таким образом, что продукт не соприкасается с снегообразной фракцией углекислоты. Это способствует эффективной циркуляции воздушно-газовой среды. То есть вентилятор направляет холодный воздушно-газовый поток в пространство между сырьем и крышкой установки, захватывая тепло от продукта. Нагретый поток отражается от стен установки и направляется вниз, в пространство между нижней частью продукта и снегообразным диоксидом углерода, отдавая тепло последнему и захватывая тепло от нижней части продукта. За счет подводимой теплоты углекислота сублимирует, а воздушно-

газовый поток охлаждается.

Сублимация происходит в результате разности парциальных давлений (концентраций) пара CO_2 у поверхности снега и в окружающей среде. Быстро протекающий процесс сублимации приводит к образованию над поверхностью твердой фазы пограничного слоя насыщенного пара CO_2 , парциальное давление которого соответствует температуре поверхности сублимирующегося снега [3].

После этого поток вновь всасывается вентилятором, снова выдувается и процесс повторяется. Это обеспечивает более равномерный отвод тепла от охлаждаемого продукта, что способствует увеличению интенсивности процесса теплообмена и сокращению времени охлаждения. С точки зрения производства, это позволяет увеличить производственную мощность системы охлаждения. Увеличивается отношение сублимированной углекислоты, используемой для отвода тепла от продукта, к углекислоте, сублимировавшей для отвода теплоступлений через ограждающие конструкции, чем в случае без принудительной циркуляции потока.

Метод не ограничивается использованием в стационарных условиях производства. При транспортировке пищевых продуктов данным способом возможно проведение интенсивного кратковременного охлаждения транспортируемого продукта в начальный период транспортировки. После достижения необходимой температуры продукта можно продолжить транспортировку в режиме естественной конвекции газо-воздушной среды без работы вентилятора.

Охлаждение пищевых продуктов при непосредственном контакте с холодильным агентом является наиболее энергоэффективным процессом, так как при охлаждении традиционными замкнутыми холодильными машинами (ХМ) затрачивается энергия на работу компрессора, конденсатора и испарителя. Помимо этого, температура рабочего вещества внутри замкнутой ХМ, в среднем, на 10°C ниже требуемой, что также увеличивает энергозатраты. Данная разность температур обуславливается толщиной стенки трубы, в которой циркулирует хладагент, гидравлическими потерями, особенностью конструкции испарителя и т.д.

Применение углекислого газа в качестве холодильного агента благоприятно влияет на биологические процессы. Охлаждение диоксидом углерода приводит к замедлению автолитических процессов, а также снижению размножения микроорганизмов в продукции в процессе хранения, что позволяет увеличить срок хранения сырья [4]. Помимо этого, при охлаждении продуктов животного происхождения диоксидом углеродом происходит замедление физиологической активности и ферментация после убоя. При этом CO_2 не влияет на органолептические показатели мясной продукции во время всего срока хранения [1].

Библиографический список

1. Неверов Е.Н., Коротких П.С., Гринюк А.Н., Мокрушин М.Ю.

Исследование процесса охлаждения диоксидом углерода тушек кролика в процессе транспортировки // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2022. - №5. - С. 111-121.

2. Сублимация (физика) // Википедия. Сводная энциклопедия URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сублимация_\(физика\)#Сублимация_углекислого_газа_\(сухого_льда\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сублимация_(физика)#Сублимация_углекислого_газа_(сухого_льда)) (дата обращения: 15.04.2024).

3. Неверов Е.Н., Короткий И.А., И.Б. Плотников, П.С. Коротких, А.А. Кожаев Исследование параметров процесса теплообмена при сублимации диоксида углерода // Вестник КрасГАУ. - 2020. - №6. - С. 215-222.

4. Гринюк А.Н., Неверов Е.Н. Влияние диоксида углерода на качество охлаждаемого мяса кролика // Вестник КрасГАУ. - 2018. - №2. - С. 118-122.

УДК 635-18

ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ И ГИБРИДОВ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ НА ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ

Бебрис Артем Робертович, мл. научный сотрудник лаборатории хранения отдела земледелия и агрохимии, ВНИИО – филиал ФНЦО, bebris92@mail.ru

***Аннотация:** Представлены данные по отзывчивости сортов и гибридов столовой моркови на применение минеральной и органической систем удобрения в условиях Московской области.*

***Ключевые слова:** морковь столовая, урожайность, минеральные удобрения, органические удобрения.*

Усиление мирового экономического кризиса и антиросийские санкционные меры со стороны ряда государств Евросоюза и США являются причиной пересмотра программы развития сельскохозяйственного производства для обеспечения продовольственной безопасности страны. Утвержденная Правительством Российской Федерации «Дорожная карта» по содействию импортозамещения в сельском хозяйстве позволила повысить производство отечественной высококачественной растениеводческой продукции. Овощеводство относится к числу отраслей, которым принадлежит важная роль в снабжении населения продуктами питания высокой биологической ценности. Эта отрасль должна удовлетворять потребности граждан в овощах, которые являются продуктами лечебного и профилактического назначения, способные повысить здоровье, работоспособность, долголетие населения, экономическую и политическую независимость страны. [1]

В начале XXI века обострилась мировая ситуация по полноценному обеспечению населения большинства стран мира сельскохозяйственной продукцией. К тому же, в связи с внедрением в сельское хозяйство мира идей “органического земледелия” наметились тенденции отказа от химических