

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ ПЛИТОЧНОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

Макатов К. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – ассистент, кандидат технических наук Булькран М.С.
(Университет ИТМО)

Введение. В пищевой промышленности одним из наиболее распространенных методов консервации продукта, является заморозка. При замораживании продукты сохраняют внешние и качественные показатели в течении долгого времени, так как холод снижает скорость химическую и биологическую активность внутри него. Качество замороженного продукта, зависит от размеров кристаллов льда. Чем меньше кристаллы, тем меньше они повреждают клеточную структуру тканей продукта. Нахождение оптимального метода заморозки по времени и количеству затрачиваемых ресурсов является перспективной задачей на данный момент времени. Инновационным направлением процесса заморозки продукта, технологией для уменьшения кристаллов льда, на данный момент является использование электромагнитных волн.

Основная часть. Некоторые экспериментальные исследования показали, что можно получить более мелкие кристаллы льда с помощью замораживания с помощью электромагнитных волн. В эксперименте 1992 года сообщили о лучшем сохранении ультраструктуры и более мелких кристаллах льда в сетчатке кальмарах [1]. В статье о влиянии радиочастотного замораживания на микроструктуру и качество мяса заморозили мясо свинины с помощью импульсной радиочастотной заморозки азотным распылением и получили более мелкие кристаллы льда и лучшее сохранение цвета [2]. В работе Ксантакис обнаружили более мелкие кристаллы льда и снижение степени переохлаждения при импульсном микроволновом замораживании с использованием теплообменника при температуре -30°C [3].

Для моделирования прототипа плиточного замораживания требуется рассчитать суммарный теплоприток, который нужно отвести плиточному морозильному аппарату. Суммарный теплоприток состоит из теплопритока от окружающей среды через ограждение, от продукта при его термической обработке, от электромагнитного излучения микроволновой печи, от металла плит при их охлаждении и от тары при охлаждении.

Для аналитического расчета теплопритока от продукта, требуется знать продолжительности замораживания продукта. Для этого было выбрано уравнение по модели Фама, которое включает в себя модифицированную формулу Планка для одномерных объектов с поправкой для учета формы замораживаемого объектов [4].

В ходе экспериментов мощность электромагнитных волн в установке будет изменяться, для нахождения оптимального показателя мощности, чтобы получить более мелкие кристаллы льда по всему объему продукта. Микроволновое излучение будет работать в процессе охлаждения и заморозки продукта. После расчета теплопритоков в камеру замораживания потребовалось выбрать и рассчитать холодильный цикл для плиточной морозильной установки, а в дальнейшем подобрать оборудование. При расчете площади испарителя и подборе плит не был найден аналог, поэтому было принято решение самостоятельно спроектировать и изготовить плиты.

Выводы. В ходе работы была рассчитан суммарный теплоприток, который потребуется отвести от продукта во время его заморозки. После расчета всех компонентов морозильного аппарата, они были скомпонованы. Плиточный морозильный аппарат был смоделирован в КОМПАС-3Д.

Список литературы

1. Hanyu, Y.; Ichikawa, M.; Matsumoto, G. An improved cryofixation method: cryoquenching of small tissue blocks during microwave irradiation. *J. Microsc.* 1992, 165, 255–271.
2. Anese, M., Manzocco, L., Panozzo, A., Beraldo, P., Foschia, M., Nicoli, M. C. Effect of radiofrequency assisted freezing on meat microstructure and quality // *Food Research International* – 2014, – V. 46. – № 1. – P. 50–54.
3. Xanthakis, E., Le-Bail, A., Ramaswamy, H. Development of an innovative microwave assisted food freezing process // *Innovative Food Science and Emerging Technologies.* – 2014, – V. 26, – P. 176–181.
4. Эванс Д. А. Замороженные пищевые продукты: производство и реализация / Дж. А. Эванс – Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2010. – 440 с.

Макатов К. (автор)

Булькран М.С. (научный руководитель)