

**УНИВЕРСИТЕТ ПО ХРАНИТЕЛНИ ТЕХНОЛОГИИ -
ПЛОВДИВ**

**UNIVERSITY OF FOOD TECHNOLOGIES -
PLOVDIV**



**SCIENTIFIC WORKS
Volume LVII, Issue 2
Plovdiv, October 15-16, 2010**

НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ

**“ХРАНИТЕЛНА НАУКА, ТЕХНИКА И
ТЕХНОЛОГИИ 2010”**

**‘FOOD SCIENCE, ENGINEERING AND
TECHNOLOGIES 2010’**

НАУЧНИ ТРУДОВЕ

Том LVII, Свитьк 2

Пловдив, 15 - 16 октомври 2010



Определение режимных параметров процесса замораживания фруктово-ягодных десертов

Любовь Тележенко, Юлия Паскал

Исследовано влияние температуры и скорости процесса замораживания на качество готового продукта. Разработан экспресс-метод определения параметров замораживания фруктово-ягодных десертов.

Analysis of parameters condition of process of fruit-berries desserts freezing

Lubov Telezhenko, Julia Paskal

It was researched the influence of freezing's temperature and speed of process on quality of prepared products. The express-method of determination of freezing parameters fruit- berries desserts is developed.

Введение

Наличие в Украине разнообразного фруктово-ягодного сырья позволяет расширить производство десертов с повышенным содержанием биологически активных веществ: легкоусвояемых углеводов, органических кислот, витаминов, фенольных соединений, минеральных веществ, пищевых волокон. Относительно небольшая стоимость фруктово-ягодного сырья в сезон созревания совпадает с максимальным содержанием в нем биологически активных веществ, что делает целесообразным промышленную переработку плодов в готовые блюда длительного хранения.

На сегодня внедрение в производство быстрозамороженных фруктово-ягодных десертов сдерживает изменение структуры продукта в результате фазовых переходов при замораживании и размораживании [4]. Нами рассмотрен механизм стабилизации структуры десертов при замораживании [5] и показано, что методом подбора композиции гидроколлоидов и использованием орехового экстракта (гидромодуль 1:100), можно достичь стабильной консистенции продукта. Однако, низкотемпературное консервирование позволяет получить высококачественный продукт только при условии соблюдения определенных температурных режимов [1]. Поэтому целью данного научного исследования стало определение технологических и теплофизических параметров в технологии производства фруктово-ягодных десертов.

Основная часть

От выбора сырья, его качества и условий переработки определенным образом зависит качество готового продукта. Яблоки являются наиболее распространенным в Украине промышленно перерабатываемым сырьем. Они содержат многочисленные питательные вещества, обладают диетическими свойствами, являются основой

разнообразных многокомпонентных продуктов. Отсутствие выраженной природной окраски яблок позволяет удачно компоновать это сырье с другими фруктами и ягодами. Клюква имеет высокий уровень кислотности, а также, кроме привлекательных органолептических свойств, содержит природные вещества с антисептической способностью. Красящие вещества ягод не только придают продукту приятную окраску, но и играют значительную роль в профилактике заболеваний и обеспечении нормального функционирования органов пищеварения человека. Использование клюквы и клубники для обогащения химического состава и окраски замороженных десертов дает возможность значительно улучшить качество готовых продуктов.

Путем теоретических и экспериментальных исследований нами показано, что использование экстрактов из орехов позволяет стабилизировать структуру крахмальных клейстеров и, соответственно, продукта после размораживания, и придает десерту специфические вкусовые свойства и аромат. Поэтому органическим дополнением к таким десертам будет оформление их кусочками орехов. Ядра грецких орехов содержат полиненасыщенные жирные кислоты, что дополнит химический состав растительного сырья и требует мер по предупреждению окислительных процессов.

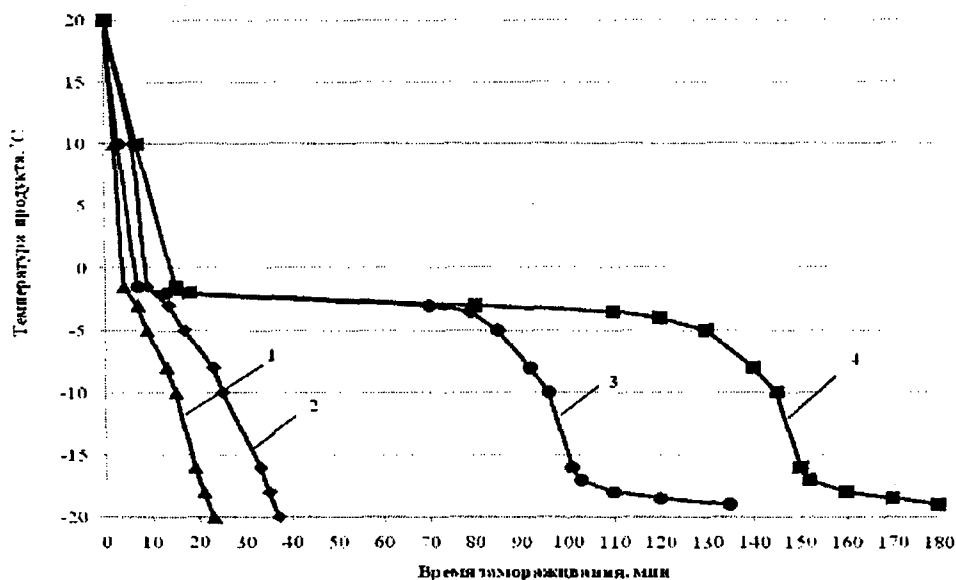
Эксперимент

Яблочное пюре, изготовленное по классической технологии [3] из бланшированных фруктов для предупреждения изменения цвета, связанного с процессами окисления, смешивали с сахаром, доводили температуру массы до температуры 60 °С, вводили смесь гидроколлоидов, разведенную в воде или молочной сыворотке, или один гидроколлоид, разведенный в ореховом экстракте, подогревали при постоянном перемешивании до 70 °С для заваривания крахмалов и образования стойкой структуры, вводили пюре из клюквы (массовой долей 20 %). После охлаждения до 20 °С десерт фасовали в полимерную тару с антиокислительным покрытием массой 200 г и 500 г для удобства потребителя и направляли на замораживание в скороморозильный аппарат типа GyroFreeze или другое холодильное оборудование. Замораживание проводили до достижения средноконечной температуры продукта минус 18 °С. Замороженный десерт оформляли сверху замороженной клубникой или кусочками орехов и направляли на домораживание.

Переход к низким позитивным температурам характеризуется относительно высокой стабильностью компонентов. Диапазон отрицательных температур, которые используются в пищевых технологиях, сопровождается фазовым переходом воды в твердое состояние, негативным каталитическим влиянием кристаллов льда на биологически активные вещества при достижении криоскопических температур [1, 6], изменением структуры, диффузией влаги. Дальнейшее снижение температуры (в диапазоне от минус 8 °С и ниже) практически не приводит к этим негативным явлениям, а стабильность компонентов сырья значительно увеличивается.

Таким образом, необходимо организовывать условия замораживания так, чтобы нивелировать каталитическое действие льда при температурах близ минус 5 °С, проходить промежуток от криоскопических температур до минус 7...8 °С как можно быстрее, чтобы обеспечить минимальную степень преобразования биологически активных соединений в продукте. Условия замораживания могут значительно влиять на продолжительность пребывания продукта при температурах, близких к криоскопическим (рис. 1).

Влияние условий замораживания и каталитического действия льда на изменение в продукте массовой доли фенольных веществ и окраски, которая обусловлена наличием и стабильностью антоцианов в десерте, исследовали по стабильности нестойких к окислению компонентов. Как видно из приведенного рисунка, благодаря использованию интенсивных методов замораживания, фазу каталитического действия льда можно сократить в 5 раз, что соответственно способствует сохранению биологически активных веществ, в том числе и фенольных соединений.



1 – 0,12 м/час; 2 – 0,10 м/час; 3 – 0,04 м/час; 4 – 0,02 м/час

Рис. 1 – Кривые замораживания фруктово-ягодных десертов в зависимости от скорости замораживания

Массовая часть фенольных соединений в яблочно-клюквенном десерте, изготовленном при этих условиях, приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние условий замораживания яблочно-клюквенного десерта на изменение в нем фенольного комплекса

№ образ-ца	Темпера-тура охлаждающей среды, °С	Температура продукта среднеконечная, °С	Высота слоя продукта, м	Коэффициент теплоотдачи, α, Вт/(м²*град)	Скорость замораживания, м/час	Массовая доля фенольных веществ, мг/100 г продукта
1	-25	-18	0,025	14	0,04	286
2	-25	-18	0,040	14	0,02	259
3	-35	-18	0,025	14	0,12	314
4	-35	-18	0,040	14	0,10	306

Замораживание яблочно-клюквенного десерта с начальным содержанием фенольных веществ 322 мг на 100 г продукта при быстром замораживании приводит к потерям этих веществ в диапазоне 2...5 %. При медленном замораживании эти потери значительно больше и составляют 11...20 %.

Повышение скорости замораживания десертов достигается путем снижения температуры охлаждающей среды, уменьшением толщины слоя фасованного продукта, повышением коэффициента теплоотдачи.

Замораживание разработанных десертов в современных холодильных установках сопровождается неравномерным распределением температурного поля, невозможностью точного определения скрытой теплоты замерзания, что делает методы расчетов продолжительности процесса несколько упрощенными [1, 6]. Однако, в промышленных условиях даже такие упрощенные расчеты занимают много времени и требуют знания всех факторов, которые влияют на скорость теплопереноса. Поэтому определять параметры теплопереноса намного проще при использовании расчетных номограмм.

По классической теории теплообмена расчет продолжительности процесса замораживания проводят по уравнению Планка [2, 6] в модификации Рютова [2, 6]. Эти уравнения включают в себя величины, которые характеризуют продукт и условия замораживания. Нами было представлено продолжительность замораживания продукта в виде функциональной зависимости этого показателя от составляющих, которые определяются как τ (Nu) и τ (Pr):

$$\tau_3 = f[\tau(Nu); \tau(Pr)] \quad (1)$$

$$\tau(Nu) = \delta \left(\delta + \frac{4\lambda_{\text{пр}}}{\alpha} \right) \quad (2)$$

$$\tau(Pr) = \frac{\gamma}{\lambda_{\text{пр}}} \left[\frac{q''(1+0,0053t_{\text{н}})}{2(t_{\text{кр}}-t_{\text{с}})} + \frac{nC_{\text{пр}}}{\pi^2} \left(\ln \frac{t_{\text{кр}}-t_{\text{с}}}{t_{\text{к}}-t_{\text{с}}} - 0,21 \right) \right] \quad (3)$$

где τ_3 – продолжительность замораживания, мин;

$\tau(Nu)$ – составляющая, которая учитывает режимные параметры процесса замораживания;

$\tau(Pr)$ – составляющая, которая учитывает свойства продукта;

δ – толщина слоя продукта, м;

$\lambda_{\text{пр}}$ – коэффициент теплопроводности продукта, Вт/(м*град);

α – коэффициент теплоотдачи от поверхности охлаждаемого продукта к охлаждающей среде, Вт/(м²*град);

γ – плотность продукта, кг/м³;

q'' – удельная теплота льдообразования, кДж/кг;

$(1+0,0053t_{\text{н}})$ – поправочный бином;

$t_{\text{н}}$ – начальная температура в центре продукта, град;

$t_{\text{кр}}$ – криоскопическая температура продукта, град;

$t_{\text{с}}$ – температура охлаждающей среды, град;

$t_{\text{к}}$ – конечная температура продукта, град;

n – поправочный коэффициент, являющийся функцией критерия Bi;

$C_{\text{з}}$ – теплоемкость замороженного продукта, кДж/(кг*град).

Для разработанных фруктово-ягодных десертов построены номограммы (рис. 2), по которым, в зависимости от скорости продвижения потока охлаждающего воздуха и, соответственно, коэффициента теплоотдачи, температуры охлаждающей среды и теплофизических характеристик продукта, можно очень быстро и просто определить продолжительность замораживания.

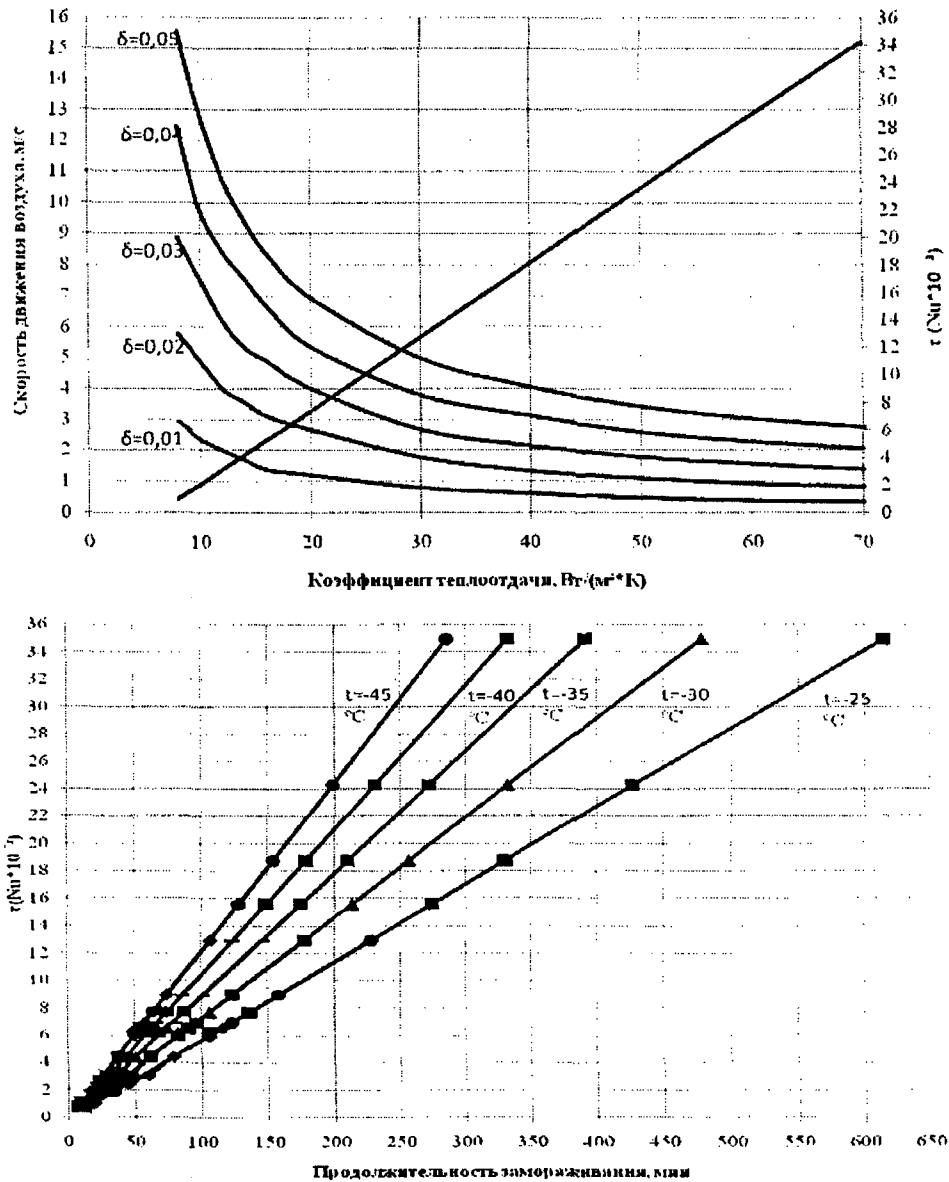


Рис. 2 – Номограммы для определения продолжительности замораживания фруктового десерта

Приведенные номограммы позволяют по экспресс-методике определить параметры процесса замораживания, а так же оценить влияние того или иного фактора на продолжительность замораживания продукта и спрогнозировать его качество после холодильной обработки.

Заключение

Таким образом, исследовано влияние режимных параметров процесса замораживания фруктово-ягодных десертов на качество готового продукта. Показано, что использование интенсивных методов теплообмена позволяет сократить продолжительность биокаталитического действия льда в 5 раз и уменьшить потери нестабильных компонентов продукта. Разработан экспресс-метод определения параметров замораживания фруктово-ягодных десертов.

Литература

1. Замораживание пищевых продуктов. Я. Постольски, З. Груда. Пер. с польск. Ю.Ф. Заяса, И.Е. Фельдман. – Москва, Пищевая пром-сть, 1978. – 607 с.
2. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Научные основы хранения пищевых продуктов» / Сост. Карнаушенко Л.И., Калугина И.М., Солоницкая И.В, Лебедеко Т.Е. – Одесса, 2000. – 67 с.
3. Сборник технологических инструкций и нормативно-технических документов по производству консервов для детского питания. М.: Агропромиздат, 1986. – 432 с.
4. Структура и консистенция пищевых продуктов. С.А. Матц. Перевод с англ. под ред. канд. техн. наук А.Ф. Наместникова. М.: Пищевая пром-сть, 1972. – 239 с.
5. Тележенко Л.М., Паскал Ю.Г. Застосування гідролоїдів у багатокомпонентних сумішах для їх заморожування // Сучасні наукові досягнення – 2008: Збірник матеріалів всеукраїнської науково-практичної конференції. – В 3-х томах. – Т. 111. – Миколаїв: НУК, 2008. – 300 с.
6. Холодильная техника и технология: Учебник / Под ред. А.В. Руцкого. – М.: ИНФРА – М, 2000. – 268 с.

Авторы:

Любовь Николаевна Тележенко, доктор техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Технологии питания и ресторанного сервиса» Одесской национальной академии пищевых технологий, г. Одесса.

Юлия Геннадьевна Паскал, аспирантка, ассистент кафедры «Технологии питания и ресторанного сервиса» Одесской национальной академии пищевых технологий, г. Одесса.

Телефон: (048) 750-30-97

E-mail: yuliya_paskal@mail.ru

Адрес: ул. Канатная, 112, г. Одеса, Украина, 65039