

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

О. Н. Анохина, О. П. Чернега

**ТЕХНОЛОГИЯ КРИООБРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННЫХ
ПРОДУКТОВ**

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ для
обучающихся в магистратуре по направлению подготовки
19.04.04 Технология продукции и организация общественного питания

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 664.8(075)

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры ТПП ФГБОУ ВО «КГТУ»
О. В. Анистратова

Анохина, О. Н., Чернега, О. П.

Технология криообработки комбинированных продуктов: учебно-метод. пособие по выполнению лаб. работ (лабораторный практикум) / О. Н. Анохина, О. П. Чернега. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 89 с.

Учебно-методическое пособие является лабораторным практикумом по дисциплине «Технология криообработки комбинированных продуктов», содержащее теоретические основы, задание, методические рекомендации по ходу работы, выбору оборудования, сырья и материалов, необходимых для выполнения работ, вопросов для самоконтроля, содержания отчета, библиографии с рекомендуемые источниками информации.

Табл., рис., список лит. – наименования

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ (лабораторный практикум) рассмотрено и рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала кафедрой технологии продуктов питания 13 апреля 2022 г., протокол № 10

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ (лабораторный практикум) рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 5 мая 2022 г., протокол № 5

УДК 664.8(075)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2022 г.
© Анохина О. Н., Чернега О. П.,
2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1 Лабораторная работа № 1 «Исследование процесса охлаждения пищевых продуктов. Оценка длительности процесса охлаждения».....	7
2 Лабораторная работа № 2 «Исследование процесса охлаждения фруктовых соков льдом»	21
3 Лабораторная работа № 3 «Исследование процесса охлаждения тортов в упаковке. Оценка длительности охлаждения по методу В. А. Сатаниной».....	33
4 Лабораторная работа № 4 «Исследование процесса замораживания пищевых продуктов. Оценка длительности замораживания»	37
5 Лабораторная работа № 5 «Технология изготовления мороженого. Исследование качества мороженого».....	46
6 Лабораторная работа № 6 «Исследование процесса размораживания пищевых продуктов. Оценка продолжительности процесса размораживания».....	62
Библиографический список.....	78
Приложения.....	80
Приложение А (рекомендуемое) Пример пользования номограмм.....	80
Приложение Б (справочное) Номограммы	81
Приложение В (справочное) Теплофизические свойства воздуха	84
Приложение Г (рекомендуемое) Технология приготовления бисквитного торта с масляным кремом	85
Приложение Д (справочное) Энтальпия смесей и мороженого.....	87
Приложение Е (обязательное) Форма таблицы оценки качества мороженого.....	88

Введение

Дисциплина «Технология криообработки комбинированных продуктов» относится к модулю «Технологии продуктов здорового питания» основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 19.04.04 Технология продукции и организация общественного питания.

Целью освоения лабораторного цикла дисциплины является приобретение и совершенствование практических навыков и умений в области приоритетов и тенденций развития технологий продукции общественного питания, современных технологий обработки и хранения пищевых продуктов специализированного назначения, технологии криообработки комбинированных продуктов питания для решения научно-исследовательских и научно-производственных задач в данной области.

Структура лабораторных занятий и количество часов, отведенное на их освоение, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Объем (трудоемкость освоения) и структура лабораторных занятий

Номер темы	Наименование лабораторного занятия	Количество часов
		очная форма
1	Исследование процесса охлаждения пищевых продуктов. Оценка длительности процесса охлаждения	6
2	Исследование процесса охлаждения фруктовых соков льдом	6
3	Исследование процесса охлаждения тортов в упаковке. Оценка длительности процесса методом В. А. Сатаниной	6
4	Исследование процесса быстрого замораживания пищевых продуктов. Оценка длительности процесса замораживания	6
5	Технология изготовления мороженого. Исследование качества мороженого	6
6	Исследование процесса размораживания пищевых продуктов. Оценка продолжительности процесса размораживания	6
Итого		36

Каждая лабораторная работа начинается с рассмотрения ее цели и теоретической части изучаемой темы. Затем дается перечень необходимого оборудования, приборов, материалов, приводятся задания и порядок выполнения, ее краткое содержание, методы исследования и требования к оформлению.

К работам в лаборатории обучающихся допускают после их ознакомления с правилами безопасности (общими – в начале семестра

и частными – перед каждым занятием), приведенными ниже. Допуск к выполнению лабораторной работы происходит при условии положительной оценки ответов обучающегося на устные вопросы, охватывающие тему лабораторной работы. Отчет по лабораторной работе представляется в рукописном или печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе.

Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении обучающимся отчета, составленного по результатам самостоятельно выполненной им лабораторной работы, и ответов на вопросы по тематике лабораторной работы. Обучающийся, самостоятельно выполнивший лабораторную работу методами научных исследований и достигший цели освоения лабораторного цикла на конкретном лабораторном занятии, получает по данной работе оценку «зачтено», а оценку «не зачтено» – если не выполнена лабораторная работа, не проведены все, предполагаемые темой занятия исследования, отчет по лабораторной работе не составлен.

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

Правила техники безопасности при работе в лаборатории:

1. Перед началом занятий необходимо надеть белый халат.
2. На рабочем месте не следует держать никаких посторонних предметов. Сумки и пакеты укладывают в специально отведенное для них место.
3. Категорически запрещается пить воду из химической посуды, а также пробовать на вкус химические реактивы.
4. Не включать и не выключать без разрешения преподавателя рубильники и приборы. Следить за состоянием изоляции проводов, электроарматуры и оборудования.
5. Горячие и раскаленные предметы ставить только на асбестовую сетку или иную термостойкую прокладку.
6. При работе с крепкими кислотами и щелочами необходимо:
 - а) при отмеривании и переливании кислоты и щелочи надевать защитные очки, резиновые перчатки и поверх халата прорезиненный фартук;
 - б) не втягивать кислоту пипеткой в рот, использовать для ее отмеривания дозаторы или резиновую грушу;
 - в) при закрытии жиромеров пробками и встряхивании завертывать их в салфетки;
 - г) при ввертывании в жиромер резиновой пробки, а также при отсчете показателя содержания жира держать его за расширенную часть, завернутую в салфетку;
 - д) вынимая пробки из жиромеров, держать приборы отверстиями в сторону от себя и от окружающих;

е) отработанные кислоты и щелочи сливать через воронку в специальные бутылки.

7. При попадании на руки или лицо кислоты пораженные места сразу же промыть чистой водой, залить слабым раствором соды и снова чистой водой. Если кислота попала на одежду, ее нейтрализуют содой, а затем смывают водой.

8. Если жиросмер в центрифуге разбился, необходимо немедленно промыть диск содовым раствором, чистой водой и протереть его насухо.

9. При воспламенении горючих жидкостей (бензин, эфир, спирт и др.) следует выключить электронагревательные приборы и принять меры к тушению пожара.

10. По окончании работы привести в порядок рабочее место (вымывать посуду, поставить на рабочее место реактивы, приборы и т. п.).

Лабораторная работа № 1 «Исследование процесса охлаждения пищевых продуктов. Оценка длительности охлаждения»

1 Цель работы

Приобрести навыки и умения в исследовании продолжительности технологического процесса охлаждения пищевых продуктов в холодильнике, льдом и льдосолевой смесью: получить экспериментальные данные и сравнить их с расчетными.

2 Теоретическая часть

2.1 Сырье животного происхождения является скоропортящимся и его требуется хранить при пониженной температуре. В таких условиях подавляется развитие микроорганизмов и замедляются нежелательные биохимические процессы.

Весь путь охлажденного продукта от предприятия-изготовителя до потребителя называется непрерывной холодильной цепью. С учетом опыта пищевой промышленности установлено, что энергетические затраты при производстве охлажденных блюд в 8–10 раз ниже, чем при выпуске быстрозамороженных блюд.

Одним из важнейших направлений является централизованное производство готовых кулинарных изделий и полуфабрикатов. С этой целью расширяется выпуск готовых охлажденных кулинарных изделий, которые при температуре 0–4 °С можно хранить и реализовывать в течение 3–7 сут без снижения их пищевой ценности. При производстве охлажденных блюд после достижения ими кулинарной готовности их желательнее охладить до температуры 3–4 °С. При этой температуре они должны находиться на предприятии-изготовителе, транспортироваться к месту доготовки и храниться. Их нагрев необходимо осуществлять только перед реализацией.

Охлаждение иногда необходимо и для проведения технологических процессов: студнеобразования, раскатки слоеного теста, взбивания пены и др.

2.2 Рассмотрим основы процесса охлаждения

Охлаждение – это процесс быстрого понижения температуры продукта от начальной до конечной. При производстве и хранении охлажденной продукции ее температура становится близкой к криоскопической точке тканевого сока, но не должна быть ниже последней.

Охлаждение – это физический способ консервирования, основанный на принципе анабиоза (психроанабиоз).

Криоскопической температурой $t_{кр}$ принято считать температуру начала выпадения твердой фазы (кристаллов) из тканевой жидкости продукта. Значения криоскопической температуры различны для каждого вида продуктов. Для технических расчетов криоскопическую температуру мяса и рыбы часто принимают равной минус 1 °С. Температура охлажденной товарной

продукции по техническим документам должна быть от минус 1 до плюс 5 °С (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Криоскопические температуры пищевых продуктов

Продукт	$t_{кр}, °C$	Продукт	$t_{кр}, °C$
Говядина	- 0,6 ... - 1,7	Телятина	- 0,8 ... - 0,9
Свинина	- 1,7	Пресноводная рыба	- 0,5
Птица	- 1,8 ... - 2,0	Колбасы полукопченые	- 4,0 ... - 7,8
Колбасы вареные	- 1,2 ... - 3,3	Рыба жареная	- 1,2 ... - 1,7
Мясо вареное	- 1,5 ... - 2,2	Яблоки	-1,4...-2,1
Картофель	-0,9... -4,7	Клубника	- 0,9
Томаты	- 0,9	Морковь	-1,0...-3,3

Процесс охлаждения принято представлять в прямоугольных координатах (рисунок 1.1). По вертикальной оси откладывается температура охлаждаемого продукта, а по горизонтальной оси – время процесса охлаждения.

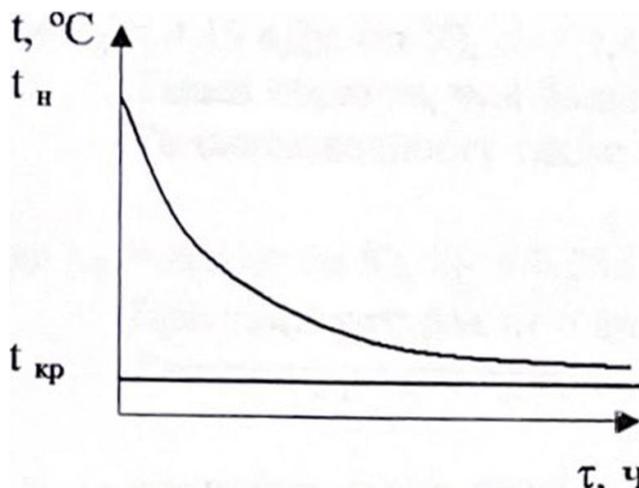


Рисунок 1.1 – Процесс охлаждения пищевых продуктов

Охлаждение начинается при температуре t_n , т. е. температуре продукта перед помещением в охлаждающую среду. Как правило, процесс охлаждения представляет собой кривую, приближающуюся к криоскопической температуре, но не достигающую ее.

Охлаждение применяют как самостоятельный вид консервирования, позволяющий поставлять потребителю продукцию с высокими вкусовыми качествами, а также как вспомогательный вид консервирования сырья, предназначенного для последующей технологической обработки. При этом способе консервирования сохраняются биохимические свойства и состояние тканей свежего продукта.

При оптимальных условиях охлаждения температура продукта становится близкой к 0 °С. При этой температуре достигается только

торможение, а не прекращение биохимических процессов в тканях, роста микроорганизмов. Охлаждение пищевых продуктов является сложным тепломассообменным процессом, сопровождаемым метаболическими процессами, происходящими внутри продукта. Помимо отвода теплоты через внешнюю поверхность продукта (с указанной поверхности) происходит испарение влаги. Дополнительную сложность накладывают микробиологические и ферментативные процессы, протекающие в продукте, как правило, с выделением теплоты.

Следовательно, при любых условиях охлаждения с увеличением продолжительности хранения качество продуктов неуклонно и необратимо ухудшается вплоть до полной их порчи. Степень подавления активности ферментов и жизнедеятельности микроорганизмов зависит не только от конечной температуры, но и от скорости ее понижения. При быстром понижении температуры наблюдается более глубокое нарушение обмена веществ, или температурный шок.

В процессе охлаждения используют хладоносители (охлаждающие агенты, хладагенты), т. е. жидкие или газообразные среды, имеющие низкую температуру. Во всех процессах охлаждения теплота от продукта переходит к хладоносителю. В качестве хладоносителей, применяемых в общественном питании, используют чаще всего воздух, воду, хладон, рассолы (растворы) NaCl или CaCl₂, льдосоляную смесь и др.

Предприятия общественного питания в основном работают с продукцией, охлажденной до обычных температур (3–10 °С) и до низких температур (0–3 °С).

При охлаждении продукции до 0 °С не наблюдается изменения ее агрегатного состояния. Процессы охлаждения подчиняются закономерностям теплообмена и теплопередачи, т. е. при охлаждении жидкостей происходит главным образом конвективный теплообмен, при охлаждении твердых продуктов понижение температуры происходит за счет теплопроводности внутри самого продукта.

2.3 Перейдем к расчету теплофизических характеристик и количества холода, необходимого для охлаждения

Наиболее важными для холодильной технологии теплофизическими характеристиками (ТФХ) являются: c – удельная теплоемкость, кДж/(кг·К); λ – теплопроводность, Вт/(м·К); a – температуропроводность, м²/с; I – энтальпия, кДж/кг.

Удельная теплоемкость изменяется в довольно широких пределах в зависимости от вида продукта. При расчете холода, затрачиваемого на охлаждение, обычно принимают среднее значение удельной теплоемкости, которое рассчитывают или берут из соответствующих таблиц. Если считать пищевые продукты двухкомпонентными смесями, содержащими W частей воды и $(1-W)$ частей сухих веществ с соответствующими удельными теплоемкостями, то удельная теплоемкость продукта c_0 :

$$c_0 = c_w W + c_c(1 - W), \quad (1.1)$$

где $c_w = 4,19$ кДж/(кг·К); $c_c = 1,42$ кДж/(кг·К).

Таким образом, чем больше воды в продукте, тем больше его теплоемкость.

Теплопроводность также зависит от химического состава продукта:

$$\lambda = \lambda_w W + \lambda_c (1 - W), \quad (1.2)$$

где $\lambda_w = 0,6$ Вт/(м·К), $\lambda_c = 0,255$ Вт/(м·К).

При температурах от 0 до 30 °С значения c и λ изменяются незначительно. Температуропроводность определяется по формуле:

$$a = \lambda / (c_0 \rho), \quad (1.3)$$

где ρ – плотность рыбы, кг/м³.

Удельная энтальпия – количество тепла, содержащегося в единице массы продукта. При элементарном изменении температуры Δt приращение удельной энтальпии Δi есть удельная теплота изобарного процесса: $\Delta i = c_0 \Delta t$.

Итак, процесс охлаждения заключается в отводе теплоты от тела, имеющего высокую температуру, к телу с более низкой температурой.

Интенсивность теплоотвода от продукта при охлаждении прямо пропорциональна величине коэффициента теплоотдачи, удельной поверхности продукта и разности температур продукта и охлаждающей среды. Наиболее интенсивным теплоотвод будет в первый период охлаждения, когда Δt имеет максимум. Отсюда следует, что для обеспечения высокой скорости процесса охлаждения необходимо поддерживать как можно более низкую температуру охлаждающей среды, которая практически может быть для большинства продуктов не ниже минус 3 °С во избежание возможного льдообразования в поверхностных тканях охлаждаемого продукта. В связи с этим лучшими охлаждающими средами являются: лед из морской воды, морская вода или солевой раствор (2–4 % поваренной соли), имеющие температуру, близкую к минус 3 °С, а также льдосолевая смесь (4–6 % поваренной соли к массе льда). Применение этих сред позволяет быстро и глубоко охладить продукты, сохранив их качество.

Интенсифицировать процесс охлаждения можно за счет увеличения коэффициента теплоотдачи α . Величина α зависит от вида охлаждающей среды и условий процесса охлаждения. Охлаждающие среды в состоянии покоя имеют следующие значения α : воздух 4,6–9,3; водный лед 116; жидкость 230–250 Вт/(м²·К). Значения α значительно возрастают при циркуляции охлаждающей среды. Например, для жидкости в зависимости от скорости циркуляции α может возрастать до 550 Вт/(м²·К). Скорость охлаждения максимальна при использовании циркулирующих жидких сред и минимальна при охлаждении в воздухе. Промежуточное значение занимает способ охлаждения льдом.

Количество тепла Q_0 (в кДж), выделенное продуктом при его охлаждении от начальной температуры t_n до конечной температуры охлаждения t_k , упрощенно определяют по формуле:

$$Q_0 = G c_0 (t_n - t_k), \quad (1.4)$$

где Q_0 – расход холода на охлаждение продукта, кДж; G – масса охлаждаемого продукта, кг; c_0 – удельная теплоемкость продукта, кДж/(кг·К); $t_n - t_k = \Delta t$ – соответственно разница между начальной t_n и конечной t_k (или $t_{(t,t)}$) температурой продукта, К.

В процессе охлаждения скорость понижения температуры продукта – величина переменная, уменьшающаяся по мере снижения температуры объекта. В связи с этим количество тепла, выделяемое продуктом, будет максимальным в начале процесса и минимальным в конце; соответственно изменяется и тепловая нагрузка на охлаждающие устройства (или количество тепла, воспринимаемое приборами охлаждения).

Продукт охлаждается в результате отдачи теплоты в окружающую среду. Количество тепла, выделяемое 1 кг продукта при его охлаждении в любом заданном интервале температур, легко определяется также по разности энтальпий $q_0 = i_n - i_k$ кДж/кг. Общее же количество тепла Q_0 (в кДж) при охлаждении G кг продукта будет составлять:

$$Q_0 = Gq_0. \quad (1.5)$$

В приведенных формулах i_n – энтальпия продукта при t_n , кДж/кг; i_k – энтальпия продукта при t_k или какой-либо иной промежуточной температуре, кДж/кг; q_0 – количество тепла, выделяемое 1 кг продукта при охлаждении от t_n до t_k , кДж/кг.

Значения энтальпии для пищевых продуктов приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Энтальпия пищевых продуктов, кДж/кг

Температура продукта, °С	Говядина, птица	Рыба	Фрукты, плоды, овощи	Творог
- 20	0	0	0	0
-18	4,6	5,0	6,7	9,4
-10	30,2	33,6	38,5	53,2
-2	98,8	117	211	200
0	232	266	272	299
2	238	278	279	305
4	245	20	287	313
10	264	301	309	334
20	297	336	346	373
30	329	371	385	405

2.4 Рассмотрим способы расчета продолжительности охлаждения

Продолжительность охлаждения продуктов зависит от их свойств, свойств охлаждающей среды и условий, при которых протекает процесс (толщина продукта, его ТФХ, плотность, температура и вид охлаждающей среды, скорость и характер движения среды, коэффициент теплоотдачи от продукта к охлаждающей среде).

Для расчета продолжительности охлаждения продукта необходимо точное выражение упомянутой выше сложной зависимости – знание количественных выражений постоянных и переменных показателей продукта и охлаждающей среды. В связи с этим расчет продолжительности охлаждения продукта труден и сложен, а на практике продолжительность охлаждения определяют на основе опытных данных.

Для приблизительного расчета продолжительности охлаждения условно несколько упрощают процесс, в действительности состоящий из ряда разнообразных физических явлений. Так, например, отвод тепла при охлаждении рассматривается в условиях постоянных ТФХ объекта, постоянной температуры теплоотводящей среды и постоянного коэффициента теплоотдачи на поверхности тела, а также отсутствия внешнего и внутреннего источников тепла.

Относительно простое и вместе с тем удобное для практических целей решение задачи даёт формула А. Фикиина. Это решение используется для приближенной оценки длительности охлаждения:

$$\tau = \frac{\Phi R^2}{a} \left[\left(\frac{2,3}{Bi} + 0,8 \right) \lg \frac{t_n - t_0}{t_c - t_0} + 0,12 \right], c, \quad (1.6)$$

где Φ – коэффициент, учитывающий форму продукта (для тела в форме пластины $\Phi = 1$, для цилиндра $\Phi = 1/2$, для шара $\Phi = 1/3$); R – определяющий геометрический размер тела, м (половина толщины пластины, радиус цилиндра или шара); a – коэффициент температуропроводности продукта, m^2/c ; Bi – критерий Био, $Bi = \frac{\alpha \cdot R}{\lambda_{пр}}$; t_0 (или t_c) – температура охлаждающей среды, $^{\circ}C$.

При решении задачи следует обратить внимание на α Вт/($m^2 \cdot K$); R , м; t_c , $^{\circ}C$ – параметры, определяющие интенсивность охлаждения продуктов, поскольку интенсивность процесса охлаждения влияет на длительность последующего холодильного хранения.

Решение задачи упрощается, если используются номограммы для тел стандартной стереометрической формы (приложение Б).

2.5 Рассмотрим способы и технологию охлаждения

Продукты можно охлаждать как в естественных, так и в искусственных условиях. Способы охлаждения пищевых продуктов весьма разнообразны. Их классифицируют в зависимости от охлаждающей среды, в которой осуществляется процесс. Охлаждающей средой может служить любое вещество в твердом, жидком или газообразном виде, если его контакт с объектом не ухудшает качество последнего. По характеру охлаждающей среды способы охлаждения обычно делят на две группы: к первой группе относятся способы охлаждения в гомогенной среде (например, охлаждение рыбы в холодном воздухе или холодной жидкости), ко второй группе – способы охлаждения в гетерогенной среде (во льду).

Выбор способа охлаждения предопределяется: целевым назначением охлаждения; видом охлаждаемого продукта; количеством продукта.

Твердые продукты часто охлаждают путем непосредственного контакта их с охлаждающими поверхностями. Широко известны способы охлаждения твердых продуктов путем их непосредственного контакта с жидкими или газообразными хладоносителями.

Охлаждение холодным воздухом осуществляется в камерах с температурой минус 2 – минус 3 °С и влажностью 95–98 %. Применяется для мелкоштучной упакованной продукции, так как в этих условиях продукт охлаждается медленно и при отсутствии упаковки может ухудшиться его товарный вид из-за значительной усушки.

Наиболее распространенными способами промышленного охлаждения являются охлаждение погружением в холодную жидкую среду, охлаждение орошением холодным рассолом, охлаждение льдосолевой смесью и охлаждение льдом. Из этих способов наиболее распространено охлаждение льдом. Лед может быть мелкодробленным, полученным в специальных машинах – льдодробилках из блочного льда (прямоугольные блоки массой от 1 до 200 кг), кубиковым (кубики массой от 15 до 40 г), чешуйчатым (скорлупки от 25 до 100 г) и снежным (крупинки массой от 1 до 5 мг). Кубиковый, чешуйчатый и снежный лед получают в льдогенераторах (рисунок 1.2), он не требует дополнительного дробления.

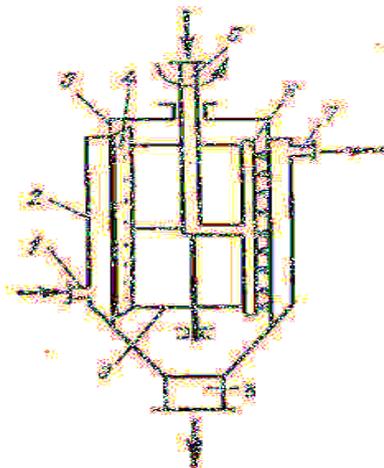


Рисунок 1.2 – Схема льдогенератора для получения чешуйчатого (снежного) льда: 1 – патрубком для входа хладоагента; 2 – рубашка; 3 – корпус аппарата; 4 – нож; 5 – патрубком для входа воды; 6 – трубки с форсунками для разбрызгивания воды; 7 – патрубком для выхода хладоагента; 8 – бункер для выгрузки чешуйчатого льда; 9 – рама

Льдогенератор работает так. В рубашку аппарата поступает хладагент. На внутреннюю поверхность корпуса разбрызгивается вода. Образующаяся пленка льда срезается ножом. Нож и трубка с форсунками для разбрызгивания воды вращаются с одинаковой частотой, так как они насажены на общую раму.

Однако на практике расход льда значительно больше значения, рассчитанного по формуле, поскольку для достижения быстрого и

равномерного охлаждения необходимо, чтобы вся поверхность каждой единицы продукции была равномерно окружена льдом. Дозировка льда составляет 50–100 % от массы продукта в зависимости от условий (температуры) окружающей среды. Огромное значение имеют качество льда, способы его заготовки и степень дробления.

Количество льда (кг), необходимое для охлаждения, определяют следующим образом. Количество тепла Q_0 (кДж), отводимое от продукта при его охлаждении от t_n до t_k , делят на теплоту плавления льда (335,2 кДж/кг):

$$G_{\text{л}} = Q_0 / 335,2, \quad (1.7)$$

где $G_{\text{л}}$ – масса льда, кг.

Охлаждение льдосолевой смесью позволяет достигнуть более быстрого и глубокого охлаждения продукции. Однако при этом возникают диффузионно-осмотические процессы, в результате чего в поверхностных слоях продукта увеличивается содержание соли. Чтобы избежать просаливания, льдосолевой смесью рекомендуется охлаждать только упакованные продукты. Расход льда и соли зависит от температуры окружающего воздуха.

Температура смеси льда и соли определяется по формуле В. А. Бобкова:

$$t_{\text{см}} = -0,7 x, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (1.8)$$

где x – массовая доля соли в смеси, %.

Охлаждение пищевых продуктов преследует конкретные цели – понизить скорость биохимических процессов и уменьшить развитие микроорганизмов.

Охлаждение пищевых продуктов животного происхождения осуществляется после прекращения жизни теплокровных или хладнокровных животных и первичной обработки. После смерти животного в мышечной ткани протекают интенсивные процессы, связанные с расщеплением углеводов и эфиров фосфорной кислоты.

Результатом этих процессов является выделение теплоты и, как следствие, повышение температуры продукта. Тепловыделения в этом случае существенно превосходят количество теплоты, выделяемое при жизни организма.

Если мясо не охладить непосредственно после убоя животного, то это может привести к необратимому процессу – загару мяса. Последний возникает при повышении температуры в толще продукта до появления денатурационных и специфических ферментных процессов распада аминокислот или отдельных белковых веществ. В результате образуются летучие вещества, обуславливающие неприятный запах, и в глубине наиболее толстых частей туш мясо приобретает неестественный цвет. Аналогичные процессы протекают в рыбе и птице.

Количество выделяемой теплоты метаболических процессов находится в прямой зависимости от времени начала охлаждения и скорости охлаждения. Чем раньше будет начат процесс охлаждения и чем выше скорость охлаждения продукта, тем меньшее количество теплоты метаболических процессов выделяется и тем энергетически выгодным становится процесс охлаждения, а качество охлаждаемых продуктов будет выше.

2.6 Рассмотрим *охлаждение мяса и мясопродуктов*

Тепловыделения после прекращения жизни животного существенно превышают тепловыделения при жизни. Они могут привести к повышению температуры мясной туши в первый час после убоя на 3,3–7,9 °С при отсутствии теплообмена с окружающей средой.

Отличительной особенностью мышечной ткани являются процессы окоченения и расслабления, т. е. созревания мяса. Задержка в наступлении окоченения, вызванная быстрым охлаждением, является причиной, препятствующей реализации мяса, до того как этот процесс полностью не закончится. В связи с этим следует разумно выбирать скорость охлаждения и конечную температуру продукта. Для ускорения завершения процесса окоченения (ферментации) его следует проводить при температуре 7–9 °С. Мясо высшей упитанности требует для завершения процесса ферментации больше времени, чем мясо более низкой упитанности или мясо молодняка.

После первичной обработки мясные туши, полутуши или четвертины размещают на подвесных путях и охлаждают в камерах, имеющих оборудование для охлаждения воздуха. Существует несколько способов охлаждения мяса:

- *в камере хранения* при постоянной температуре в течение всего процесса охлаждения. В этом случае температура в камере составляет 0 °С, а относительная влажность 87–97 %. Процесс охлаждения заканчивается при достижении температуры мяса в толще бедра 2–4 °С и продолжается 30–36 ч;

- *в камере интенсивного охлаждения* интенсификация процесса охлаждения достигается понижением температуры охлаждающего воздуха и увеличением скорости движения окружающей среды. Увеличение скорости движения охлаждающего воздуха до 1–2 м/с позволяет сократить в два раза длительность процесса охлаждения. При понижении температуры охлаждающего воздуха до минус 8 – минус 12 °С и указанной скорости движения охлаждающей среды продолжительность охлаждения до средней конечной температуры по объему бедра 3–4 °С составляет 6–8 ч. При таком интенсивном охлаждении между поверхностными и глубинными слоями будет наблюдаться значительная разность температур. Охлажденное таким образом мясо выдерживают в камере хранения при температуре 2 °С;

- *в камерах тоннельного типа*, как правило, вдоль тоннеля располагают до четырех подвесных путей, по которым подвешенные туши перемещаются от зоны загрузки к зоне выгрузки. Движение охлаждающего воздуха внутри тоннеля обеспечивается принудительно с использованием вентиляторов или струйных систем. Воздух охлаждается в сухих или мокрых воздухоохладителях, устанавливаемых непосредственно в тоннеле или за его пределами.

Установлено, что мясо в полутушах можно охлаждать до минус 2 °С, при этом кристаллизации содержащейся в мясе воды не происходит.

2.8 *Мясо домашней птицы и дичи* более нежное, чем мясо животных, и поэтому требует своевременного и быстрого *охлаждения*. Тушки птицы

поступают на охлаждение после технологической обработки. Птицу охлаждают в воздушной среде, ледяной воде и тающем льде.

Продолжительность охлаждения птицы в камере при температуре 0–1 °С и естественной циркуляции охлаждаемого воздуха может составлять до 24 ч и более. Интенсификация процесса может осуществляться понижением температуры воздуха в камере до минус 2 °С и повышением скорости движения воздуха до 4 м/с. В этом случае длительность процесса охлаждения сокращается до 3–6 ч. Воздушное охлаждение применимо только для тушек птицы, подвергнутых сухой ошипке и обработке при температуре 54–50 °С, в противном случае птица обезвоживается и теряет товарный вид.

Более эффективным является охлаждение птицы в «ледяной воде», имеющей температуру 0–2 °С. Длительность ее охлаждения составляет 20–50 мин в зависимости от вида и упитанности птицы. Кожа тушек при этом становится чистой, отбеливается, исчезают пятна от ушибов и кровоизлияний. Вследствие поглощения некоторого количества воды кожей и подкожной тканью форма тушек округляется, и они приобретают хороший товарный вид. Недостатком данного способа охлаждения является возможность перекрестного микробиологического обсеменения, в частности инфицирование сальмонеллой. Для реализации данного способа требуется строгий санитарный контроль с применением дезинфицирующих средств.

Охлаждение тушек птицы тающим льдом осуществляется в специальных ваннах или в таре для хранения. Тушки укладывают на дробленый лед, каждый слой пересыпают также дробленным льдом. Продолжительность охлаждения составляет 2–4 ч. Вследствие большой трудоемкости и неполного использования тары данный метод не получил большого распространения.

К перспективным методам относится охлаждение тушек птицы орошением ледяной водой. При этом охлаждение совмещается с очисткой и промывкой охлаждаемых тушек. Установлено, что микробиологическое обсеменение на поверхности тушек сокращается на 85–95 %, а количество влаги, поглощаемой тушками, не превышает 2–3 %.

2.9 Рыба и рыбопродукты охлаждаются непосредственно на месте вылова, т. е. на рыболовных судах, оснащенных холодильным оборудованием, или в береговых производственных холодильниках. Наибольшее распространение получило охлаждение с использованием водного льда, охлажденной морской воды или водного раствора хлористого натрия.

При использовании ледяного охлаждения предварительно отсортированную рыбу помещают в тару, перемежая слои рыбы и дробленого водного льда. Для охлаждения используется естественный и искусственный лед, но предпочтение отдается искусственному, так как он менее заражен микроорганизмами. Наибольший эффект достигается при изготовлении льда из морской воды. В зависимости от температурных условий, времени года и продолжительности охлаждения рыбы расход льда на охлаждение составляет 40–100 % от массы охлаждаемой рыбы.

В качестве жидких сред для охлаждения рыбы используется морская вода или 2%-ный водный раствор хлористого натрия (поваренной соли). Применение раствора хлористого натрия имеет преимущества, так как концентрация раствора близка к концентрации солей в тканевом соке рыбы, вследствие чего осмотические явления сводятся к минимуму. Кроме того, использование искусственно приготовленного раствора снижает микробиологическую обсемененность. Рыба охлаждается в специальных корзинах, которые погружаются в ванны с циркулирующей охлажденной до температуры минус 2 °С жидкой средой. Продолжительность охлаждения 1–2 ч. Разновидностью охлаждения с использованием жидких сред является охлаждение рыбы холодным жидким теплоносителем на конвейере. Как правило, после охлаждения рыбы жидким солевым раствором ее промывают холодной пресной водой.

2.10 *Охлаждение пищевых продуктов* – подготовительный процесс холодильной технологии перед *холодильным хранением*. Сроки такого хранения больше продолжительности охлаждения, поэтому при холодильном хранении основное значение приобретает максимальное снижение скорости нежелательных микробиологических, биохимических и химических процессов в пищевых продуктах. Кроме того, в задачу холодильного хранения входит обеспечение сохранности питательных свойств продукта, его питательной ценности, а также товарного качества.

Охлажденные продукты хранятся более продолжительное время, чем неохлажденные, что связано с влиянием низких температур на скорость химических и ферментативных процессов в их тканях. Такое влияние температуры обычно описывается коэффициентом Q_{10} – отношение скорости реакции при данной температуре к скорости реакции при температуре на 10 °С выше. Для большинства пищевых продуктов температурный коэффициент является величиной постоянной, не зависимой от температуры и составляющей $Q_{10} = 2-3$. Это значит, что при снижении температуры на 10 °С скорость реакций уменьшается в 2–3 раза.

Для рационального холодильного хранения охлажденных продуктов необходимо выполнение ряда условий: хранить доброкачественные продукты, прошедшие регламентированную технологическую обработку перед хранением; соблюдать температурный режим хранения; поддерживать определенную влажность при хранении; соблюдать санитарно-гигиенические условия; использовать дополнительные средства, повышающие стойкость хранимых продуктов; применять рациональную тару для хранения продуктов.

Охлажденные скоропортящиеся пищевые продукты хранят в камерах при температурах, близких к криоскопическим, а относительную влажность поддерживают в пределах 80–85 %.

Пределным сроком хранения пищевого продукта принято считать такой, по истечении которого в хранимом продукте начинают появляться не присущие продукту посторонние запахи, продукт приобретает привкус, изменяется цвет и внешний вид.

Изменения показателей качества для каждого продукта индивидуальны, но для групп продуктов можно выделить общие признаки, по которым судят об изменении качества. При хранении жиров животного происхождения микроорганизмы и ферменты вызывают распад ненасыщенных жирowych кислот, что приводит к образованию кетонов, обуславливающих горький привкус продукта. При хранении рыбы и рыбопродуктов происходит распад белковых молекул с образованием аминокислот и, как следствие, триметиламина, присутствие которого свидетельствует о наличии порчи. Характерное изменение окраски хранимых фруктов и овощей, изменение консистенции вследствие биохимических и химических реакций является характерным признаком порчи продукта.

Хранение охлажденных пищевых продуктов при низких положительных температурах (0–2 °С) обеспечивает сохранность мяса, рыбы, птицы в течение одной-двух недель. Скоропортящиеся продукты растительного происхождения при рациональной организации режима хранения могут храниться практически до нового урожая (до 9 мес.).

Основная цель современной технологии хранения пищевых продуктов в охлажденном состоянии состоит в улучшении качества продукции и увеличении сроков ее хранения. Достичь указанной цели позволяют новые технологические приемы. Они включают в себя использование прогрессивных видов тары (ящиков, контейнеров) из сплавов металлов, полимерных и комбинированных материалов, а также применение антисептиков, антибиотиков, различных газовых сред, озона, азота, ультрафиолетового и ионизирующего излучений для уничтожения микрофлоры, способной развиваться при температуре около 0 °С. Как правило, антисептики, антибиотики вводят в воду, применяемую для санитарной обработки помещений и оборудования, мойки продуктов и изготовления льда. Из антисептиков применяют гипохлорит кальция или натрия, озон, пероксид водорода и др. Эффективно применение хлорного льда и льда, содержащего антибиотики, например, биомицин. Положительный эффект удлинения сроков хранения охлажденной продукции получен при использовании озонированного льда. Такой лед получают из воды, насыщенной озоном. Перспективным способом удлинить срок хранения охлажденных продуктов является упаковка их в газовой среде модифицированного состава. В такой среде резко уменьшают содержание кислорода и соответственно увеличивают долю углекислого газа (до 70 %) и азота (до 60 %).

Охлажденные пищевые продукты, для которых заканчивается установленный срок хранения, подвергаются завершающему холодильному технологическому процессу – отеплению. Этот процесс завершает непрерывную холодильную цепь, обеспечивающую доставку пищевых продуктов из сферы производства в сферу потребления с максимально возможной сохранностью питательных и вкусовых свойств, а также товарного вида.

2.10 Для более глубокого освоения теоретического материала по теме лабораторной работы следует обратиться к лекционному материалу и библиографическим источникам из прилагаемого списка: [1–4, 7–9, 11].

3 Задание

1. Охладить образцы продуктов в соответствии с требованиями, изложенными в п. 3 разд. 4.

2. Построить графики изменения температуры во времени при охлаждении.

3. Рассчитать расход теплоты и продолжительность процесса. Сравнить расчетные данные с экспериментальными.

4. Сделать выводы о влиянии способа охлаждения на качество продукта.

4 Ход работы

1. Материалы, необходимые для работы на одну группу обучающихся в магистров из двух-трех человек (в лаборатории обычно занимается три-шесть человек, следовательно, одна-две группы):

Продукты с температурой не ниже 20 °С (мясо, птица, рыба, фарш¹ – на одну группу один вид продукта) – масса каждого образца 150–200 г, необходимо по три образца на группу.

Термометры с диапазоном измерения 0–20 °С – 3 шт.

Ножи или пробойники.

Посуда для проведения процесса охлаждения (на одну группу): тарелка 1 шт. для охлаждения в холодильнике; глубокая миска, кастрюля или лабораторная кружка 2 шт. для охлаждения льдом и льдосолевой смесью.

Весы технические.

Одеяло.

Фильтровальная бумага.

Пакеты полимерные тонкие – 2 шт.

Лед дробленый – 10 кг.

Соль поваренная пищевая – 50 г.

2. Получив образцы продуктов, необходимо сделать в них отверстия как можно ближе к их геометрическому (термическому) центру на половину толщины под термометры (так, чтобы конец термометра был полностью плотно помещен в продукт и как можно точнее отражал температуру), взвесить их и распределить по видам охлаждения.

3. Охлаждение проводить тремя способами: холодным воздухом в плюсовой камере холодильника, во льду и в льдосолевой смеси.

Провести замер температуры продукта перед началом охлаждения.

Провести замер температуры воздуха в плюсовой камере холодильника.

¹ Для этой и последующих лабораторных работ продукты, как объекты исследования, определяются преподавателем.

Для охлаждения холодным воздухом образец на тарелке со вставленным в него термометром (если есть возможность) поместить в плюсовую камеру холодильника и проводить замеры температуры продукта через каждые 20 мин.

Раздробить лед как можно мельче (при необходимости).

Половину льда использовать для приготовления льдосолевой смеси (5%-ной).

Провести замер температуры дробленого льда и полученной льдосолевой смеси, используемых для охлаждения.

Для охлаждения льдом образец со вставленным в него термометром поместить в миску (кастрюлю) с дробленным льдом и проводить замеры температуры продукта через каждые 10 мин (фарш помещать в лед упакованным в полимерные пакеты).

Для охлаждения льдосолевой смесью образец со вставленным в него термометром поместить в миску (кастрюлю) с льдосолевой смесью и проводить замеры температуры продукта через каждые 10 мин (фарш помещать в смесь упакованным в полимерные пакеты).

Записать время, потребовавшееся для проведения процесса охлаждения.

4. После окончания процесса охлаждения (для всех способов) образцы аккуратно промокнуть фильтровальной бумагой (если есть необходимость) от излишков воды или выделившегося тканевого сока и взвесить. Определить потери массы продукта при охлаждении по формуле

$$\Delta_m = \frac{m_{\text{до охлаждения}} - m_{\text{после охлаждения}}}{m_{\text{до охлаждения}}} \cdot 100\% . \quad (1.9)$$

5. Построить графики изменения температуры во времени при охлаждении разными способами. Сравнить полученные данные.

6. Рассчитать расход холода, расход льда и продолжительность процесса охлаждения для каждого способа. Сравнить расчетные данные с экспериментальными данными.

7. Сделать выводы по работе

5 Вопросы для самоконтроля

1. Какие изменения происходят в продуктах при охлаждении?
2. Какие способы охлаждения существуют?
3. Перечислите способы охлаждения, наиболее часто используемые в общественном питании.
4. При каких условиях хранятся охлажденные продукты?
5. Как рассчитать расход холода на охлаждение и продолжительность процесса?

6 Содержание отчета

В отчет включают: название работы, цель работы, краткий теоретический материал, протокол полученных данных, анализ данных, выводы.

Лабораторная работа № 2 «Исследование процесса охлаждения фруктовых соков льдом»

1 Цель работы

Приобрести навыки и умения в исследовании продолжительности технологического процесса охлаждения соков и других напитков, произвести расчеты расхода льда и продолжительность процесса и сравнить расчетные данные с экспериментальными.

2 Теоретическая часть

2.1 Как известно, каждому человеку рекомендуется выпивать не менее 2 л жидкости в день в любое время года. И не важно, что это – чай или кофе, пиво или вино, минеральная вода или сок. Жидкость, которую пьют люди, зависит не только от вкусовых предпочтений, но и от времени года. Зимой чаще пьют горячие напитки (чай, кофе и др.), летом – что-то холодное. Когда жарко, норма потребления жидкости увеличивается. Именно поэтому лето – это время небольших и средних кафе и баров, количество которых увеличивается в геометрической прогрессии.

Напитки всегда были и будут одной из самых прибыльных статей в продуктовом бизнесе и общественном питании. Все, наверное, со мной согласятся, что любая беседа лучше протекает за чашечкой кофе или стаканом сока.

2.2 История развития и технология производства соков началась в 1869 г., когда Цэлс, американский аптекарь, приготовил виноградный сок из гибридного сорта винограда Конкорд. С тех пор технология приготовления этого сока не утратила своей актуальности, и его промышленное производство достигло больших размеров. Позже, и в особенности после второй мировой войны, промышленное производство фруктовых соков получило широкое развитие во многих странах мира.

В настоящее время соки приготавливают практически из всех спелых свежих овощей, ягод и фруктов. В процессе приготовления соков ягоды и фрукты освобождают от черенков и чашелистиков, промывают в холодной проточной воде, отцеживают и измельчают. Соки содержат почти те же питательные вещества, что и свежие плоды и ягоды.

Сок отделяется механическим способом или нагреванием ягод и фруктов. После отжатия сока к оставшейся мезге, как правило, добавляют 10 % теплой кипяченой воды, смешивают и вторично выжимают. Получившийся сок используют для приготовления различных напитков.

Промышленная установка стерилизации и охлаждения сока включает в себя емкость для сока, насосы центробежные нержавеющей стали, секции регенерации, стерилизации, выдерживатель и секцию охлаждения. Кроме того,

она оснащена приборами автоматического регулирования давления сока и пара, температуры стерилизации и охлаждения.

Подготовка продукта к розливу происходит следующим образом. Фильтрованный сок из емкости центробежным насосом подается в секцию регенерации, где подогревается до температуры 75–80 °С встречным потоком сока, поступающего в эту же секцию из стерилизатора. Стерильный и нестерильный соки в секции регенерации не смешиваются, так как проходят по разным каналам. Подогретый сок из регенератора поступает в секцию стерилизации, где нагревается паром до температуры 110–115 °С. Сок, нагретый в секции стерилизации, поступает в выдерживатель, который служит для увеличения времени стерилизации. Время прохождения сока через стерилизатор и выдерживатель – 90 с.

После выдерживания сок поступает снова в секцию генерации, где частично охлаждается холодным соком, и проходит дальше в секцию охлаждения водой. После охлаждения до температуры 25–30 °С сок поступает на розлив.

На машину розлива сока в пакеты сок подается в количестве, превышающем производительность машины на 10 % (потери на розлив).

Данная технологическая схема позволяет снизить на 50 % расход пара за счет подогрева холодного сока горячим в секции регенерации и уменьшить на 30% расход питьевой воды на охлаждение за счет частичного охлаждения горячего сока холодным в секции регенерации и автоматической регулировки подачи воды на охлаждение в зависимости от температуры продукта на выходе из охладителя.

В зависимости от способа производства различают соки осветленные (прозрачные), полупрозрачные (в процессе хранения образуется осадок), непрозрачные (соки с мякотью), концентрированные (содержащие 70 % сухих веществ).

Хранят соки в складских помещениях при температуре от 0 до 10 °С.

2.3 Оборудование для охлаждения напитков разнообразно

Продажа напитков не требует больших капиталовложений. Тип и количество оборудования прямо зависят от погоды – если на улице просто тепло будет достаточно и холодильника, если жарко, то без морозильной камеры не обойтись. Но как показывает практика, в холодильнике соки хранят редко. Это объясняется габаритами их упаковок. Приготовление же напитков требует особого оборудования.

Холодильная техника представлена не только холодильниками и морозильниками, но и устройствами для охлаждения соков и других напитков. Это целый класс устройств-охладителей, которые практически не используются в быту, зато заметно облегчают жизнь любого кафе или ресторатора. Например, при торговле соками активно используются сокоохладители (рисунок 2.1), для охлаждения пива «на розлив» применяются премиксы, для газированной воды – постмиксы.

Так, для продажи прохладительных напитков в теплое время года идеально подходят сокоохладители на одну, две или три емкости. Наибольшее распространение сейчас получили сокоохладители, предназначенные для охлаждения, перемешивания и порционного розлива соков и напитков. Подобные устройства прочно вошли в нашу жизнь и стали излюбленными позициями не только для летних кафе, но и для заведений быстрого питания (фаст-фуда). Основная задача этого оборудования состоит в сохранении аромата сока, морса или нектара и охлаждении именно до той оптимальной температуры, при которой их потребление доставит максимум удовольствия. Аппараты гарантируют охлаждение напитков в кратчайшие сроки с наименьшими затратами, а их небольшие габариты позволяют добиться экономии рабочего места. Такие охладители довольно привлекательно смотрятся в интерьерах самых различных торговых заведений и дают возможность эффектно продемонстрировать напиток «в движении», тем самым невольно побуждая посетителей сделать заказ.



Рисунок 2.1 – Охладитель соков BRAS, Италия

Таким образом, сокоохладитель выполняет сразу несколько функций:
- это прекрасная витрина. Вид сока в запотевших емкостях охладителя, при определенных погодных условиях, способен увеличить реализацию в 2–3 раза;

- сокоохладитель снижает температуру напитка не хуже холодильника при этом он занимает меньше места.

Сокоохладитель – это простой аппарат, без всякой электроники. Конструкция этих аппаратов состоит из охлаждающего элемента и перемешивающего устройства, позволяющего избежать образования пены. На дне емкости есть небольшой лопастный вентилятор, который закручивает жидкость по спирали, и она циркулирует.

Есть аппараты, у которых лопасти вентилятора крутятся внутри емкости.

Специалисты рекомендуют перемешивать все соки. Объясняется это тем, что, если напитки не перемешивать постоянно, температура жидкости в разных точках объема отличается, а соки, приготовленные из сухого концентрата, могут изменить вне вообще расслоиться на фракции. Перемешивание дает еще один плюс – движение всегда привлекает человека. Чтобы покупатель что-то купил, это должно ему сначала понравиться.

Практически все охладители оборудованы дозатором. Это позволяет контролировать выливание жидкости. Не каждый покупатель будет шумно возмущаться по поводу недолива сока, он, просто, больше у Вас ничего не купит. На этом нельзя экономить, сейчас наоборот стараются на 10–15 г увеличить порцию: на себестоимости это не сказывается, а покупатели рады. Автоматические дозаторы используются крайне редко, так как из-за этого конструкция подорожает.

Классифицируются сокоохладители по объему (от 3 до 20 л) и количеству емкостей (от 1 до 4). На корпус, выполненный из нержавеющей стали, монтируются от одной до четырех емкостей, сделанных из пищевого поликарбоната, в каждую из которых заливается своя разновидность напитка (кстати, в данных аппаратах рекомендуется использовать осветленные соки или напитки, получаемые путем растворения концентратов в воде). Емкости различаются по литражу и могут быть вместимостью от 3 до 20 л. У небольших предприятий наибольшей популярностью пользуются компактные модели с двумя и тремя емкостями по 5 л каждая. По стоимости они дешевле своих более вместительных аналогов.

Особо большой разницы в функциональных характеристиках больших и малых по объемам сокоохладителей нет. Единственное, в чем охладитель с большим объемом лучше, так это время охлаждения сока после долива. После долива 3–4 л сока, температура поднимется на несколько градусов, но это практически незаметно, кроме того, сок охлаждается достаточно быстро. Несмотря на то, что в охладители с малым объемом приходится чаще доливать соки, приобретение таких аппаратов вполне оправданно, поскольку низкая цена установки предполагает использование менее мощного и, соответственно, недорогого компрессора (чем больше емкость, тем мощнее нужен компрессор).

Сегодня достаточно много заведений предлагают «фреш», т. е. свежавыжатый сок. Для этого устанавливают соковыжималки, которые бывают двух видов: для приготовления сока из citrusовых и для корнеплодов и твердых фруктов. Натуральный сок, приготовленный на глазах у покупателя,

вызывает больше доверия. Кроме того, свежеприготовленные соки содержат больше витаминов, чем консервированные. Поэтому «фреш» пользуются сейчас большой популярностью.

Существуют автоматы для продажи охлажденных, осветленных натуральных соков в стаканы разового пользования. Такие автоматы можно устанавливать в закрытых помещениях предприятий торговли и общественного питания, а также на открытых площадках под навесом.

Автомат представляет собой металлический каркас сварной конструкции. Нижнюю часть его занимает машинное отделение, в котором размещены: холодильный агрегат компрессор, коллектор подвода воды, коллектор слива жидкости, шланг для промывки устройств автомата водой. В среднюю часть каркаса встроена теплоизоляционная холодильная камера, закрываемая дверью. В камере размещены две фляги с соком и датчиками наличия напитка. Во флягу с герметичной крышкой вместимостью 20 л вставлены трубки для подачи воздуха и для забора напитка, которые опущены до самого дна с целью хорошего перемешивания продукта и получение стабильной дозы независимо от уровня продукта во флягах. На стенке камеры установлены ниши выдачи и воздухораспределительные коллекторы, которые состоят из редукторов давления (манометров), показывающих рабочее давление воздуха, и обратных клапанов, перекрывающих воздушную магистраль в аварийных случаях (например, при снижении в ней давления воздуха). Испаритель холодильного агрегата размещен в верхней части камеры. Подсоединение испарителя к холодильному агрегату обеспечивается терморегулирующим вентилем. С помощью термореле температура в холодильной камере поддерживается в пределах от 4 до 8 °С. В верхней части каркаса смонтирован барабан хранения и выдачи стаканчиков.

Работа автомата. После получения из монетного механизма сигнала о включении автомата и нажатия соответствующей кнопки выбора сока приводится в действие механизм выдачи стаканчиков. Стаканчик по наклонному лотку поступает в нишу выдачи напитка, срабатывает реле времени, включающее на заданное время один из клапанов слива. Одновременно воздушный компрессор нагнетает очищенный фильтром воздух в ресивер. По достижении в нем давления 0,2 МПа реле давления отключает компрессор, и из ресивера воздух поступает в одну из фляг. Под давлением воздуха напиток по заборной трубке подается к упомянутым выше клапанам слива. По истечении заданного времени клапан отключается и слив напитка заканчивается.

Граниторы – сравнительно новый для российского рынка тип оборудования, который пришел к нам из Италии. Эти аппараты по внешнему виду напоминают сокоохладители, но цель их работы другая: они снабжены более мощным компрессором, который способен замораживать соки (рисунок 2.2). Подобные аппараты используются для замораживания натуральных соков, концентратов, сиропов в густую снегообразную массу. Поскольку им приходится

перемешивать не жидкости, а вязкую массу, они и имеют по сравнению с сокоохладителями более мощный компрессор.

В процессе производства соки замораживаются до снегообразной консистенции, мелкие кристаллы льда пропитываются вкусом напитка, и в итоге получается жидкое фруктовое мороженое, напоминающее по консистенции мокрый рыхлый снег. Его подают в стаканчиках или креманках. Подобный фруктовый десерт не только прекрасно утоляет жажду, но и используется для приготовления различных коктейлей. Гранита (замороженный сок) может быть из натуральных соков, концентратов, сиропов, может быть с добавлением алкоголя; гранита – это самый охлажденный коктейль. На этих аппаратах можно даже приготовить базовую смесь для молочных коктейлей, которую потом просто необходимо дозбить.

В качестве сырья применяют, как правило, осветленные соки с повышенным содержанием сахара, концентраты с фруктовым или йогуртовым вкусом, а также воду с сиропами. Все это перемешивается и взбивается пластмассовым шнеком.

Корпус гранитора выполнен из нержавеющей стали со съемными емкостями для удобной чистки. В качестве замораживающего элемента выступает металлический цилиндр, вокруг которого вращается шнек. В процессе движения шнек снимает с цилиндра замороженный сок с температурой около минус 2 – минус 4 °С, перемешивает содержимое и немного взбивает его. На отечественном рынке в основном представлены аппараты итальянских компаний САВ, Bras, Foodatlas.



Рисунок 2.2 – Гранитор Foodatlas KRJ-15L3, Китай

Также популярны и постмиксы (рисунок 2.3). Они готовят безалкогольные газированные напитки. К аппарату подключается газовый баллон и сироп в полиэтиленовом мешке. Аппарат через фильтры подключается к воде, сироп соединяется с охлажденной водой соответственно установленной программе, газуется, при нажатии кнопки необходимый объем наливается в емкость. В зависимости от модели меняется количество выходов и дизайн башен. Эти аппараты напоминают советские автоматы для газированной воды, но меньшего размера. Как правило, они также используются в барах, за барной стойкой, так как к монетам сейчас стараются меньше привязываться: приходится либо подбирать монеты, либо уравнивать количество напитка, что ведет к его удорожанию и к усложнению конструкции, соответственно, сказывается на стоимости аппарата.

Насыщение воды углекислым газом необходимо для улучшения ее вкусовых качеств. После сатурации вода приобретает кисловатый вкус, свежесть, хорошо утоляет жажду. Процесс насыщения воды углекислым газом зависит от температуры воды, давления газа, характера и концентрации экстрактивных и минеральных веществ, продолжительности насыщения, площади поверхности соприкосновения углекислого газа с водой, величины напора и скорости истечения газированной воды.



Рисунок 2.3 – Постмикст Дельта-2, Россия

Основными частями автомата являются автосатуратор, водоохладитель с холодильным агрегатом, терморегулятор (термореле) с датчиком в бачке водоохладителя, терморегулирующий вентиль.

Вода охлаждается в водоохладителе змеевиком холодильного агрегата до 4–8 °С и поступает порциями в автосатуратор. Температура охлажденной воды регулируется термореле. Одновременно с подачей воды к автосатуратору по газовой магистрали через углекислотный редуктор под давлением 0,40,5 МПа подается углекислый газ. Давление контролируется реле давления газа. Газированная вода готовится в смесителе автосатуратора, где в результате впрыскивания воды и углекислого газа через форсуночное устройство вода насыщается углекислым газом.

В жаркие дни возрастает потребность в льдогенераторах – универсальных приборах, способствующих быстрому и эффективному переходу воды в кристаллическое состояние (рисунок 2.4). Получаемый лед кладется в отпускаемые напитки для их охлаждения.

Льдогенераторы различаются конструкцией, принципом образования льда и формой получаемого продукта. Выбор модели нужной производительности зависит от вида и проходимости предприятия общественного питания, ассортимента напитков или продукции. Льдогенератор необходимо подключить к сети однофазного переменного тока (220 В) и водопроводной магистрали, а также организовать слив в канализацию.

Широкое распространение получили модели двух типов: для производства кубикового и чешуйчатого льда. В генераторах кубикового льда чистая питьевая вода попадает в накопительную емкость и через форсунки при помощи встроенной помпы нагнетается на испаритель, на котором нарастает лед. Когда формы заполняются льдом, работа холодильного агрегата приостанавливается и включается подача горячих паров хладагента, способствующих легкому отделению ледяных кубиков от испарителя. После этого ледяные кристаллы скатываются в бункер, а остатки воды через дренаж уходят в канализацию. Более «динамичная» система работы использована в генераторах чешуйчатого типа, где лед нарастает на вертикальном вращающемся охлаждаемом испарителе-цилиндре, орошаемом водой. На определенном расстоянии от поверхности расположены ножи, срезающие слой льда при достижении им заданной толщины. Чешуйчатый лед помещают на поддон с отверстием, через которое можно слить образовавшуюся воду. Этот лед используется не только для демонстрации и хранения рыбы, мяса, овощей и фруктов, но также для выкладки бутилированных емкостей.

Льдогенераторы чешуйчатого льда, в отличие от своих «кубиковых» аналогов, оснащены более мощными компрессорами и имеют более высокую производительность. Они могут выпускаться как в моноблочном исполнении, так и с отдельно установленными накопителями для льда. Для увеличения производительности и экономии средств имеется возможность соединить в одну систему льдогенератор и бункер – специальную теплоизолированную емкость для хранения готового льда. Как правило, модели ведущих

производителей снабжаются автоматической системой генерирования льда и рециркуляционной помпой для сокращения расхода воды. Неплохо, если в аппарате предусмотрена система автоматического отключения, в соответствии с которой генератор прекращает работу при заполнении бункера-накопителя льдом. В результате этого можно сэкономить потребление воды и электроэнергии. В самых дорогих моделях имеется электронная схема управления, отображающая режимы работы льдогенератора. К числу ведущих производителей льдогенераторов относятся компании Scotsman Beverage Systems (Германия), FRIMONT, Brema Ice Makers S.p.A., Luxya, Gram, Gala (Италия). Особенно известны в нашей стране модели фирмы Scotsman, которые пользовались у барменов большой популярностью еще со времен Олимпиады-80. Сегодня это один из признанных лидеров по производству «ледовых» аппаратов, сфера применения которых довольно обширна: от баров и супермаркетов до крупных промышленных предприятий.



Рисунок 2.4 – Льдогенератор ACM25 SCOTSMAN, Германия

За последние годы большое распространение получили различные смешанные напитки (коктейли) как из свежих или консервированных плодов и ягод, так и на основе соков овощей, фруктов, ягод и других компонентов. Их приготовление – это смесь сахара с водой с добавлением фруктов, ягодных, овощных соков, меда, отваров, настоев трав и других различных приправ.

Необходимо отметить, что фруктово-ягодные соки, из которых готовят натуральные сиропы для освежающих напитков (коктейлей), ликеров и т. д.,

имеют еще диетическое и лечебное значение, способствуют усвоению пищи и улучшают обмен веществ в организме. С гигиенической и биологической точек зрения это наиболее нужные и ценные по своему составу, приятные по своим качествам напитки. Они содержат самое ценное, что имеется в плодах, фруктах и ягодах.

Следует иметь в виду, что срок хранения приготовленных напитков даже на холоде ограничен 2–4 сут, после чего они, как правило, самосбраживаются.

Упомянутые коктейли подают к столу, как правило, в охлажденном виде или со льдом, так как это освежающие напитки.

Температура прохладительных напитков при отпуске должна быть от 7 до 14 °С.

Напитки, охлажденные до более низких температур, приятны, но плохо утоляют жажду и вредны, поскольку нарушают нормальную работу пищеварительных желез и могут способствовать возникновению простудных заболеваний.

2.4 Для более глубокого освоения теоретического материала по теме лабораторной работы следует обратиться к лекционному материалу и библиографическим источникам из прилагаемого списка: [1, 4, 7–9, 11].

3 Задание

1. Охладить образцы соков в соответствии с требованиями, изложенными в п. 3 разд. 4.

2. Построить графики изменения температуры во времени при охлаждении.

3. Рассчитать расход теплоты, льда и продолжительность процесса. Сравнить расчетные данные с экспериментальными данными.

4. Сделать выводы о влиянии способа охлаждения на качество продукта.

4 Ход работы

1. Материалы, необходимые для работы на одну группу обучающихся в магистратуре из двух-трех человек (в лаборатории обычно занимается три-шесть человек, следовательно, одна-две группы):

- сок фруктовый с температурой 20°С (для нескольких групп в ассортименте) – 500 мл;

- стаканы на 250–300 мл – 2 шт.;

- термометры с диапазоном измерения 0–20 °С – 2 шт.;

- лед, замороженный кубиками, для охлаждения соков – 300 г;

- цилиндр для измерения объема сока на 250 мл – 1 шт.;

- трубочки или ложки для перемешивания соков со льдом – 2 шт.;

- весы технические.

2. Получив сок, необходимо его тщательно перемешать для равномерного распределения мякоти (если сок с мякотью). Объем наливаемого в стакан сока

предварительно определить мерным цилиндром. Налить в два стакана по 200 мл сока.

3. Охлаждение сока:

- измерить начальную температуру сока (перед охлаждением);
- взвесить несколько (два-три) кубиков льда и поместить их в сок для его охлаждения;
- проводить замеры температуры в толще сока (в геометрическом центре стакана) после его перемешивания через каждые 5 мин, пока сок не охладится до 5 °С;
- по мере таяния льда, если температура сока еще не достигла требуемых значений, добавлять предварительно взвешенные кубики льда;
- записать время, потребовавшееся для проведения процесса охлаждения сока до 14, 10, 7 и 5 °С.

4. Построить график изменения температуры сока во времени при охлаждении.

5. Определить объем охлажденного сока после окончания процесса (мерным цилиндром) и процент прибавления объема по формуле

$$\Delta_m = \frac{V_{\text{после охлаждения}} - V_{\text{до охлаждения}}}{V_{\text{до охлаждения}}} 100\%. \quad (2.1)$$

6. Рассчитать расход холода, льда и продолжительность процесса охлаждения сока до 14 и 7 °С. Сравнить расчетные данные с экспериментальными данными.

Количество тепла Q_0 (в кДж), выделенное продуктом при его охлаждении от начальной температуры t_n до конечной температуры охлаждения t_k , упрощенно определяют по формуле

$$Q_0 = G c_0 (t_n - t_k), \quad (2.2)$$

где Q_0 – расход холода на охлаждение продукта, кДж; G – масса охлаждаемого продукта, кг; c_0 – удельная теплоемкость продукта, кДж/(кг·К); $t_n - t_k = \Delta t$ – соответственно разница между начальной t_n и конечной t_k температурой продукта, К.

$$c_0 = c_w YV + c_c(1 - W), \quad (2.3)$$

где $c_w = 4,19$ кДж/(кг·К), $c_c = 1,42$ кДж/(кг·К).

Количество льда (кг), необходимое для охлаждения, определяют следующим образом. Количество тепла Q_0 (кДж), отводимое от продукта при его охлаждении от t_n до t_k , делят на теплоту плавления льда (335,2 кДж/кг):

$$G_{\text{л}} = Q_0 / 335,2.$$

Для приближенной оценки длительности охлаждения используется формула А. Фикиина:

$$\tau = \frac{FR^2}{\alpha} \left[\left(\frac{2,3}{Bi} + 0,8 \right) \lg \frac{t_n - t_0}{t_k - t_0} + 0,12 \right], \text{ с}, \quad (2.4)$$

где F – коэффициент, учитывающий форму продукта (для тела в форме пластины $F = 1$, для цилиндра $F = 1/2$, для шара $F = 1/3$); R – определяющий геометрический размер тела, м (половина толщины пластины, радиус цилиндра

или шара); A – коэффициент температуропроводности продукта, $\text{м}^2/\text{с}$;
 Bi – критерий Био, $Bi = \frac{\alpha R}{\lambda_{\text{пр}}}$; t_0 (или t_c) – температура охлаждающей среды, $^{\circ}\text{C}$.

7. Сделать выводы по работе.

5 Вопросы для самоконтроля

1. Какие существуют способы охлаждения напитков?
2. Какие изменения происходят в соках при охлаждении?
3. Какое оборудование используется в общественном питании для охлаждения напитков?
4. До каких температур должны быть охлаждены напитки перед употреблением?
5. Как рассчитать расход льда на охлаждение и продолжительность процесса?

6 Содержание отчета

В отчет включают: название работы, цель работы, краткий теоретический материал, протокол полученных данных, анализ данных, выводы.

Лабораторная работа № 3 «Исследование процесса охлаждения тортов в упаковке. Оценка длительности процесса методом В. А. Сатаниной»

1 Цель работы

Приобрести навыки и умения в исследовании продолжительности технологического процесса охлаждения кондитерских изделий на примере охлаждения торта в упаковке. Овладеть методом В. А. Сатаниной расчета продолжительность процесса охлаждения тортов в упаковке до температуры хранения и сравнить расчетные данные с экспериментальными.

2 Теоретическая часть [5]

2.1 Кондитерские изделия, к которым относятся торты и пирожные, являются одним из самых популярных и востребованных у покупателя лакомством. Современный потребитель приобретает торты не только по торжественным случаям, но и в повседневной жизни эти изделия пользуются все возрастающим спросом. При сегодняшнем темпе жизни хозяйкам зачастую не хватает времени на приготовление довольно трудоемких и затратных по времени угощений. Однако ограниченные сроки хранения кондитерских изделий не позволяют предприятиям создать достаточный запас, полностью удовлетворяющий спрос потребителей.

Высокое содержание жира и влаги делает торты и пирожные малоустойчивыми к хранению. Молоко, масло, сахар, яйца и другие виды сырья, применяемые для приготовления кремов, являются благоприятной средой для развития патогенной микрофлоры. Сроки хранения кондитерских изделий при температуре $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ колеблются в широких пределах: 36 ч – для со сливочным кремом, 24 ч – с творожным, 6 ч – с заварным и со взбитыми сливками.

При длительном хранении мучных кондитерских изделий используют более низкие температуры. Они могут храниться в замороженном состоянии при температуре минус 18°C до двух недель.

Влага, содержащаяся в выпеченных изделиях, находится в связанном состоянии и поэтому даже при температуре минус 18°C процесс льдообразования в них не протекает, в то время как такой процесс происходит в креме, поскольку его криоскопическая температура равна минус 6 – минус 8°C , и, следовательно, структура крема нарушается. Это приводит к ухудшению органолептических свойств продукта после дефростации: возникает мучнистость, крупинчатость.

Вопросы обеспечения стабильности качественных показателей и безопасности для потребителя кондитерских изделий встают все острее. Необходимость проработки процессов сохранности скоропортящихся изделий

диктуется также широко и активно развивающимися торговыми сетями, выставляющими собственные достаточно жесткие критерии качества изделий.

2.2 Если хранить торты и пирожные при температуре близкой к криоскопической температуре крема (минус 6 – минус 8°C), не допуская фазового перехода, то негативных изменений в органолептических свойствах не происходит, по сравнению с традиционным способом хранения сроки увеличиваются. Для тортов и пирожных, украшенных железированными фруктами и ягодами очень сложно достигнуть стабильности в хранении.

Кроме того, важно еще знать время, необходимое для достижения тортом температуры хранения, поскольку в этот период возможна его микробиологическая порча.

Упаковка создает вокруг продукта слой неподвижного воздуха, вследствие чего процесс порчи значительно замедляется. Упакованные кондитерские изделия удобно охлаждать в штабелях, не рисковать целостностью изделия, защищать от значительного повышения микробальной обсемененности.

2.3 Рассмотрим расчетный метод В. А. Сатаниной по определению времени охлаждения тортов в упаковке.

«Поскольку связанная влага в бисквите не претерпевает фазового перехода даже при температуре хранения минус 18 °С, а кремовая (желейная) прослойка, имеющая криоскопическую температуру минус 6 – минус 8 °С, достаточно тонка, то можно пренебречь теплотой фазового перехода влаги в крем и рассматривать лишь процесс охлаждения тортов даже при температуре минус 18 °С.

Торт представляет собой параллелепипед с длинами сторон l_1, l_2, l_3 , величина воздушного зазора между коробкой и тортом D .

В данном случае теплоотдача от торта к окружающей среде идет через воздушную прослойку за счет естественной конвекции. Поскольку тепловое сопротивление такой прослойки очень велико, этот процесс идет достаточно медленно. Поэтому можно не рассматривать коэффициент теплоотдачи от коробки к окружающей среде, поскольку он пренебрежимо мал по сравнению с термическим сопротивлением воздушной прослойки. Кроме того, вследствие малой скорости протекания процесса охлаждения, можно считать, что температура во всех точках торта одинакова (поскольку теплопередача внутри торта идет намного быстрее, чем теплопередача через прослойку), т. е. коэффициент неравномерности температурного поля f практически равен единице.

Для определения теплового сопротивления воздушной прослойки необходимо воспользоваться формулой для эффективного коэффициента теплопроводности газовой прослойки $\lambda_{\text{э}}$, [Вт/(м·К)]:

$$\lambda_{\text{э}} = 0,18 \lambda_{\text{хл}} (Gr - Pr)^{1/4}, \quad (3.1)$$

где $\lambda_{\text{хл}}$ – теплопроводность охлаждающего воздуха, Вт/(м·К); Gr – критерий Грасгофа; Pr – критерий Прандтля.

$$Gr = \frac{gD^3 \rho_{\text{хл}}^3}{\eta_{\text{хл}}^2 t_{\text{хл}} + 273} \Delta t, \quad (3.2)$$

где $g=9,8\text{М/с}^2$ –ускорение свободного падения; D – толщина воздушной прослойки, м; $\rho_{\text{хл}}$ – плотность охлаждаемого воздуха, кг/м^3 (приложение В); $\eta_{\text{хл}}$ – динамическая вязкость охлаждающего воздуха, $\text{Па}\cdot\text{с}$ (приложение В); Δt – разность начальной температуры торта и температуры охлаждающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{хл}}$ – температура охлаждающего воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

Темп охлаждения m (с^{-1}) находим следующим образом:

$$m = \frac{f\alpha_3}{c\rho V} S, \quad (3.3)$$

где f – коэффициент неравномерности температурного поля (принимается равным единице); $\alpha_3 = \lambda_3/D$ (4) – эффективный коэффициент теплоотдачи через воздушный слой, $\text{Вт}(\text{м}^2\cdot\text{К})$; $S = 2(l_1, l_2, + l_1, l_3 + l_2, l_3)$ – площадь поверхности торта, м^2 ; c – теплоемкость торта, $\text{Дж}(\text{кг}\cdot\text{К})$; ρ – плотность торта, кг/м^3 ; $V = l_1, l_2, l_3$ – объем торта, м^3 .

При этих условиях продолжительность охлаждения может быть рассчитана по традиционной форме формуле:

$$\tau = 1/m \ln(t_{\text{нач}} - t_{\text{хл}}) / (t_{\text{кон}} - t_{\text{хл}}), \quad (3.4)$$

где $t_{\text{нач}}$ – начальная температура торта, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{кон}}$ – конечная температура торта, $^{\circ}\text{C}$.

При хранении кондитерских изделий при температуре минус 18°C требуется учитывать влияние времени, необходимого для достижения конечной температуры, на качество готовых изделий, поскольку оно соизмеримо со сроками хранения кондитерских изделий при температуре $(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ».

2.4 Для более глубокого освоения теоретического материала по теме лабораторной работы следует обратиться к лекционному материалу и библиографическим источникам из прилагаемого списка: [4–6].

3 Задание

1. Изготовить торт в соответствии с требованиями, изложенными в п. 3 разд. 4.
2. Охладить образец торта в упаковке в соответствии с требованиями, изложенными в п. 4 разд. 6.
3. Рассчитать продолжительность процесса охлаждения торта в упаковке до температуры хранения $4\pm 2^{\circ}\text{C}$.
4. Сравнить расчетные данные с экспериментальными данными
5. Сделать выводы о применимости методики В. А. Сатаниной

4 Ход работы

1. Материалы, необходимые для работы на одну группу обучающихся в магистратуре из двух-трех человек (в лаборатории обычно занимается три-шесть человек, следовательно, одна-две группы):

- продукты с температурой 20 °С: мука пшеничная – 0,5 кг; сахар – 0,5 кг; яйца – 12 шт.; крахмал картофельный – 50 г; желатин – 30 г и ягоды – 1 упаковка или смесь для желе с любым ароматизатором – 1 упаковка 40–50 г; ванильный сахар – 1 пакет;

- блендер с насадками для приготовления теста и жидких смесей;
- ножи;
- мерный стаканчик;
- форма для выпекания бисквита 8x20x20 см;
- форма для приготовления желе 0,5(1)x20x20;
- весы технические;
- фильтровальная бумага;
- упаковочная тара для тортов – 1 шт.

3. Оборудование:

- холодильная камера со встроенным датчиком температур широкого диапазона;
- пароконвектомат.

4. Получив продукты, необходимо изготовить бисквитное тесто, как рекомендовано в приложении А, и крем, как рекомендовано в приложении Б.

5. Охладить бисквит до 30 °С. Собрать торт: на бисквит высотой 8 см, с длинами сторон по 20 см нанести крем; взвесить, определить величину воздушной прослойки между тортом и упаковкой, затарить, измерить начальную температуру упакованного продукта.

6. Торт в упаковке поместить в холодильную камеру с температурой охлаждающего воздуха 0 °С, начать отсчет времени охлаждения.

7. Записать время, потребовавшееся для процесса охлаждения торта в упаковке до температуры хранения – 4 °С.

8. Рассчитать продолжительность процесса охлаждения торта в упаковке до температуры хранения (4 °С). Сравнить расчетные данные с экспериментальными данными.

9. Сделать выводы по работе.

5 Вопросы для самоконтроля

1. Какие теоретические допущения приняты автором вышеописанного метода определения продолжительности охлаждения торта в упаковке?
2. Каковы преимущества охлаждения тортов в упаковке?

6 Содержание отчета

В отчет включают: название работы, цель работы, краткий теоретический материал, протокол полученных данных, анализ данных, выводы.

Лабораторная работа № 4 «Исследование процесса замораживания пищевых продуктов. Оценка длительности замораживания»

1 Цель работы

Приобрести навыки и умения в исследовании продолжительности технологического процесса быстрого замораживания пищевых продуктов в морозильной камере, льдосолевой смесью, в аппарате шоковой заморозки; рассчитать продолжительность процесса и сравнить расчетные данные с экспериментальными.

2 Теоретическая часть

2.1 *Замораживание* – консервирование сырья при температурах, значительно ниже криоскопических температур тканевого сока, когда большая часть воды, содержащейся в биологическом объекте, превращается в лед. При замораживании водного сырья применяют температуру минус 18 – минус 25 °С. Мясо считается замороженным при температуре в толще бедра ниже минус 8 °С.

Криоскопической температурой $t_{кр}$ принято считать температуру начала выпадения твердой фазы (кристаллов) из тканевой жидкости продукта. Значения криоскопической температуры различны для каждого вида продуктов. Для технических расчетов криоскопическую температуру часто принимают равной минус 1°С.

Значения криоскопических температур для некоторых пищевых продуктов приведены в лабораторной работе № 1 (таблица 1.1).

Основными целями замораживания являются следующие:

- обеспечение стойкости продукта во время длительного хранения;
- отделение влаги при концентрировании жидких пищевых продуктов;
- изменение физических свойств продуктов (твердость, хрупкость) при подготовке их к дальнейшим технологическим операциям;
- сублимационная сушка;
- производство своеобразных пищевых продуктов и придания им специфических вкусовых и товарных качеств (мороженое, пельмени).

Основное отличие процесса замораживания от охлаждения состоит в том, что замороженные продукты являются более стойкими при хранении, чем охлажденные, поскольку вода в них превращается в лед. При этом прекращается перемещение растворимых в воде веществ, а следовательно, питание микроорганизмов и протекание биохимических (ферментативных) реакций. Эффект замораживания достигается при температуре в центре продукта от минус 6 °С и ниже.

Замороженный продукт отличается от охлажденного рядом внешних и физических признаков и свойств:

- твердостью – результат превращения воды в лед;

- яркостью окраски – результат оптических эффектов, вызываемых кристаллизацией льда;
- уменьшением удельного веса – следствие расширения воды при замораживании;
- изменением термодинамических характеристик (теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность).

В технологическом отношении замораживание вызывает изменение в продукте, препятствующие полному восстановлению первоначальных свойств. Поэтому говорят о неполной обратимости замораживания пищевых продуктов, в отличие от их охлаждения (так как происходит травмирование тканей продукта кристаллами льда, частичная денатурация белка, перераспределение влаги).

Если для замораживания 1 кг воды необходимо отвести 335 кДж теплоты, то при замораживании 1 кг продукта будет меньше отводиться теплоты, так как в замороженном продукте лед составляет 60–70 %.

2.2 При замораживании происходит изменение теплофизических характеристик продуктов

В холодильной технологии воду, превратившуюся в лед, называют *вымороженной*. Количество вымороженной воды в продукте – это количество льда, отнесенное к начальному содержанию воды, являющееся функцией температуры. Приблизительно оно может быть определено по формуле (4.1):

$$\omega = 1 - \frac{t_{kp}}{t_v}, \quad (4.1)$$

где ω – количество вымороженной воды, кг/кг; t_{kp} – криоскопическая температура, °С; t_v – среднеобъемная (расчетная) температура продукта, °С.

Формула справедлива при замораживании до температур, при которых вся свободная вода превращается в лед (минус 30 – минус 36 °С), но и в этом интервале температур расчетная доля вымороженной воды будет несколько завышенной, так как не учитывается связанная вода, содержащаяся в тканях. Для более точного расчета количества вымороженной воды рекомендуется формула (2), предложенная Д. Г. Рютовым:

$$\omega = \left(1 - \frac{b(1-W)}{W} \right) \cdot \left(1 - \frac{t_{kp}}{t_v} \right), \quad (4.2)$$

где W – общее содержание воды в продукте, кг/кг продукта; b – содержание связанной воды, кг/кг сухих веществ.

Для расчетов количество связанной воды в продуктах животного происхождения берут $b = 0,27$ кг/кг, растительного – $b = 0,12$ кг/кг сухого вещества.

В области положительных температур теплофизические характеристики сырья меняются незначительно, и их принимают постоянными. Когда температура становится ниже криоскопической, теплофизические характеристики продукта существенно изменяются вследствие льдообразования

и различия свойств воды и льда, а также тепловых эффектов, сопровождающих этот процесс.

Расчетную удельную теплоемкость мороженого продукта c_m определяют по формуле (4.3):

$$c_m = c_w W(1 - \omega) + c_a W\omega + c_c(1 - W), \quad (4.3)$$

где c_w – теплоемкость воды, $c_w = 4,19$ кДж/(кг·К); c_c – теплоемкость сухих веществ, $c_c = 1,42$ кДж/(кг·К) – для продуктов животного происхождения, $c_c = 0,91$ кДж/(кг·К) – для продуктов растительного происхождения; c_a – теплоемкость льда, $c_a = 2,1$ кДж/(кг·К); W – содержание воды в продукте, кг/кг; ω – количество вымороженной воды, кг/кг.

Открыв скобки в первом слагаемом уравнения, группируя подобные члены и принимая во внимание выражение для расчета c_0 (лабораторная работа № 1, формула (1.1)), получим

$$c_m = c_0 - (c_w - c_a) W\omega. \quad (4.4)$$

Приняв $c_w = 4,19$ кДж/(кг·К) и $c_a = 2,1$ кДж/(кг·К), получим

$$c_m = c_0 - 2,1 W\omega. \quad (4.5)$$

Теплопроводность характеризует способность тела нагреваться или охлаждаться. Поскольку теплопроводность льда примерно в 4 раза больше теплопроводности воды, то при замораживании λ увеличивается. Теплопроводность замороженных продуктов λ_m можно определить по формуле (4.6)

$$\lambda_m = \lambda_0 + \omega \Delta\lambda, \quad (4.6)$$

где $\Delta\lambda$ – изменение теплопроводности в интервале температур от $t_{кр}$ до температуры, соответствующей завершению льдообразования; для продуктов, содержащих 70–80 % воды, $\Delta\lambda = 0,93 - 1,16$ Вт/(м·К).

Коэффициент температуропроводности a_m рассчитывается исходя из c_m и λ_m .

Среднеобъемной температурой тела, температурное поле которого непостоянно, называется температура, которая может быть достигнута, если объект поместить в адиабатные условия:

$$t_v = t_z - \Psi (t_z - t_p), \quad (4.7)$$

где t_v – среднеобъемная температура, °С; t_z – конечная температура в центре продукта, °С; t_p – конечная температура на поверхности продукта, °С; Ψ – коэффициент, определяемый формой тела: при охлаждении в воздухе Ψ для пластины равен 1/3, цилиндра – 1/2, шара – 3/5; при охлаждении в жидкости Ψ для пластины равен 1/4, цилиндра – 2/5, шара – 1/2.

При линейном распределении температур среднеобъемная температура пластины приближенно может быть найдена, как средняя арифметическая температура поверхности и центра продукта:

$$t_v = \frac{(t_z + t_p)}{2}. \quad (4.8)$$

Знание среднеобъемной температуры продукта важно с практической точки зрения. Например, когда продукт после охлаждения направляют в камеру холодильного хранения, то это не должно вызывать повышения или понижения температуры в камере. Поэтому обязательным условием является соответствие среднеобъемной температуры продукта температуре воздуха в камере хранения.

Для расчета среднеобъемной температуры продукта, когда температура его термического центра меньше минус 5 °С наряду с формулами (4.7) и (4.8) удобно пользоваться формулой (4.9)

$$t_v = t_z - \psi \frac{Bi_m}{Bi_m + n} (t_z - t_c), \quad (4.9)$$

где n – коэффициент, зависящий от метода охлаждения: при воздушном охлаждении $n=2$, при охлаждении в жидкости $n=3$; Bi_m – критерий Био для замороженного продукта:

$$Bi_m = \frac{\alpha R}{\lambda_m}. \quad (4.10)$$

2.3 Рассмотрим *способы определения количества холода, отводимого в процессе замораживания, и продолжительности замораживания*

Теплота, отводимая от продукта при замораживании, складывается из теплоты охлаждения продукта от начальной температуры до криоскопической, теплоты льдообразования, теплоты, отводимой при понижении температуры от криоскопической до средней конечной температуры мороженого продукта и определяется по формуле (11)

$$Q_m = G [c_0(t_n - t_{kp}) + W\omega r_a + c_m(t_{kp} - t_v)] , \quad (4.11)$$

где Q – теплота, отводимая при замораживании, кДж; G – масса продукта, кг; c_0 и c_m – удельная теплоемкость при температуре соответственно выше криоскопической и среднеобъемной конечной, кДж/(кг·К); t_n и t_{kp} – начальная и криоскопическая температуры, °С; t_v – среднеобъемная конечная температура мороженой продукции, °С; W – содержание воды в продукте, кг/кг; ω – количество вымороженной воды при t_v кг/кг воды; r_a – удельная теплота льдообразования, $r_a = 335,2$ кДж/кг.

Известна и более простая формула (4.12) вычисления теплоты, отводимой от продукта при замораживании

$$Q_m = G (i_n - i_v), \quad (4.12)$$

где $(i_n - i_v)$ – разность удельных энтальпий при среднеобъемных начальной и конечной температурах, кДж/кг (лабораторная работа № 1 таблица 1.2).

Продолжительность процесса замораживания τ_m – время, необходимое для охлаждения тела от начальной до заданной температуры с учетом превращения в лед воды, содержащейся в тканях. Продолжительность замораживания зависит от многих факторов и обычно ее определяют экспериментальным путем, однако известно также несколько расчетных

способов нахождения τ_m , из которых в холодильной технологии широко распространены формула Р. Планка и формула Д. Г. Рютова.

Формула Р. Планка для расчета продолжительности замораживания имеет следующий вид (4.13):

$$\tau_m = \frac{q\rho}{t_{kp} - t_c} F \frac{\delta}{2} \left(\frac{\delta}{4\lambda_m} + \frac{1}{\alpha} \right), \quad (4.13)$$

где δ – толщина пластины, диаметр цилиндра или шара, м; F – коэффициент формы; $K_f = V/SL$ (1, 1/2, 1/3); ρ – плотность, кг/м³.

Уравнение Р. Планка дает лишь приближенное значение τ_m , хотя как фундаментальная формула она включена в рекомендации Международного института холода.

Продолжительность процесса замораживания зависит от вида продукта, его упаковки, толщины, содержания жира, от температуры и скорости движения охлаждающей среды.

Замерзание начинается с поверхности. Через некоторое время после помещения в морозильную камеру, продукт покрывается твердой замороженной коркой, тогда как внутренние слои его остаются мягкими, незамороженными. Затем начинают промерзать и внутренние слои продукта. Выделяющееся при их замерзании тепло проходит сквозь замороженную корку к поверхности продукта и переходит к холодному воздуху, циркулирующему в морозильной камере. Замороженная корка постепенно утолщается, пока, наконец, продукт не промерзнет на всю толщину.

2.4 Рассмотрим *способы и технологию замораживания*

Мясо крупного рогатого скота (КРС) и свиней замораживают в полутушах и четвертинах, баранину в тушах. Мясо еще замораживают в блоках, сортовых отрубках и мелкой расфасовке. Температурно-влажностный режим: температура от минус 30 до минус 40 °С, скорость воздуха 1–2 м/с, относительная влажность воздуха 95–100 %, продолжительность процесса в пределах 24 ч. Продолжительность замораживания свиных полутуш – 18–20, бараньих туш – 14–16 ч. Интенсифицировать процесс замораживания можно путем повышения давления воздушного потока, применения ультразвука и вибрации, криогенных хладагентов.

Битую птицу замораживают в воздушной среде после предварительного охлаждения или без него. Продолжительность замораживания птицы в таре зависит от ее вида и упитанности, от температуры и скорости движения воздуха. При температуре минус 18 °С и естественной циркуляции, продолжительность замораживания составляет 48–72 ч, при температуре минус 23 – минус 26 °С скорости воздуха 1–1,5 м/с – для кур и уток – 18–20, для гусей и индеек – 35–40 ч.

Быстро заморозить птицу можно в скороморозильных аппаратах туннельного типа при температуре минус 30 – минус 40 °С и интенсивном движении воздуха. Продолжительность замораживания 4,5–10 ч. Сюда поступают тушки птицы после разделки, уложенные в мешочки из пленки и

далее, размещенные в коробках, устанавливаемых на транспортер. Длина туннеля несколько десятков метров.

Рыбу перед замораживанием сортируют, а у крупной удаляют внутренности, слизь смывают чистой водой. Существуют следующие способы замораживания рыбы: в воздухе с помощью естественного холода, в смеси льда и соли, с помощью искусственного холода (машинным методом), применением жидкого азота и сухого льда, в рассоле и комбинированные методы.

Способ замораживания в смеси льда и соли основан на фазовых переходах: плавление льда и растворение соли. Продолжительность замораживания слоя рыбы до 6 см составляет 10–11 ч. Замораживание в камерах с естественной и принудительной циркуляцией воздуха при температуре минус 23 – минус 30 °С при скорости воздуха 5 м/с (для крупных объектов) и 10 м/с (продукты небольшого размера).

Контактный способ с использованием горизонтальных и вертикальных плиточных морозильных установок применяют для филе рыбы, филе и фарша, рыбных палочек и порционных продуктов. Мелкую, среднюю и крупную рыбу помещают в блок-формы (металлические формы с крышками) массой до 12 кг. Рыбу в мелкой фасовке, упакованную в картонные коробки, пакеты из полимерной пленки замораживают в открытых противнях. Продолжительность замораживания до температуры минус 18 °С составляет для рыбы в блоках толщиной 60 мм – 3–5 ч, крупной и средней рыбы на противнях – 3–6 ч, осетровых и других крупных рыб в подвешенном состоянии – 6–10 ч.

2.5 Холодильному хранению предшествует замораживание

Хранение замороженных продуктов проводится на базисных и распределительных холодильниках в местах их производства и в торговле, а также в бытовых холодильниках потребителя.

Длительность холодильного хранения многократно превосходит продолжительность холодильной обработки пищевых продуктов. Поэтому производственные площади и емкости, отводимые для холодильного хранения намного больше, чем для холодильной обработки. При хранении не требуется ни отводить тепла (как для охлаждения и замораживания), ни подводить тепла (как для отепления и размораживания).

Главная цель хранения – исключить изменение состояния продуктов, которые находятся на хранении. Однако такая цель недостижима, так как любой форме материи присущи изменения. Холодильное хранение ограничивается замедлением изменений, именно тех, которые ухудшают качество продукта.

Основное средство достижения цели – это стабильная низкая температура хранения. Иногда при хранении ставится задача не просто затормозить изменения, а направленно их регулировать (созревание сыров), тогда хранение становится производственным, технологическим процессом.

Температура хранения замороженных продуктов – ниже минус 18 – минус 20 °С.

Общими обязательными условиями успешного хранения всякого скоропортящегося продукта являются следующие:

1) доброкачественность поступающих на хранение продуктов (холод только замедляет или приостанавливает развитие микроорганизмов);

2) содержание камер в чистоте. Необходимо возможно чаще проводить дезинфекцию холодильных камер и тщательную их уборку;

3) поддержание в холодильных камерах необходимых температур, относительной влажности, скорости циркуляции воздуха и его вентиляции;

4) размещение и укладка скоропортящихся продуктов при холодильном хранении;

5) строгое соблюдение принципов товарного соседства. Новые партии продуктов при поступлении на хранение следует помещать в камеры, в которых хранились подобные продукты. Продукты в камерах должны хорошо омываться охлаждающим воздухом со всех сторон, для этого их укладывают не на пол, а на подтоварники или стеллажи.

Мороженное мясо размещают на хранение в плотных устойчивых штабелях, уложенных на рейки или решетки; полутуши и четвертины – в контейнерах в несколько ярусов. Температура хранения не выше минус 18 °С, относительная влажность воздуха: 95–100 %, естественная циркуляция воздуха 0,1 м/с. Срок хранения 12 мес. – в полутушах и четвертинах мяса КРС, свинины – 6 мес. При температуре хранения минус 30 °С срок хранения увеличивается. Для поддержания высокой относительной влажности воздуха и сокращения потерь массы штабеля укрывают брезентом, упаковочной тканью с нанесением слоя ледяной глазури и т. д.

Мороженную птицу хранят в ящиках, которые укладывают в штабеля с промежутками 10 см при температуре воздуха не выше минус 12 °С, относительной влажности воздуха 85–95 %, срок хранения на распределительных холодильниках не ниже 3–5 мес., не упакованных птиц, 6–8 – упакованных. Упаковка в полимерные пленки позволяет снизить усушку в 10 раз, улучшить санитарное состояние.

Рыба характеризуется пониженной сохраняемостью в замороженном состоянии. При хранении жирной рыбы решающим фактором, определяющим ее стойкость, является окислительное прогоркание, вызывающие изменение вкуса, а нежирной – свертывание белков, приводящее к ухудшению структуры тканей мяса. Для защиты от обезвоживания (усушки) и окислительной порчи при хранении мороженную рыбу глазируют, упаковывают в полимерные пленочные материалы, коробки и ящики. Упаковка под вакуумом мороженной рыбы позволяет увеличить срок ее хранения на 3–4 мес. Рыбу спецразделки хранят при температуре минус 18 °С, относительной влажности воздуха 90–95 % в течение 6 мес.; рыбное филе – 5 мес..

2.6 Для более глубокого освоения теоретического материала по теме лабораторной работы следует обратиться к лекционному материалу и библиографическим источникам из прилагаемого списка: [1–4, 7–9, 11].

3 Задание

1. Заморозить образцы продуктов в соответствии с требованиями, изложенными в п. 3 разд. 4.
2. Построить графики изменения температуры во времени при замораживании.
3. Рассчитать расход теплоты и продолжительность процесса. Сравнить расчетные данные с экспериментальными.
4. Сделать выводы о влиянии способа замораживания на качество продукта.

4 Ход работы

1. Материалы, необходимые для работы на одну группу обучающихся в магистратуре из двух-трех человек (в лаборатории обычно занимается три-шесть человек, следовательно, одна-две группы).

Продукты с температурой не ниже 20 °С (мясо, птица, рыба, фарш – на одну группу обучающихся в магистратуре один вид продукта) – масса каждого образца 150–200 г, необходимо по три образца на группу.

Термометры с диапазоном измерения 0–20 °С – 3 шт.

Ножи или пробойники.

Посуда для проведения процесса замораживания (на одну группу): доска / поднос 1 шт. для замораживания в холодильнике и скороморозильном аппарате; глубокая миска, кастрюля или лабораторная кружка 2 шт. для замораживания льдосолевой смесью.

Весы технические.

Одеяло.

Фильтровальная бумага.

Пакеты полимерные тонкие – 2 шт.

Лед дробленый – 10 кг.

Соль поваренная пищевая – 500 г.

2. Получив образцы продуктов, необходимо сделать в них отверстия как можно ближе к их геометрическому (термическому) центру на половину толщины под термометры (так, чтобы конец термометра был полностью плотно помещен в продукт и как можно точнее отражал температуру), взвесить их и распределить по видам замораживания.

3. Замораживание проводить тремя способами: холодным воздухом в морозильной камере холодильника, в скороморозильном аппарате и в льдосолевой смеси.

Провести замер температуры продукта перед началом замораживания.

Провести замер температуры воздуха в морозильной камере холодильника.

Для замораживания холодным воздухом образец на доске / подносе со вставленным в него термометром (если есть возможность) поместить в камеру и проводить замеры температуры продукта через каждые 20 мин.

Раздробить лед как можно мельче (при необходимости) и использовать его для приготовления льдосолевой смеси (23%-ной).

Провести замер температуры полученной льдосолевой смеси, используемой для замораживания.

Для замораживания льдосолевой смесью образец со вставленным в него термометром поместить в миску (кастрюлю) с льдосолевой смесью, укутанную одеялом, и проводить замеры температуры продукта через каждые 10 мин (фарш помещать в смесь упакованным в полимерные пакеты).

Записать время, потребовавшееся для проведения процесса замораживания.

4. После окончания процесса замораживания (для всех способов) образцы аккуратно отряхнуть фильтровальной бумагой (если есть необходимость) от излишков льда и взвесить. Определить потери массы / привес продукта при замораживании по формуле

$$\Delta_m = \frac{m_{\text{до охлаждения}} - m_{\text{послеохлаждения}}}{m_{\text{до охлаждения}}} \cdot 100\% . \quad (4.14)$$

5. Построить графики изменения температуры во времени при замораживании разными способами. Сравнить полученные данные.

6. Рассчитать расход холода и продолжительность процесса замораживания для каждого способа. Сравнить расчетные данные с экспериментальными данными.

7. Сделать выводы по работе.

5 Вопросы для самоконтроля

1. Какие изменения происходят в продуктах при замораживании?
2. Какие способы замораживания существуют?
3. Перечислите способы замораживания, наиболее часто используемые для мяса / рыбы.
4. При каких условиях хранятся замороженные продукты?
5. Как рассчитать расход холода на замораживание и продолжительность процесса?

6 Содержание отчета

В отчет включают: название работы, цель работы, краткий теоретический материал, протокол полученных данных, анализ данных, выводы.

Лабораторная работа № 5 «Технология изготовления мороженого. Исследование качества мороженого»

Время 6 ч

1 Цель работы

Овладеть основными технологическими операциями изготовления мороженого, приобрести навыки и умения в исследовании качества приготовленного мороженого и мороженого промышленного производства, а также в выявлении дефектов.

2 Теоретическая часть

2.1 Первое мороженое было изготовлено в Китае 700 лет тому назад. Для получения низких температур для замораживания молочной смеси использовали смесь льда с поваренной солью, тем достигалась температура до минус 23 °С.

Мороженое – продукт, получаемый путем взбивания и замораживания молочных или фруктово-ягодных смесей с сахаром и стабилизаторами, а для некоторых видов – с добавлением вкусовых и ароматических наполнителей.

Стабилизаторы – это коллоидные набухающие в воде (гидрофильные) вещества, которые связывают свободную влагу, препятствуя образованию крупных кристаллов льда при замораживании, улучшают структуру (консистенцию) мороженого, способствуют образованию пены при взбивании смеси и препятствуют его таянию. В качестве стабилизаторов используют желатин, агар, агароид, альгинат натрия, пектин и другие вещества. Их вводят в смесь в виде водного раствора в количестве 0,2–0,9 %.

Вкусоароматические наполнители вводят в смесь непосредственно перед ее фризированием, а фрукты и ягоды – после него.

Мороженое существует следующих основных типов: молочное (жирность до 7,5 %), сливочное (жирность до 11,5 %), пломбир (жирность до 20 %).

Мороженое в зависимости от применения пищевкусовых продуктов и/или ароматизаторов подразделяют на следующие подвиды:

- без пищевкусовых продуктов и ароматизаторов;
- с пищевкусовыми продуктами (с кофе, цикорием, крем-брюле, шоколадное, чайное, яичное, орехами, арахисом, медом, фруктами, овощами, цукатами, изюмом, курагой, мармеладом, воздушным рисом, воздушной кукурузой, бисквитом, печеньем, шоколадно-вафельной крошкой, шоколадом, шоколадной крошкой, шоколадной стружкой, кокосовой стружкой, джемом, мягкой карамелью, вареным сгущенным молоком, сиропом крем-брюле, топингом, фруктовым наполнителем, повидлом, вареньем);
- с ароматом;
- с пищевкусовыми продуктами и ароматом.

По органолептическим показателям мороженое должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 5.1.

По физико-химическим показателям мороженое должно соответствовать нормам, указанным в таблицах 5.2 и 5.3.

Таблица 5.1 – Органолептические показатели мороженого

Наименование показателя	Характеристика
Вкус и запах	Чистый, характерный для данного вида мороженого, без посторонних привкусов и запахов
Консистенция	Плотная
Структура	Однородная, без ощутимых комочков жира, стабилизатора и эмульгатора, частичек белка и лактозы, кристаллов льда. При использовании пищевкусных продуктов в целом виде или в виде кусочков, «прослоек», «прожилок», «стержня», «спиралевидного рисунка» и другом виде с наличием их включений. В глазированном мороженом структура глазури (шоколада) однородная, без ощутимых частиц сахара, какао-продуктов, сухих молочных продуктов, с включением частиц орехов, арахиса, вафельной крошки и других продуктов при их использовании
Цвет	Характерный для данного вида мороженого, равномерный по всей массе однослойного или по всей массе каждого слоя многослойного мороженого. При использовании пищевых красителей соответствующий цвету внесенного красителя. Для глазированного мороженого цвет покрытия характерный для данного вида глазури и шоколада
Внешний вид	Порции однослойного или многослойного мороженого различной формы, обусловленной геометрией формирующего или дозирующего устройства, формой вафельных изделий (печенья) или потребительской тары, полностью или частично покрытые глазурью (шоколадом) или без глазури (шоколада). Допускаются незначительные (не более 10 мм) механические повреждения и отдельные (не более пяти на порцию) трещины глазури (шоколада), печенья или вафель, в том числе кромок вафельных изделий, длиной не более 10 мм

Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) в мороженом приведена в таблице 5.4 в процентах.

Мороженое имеет высокую питательную и биологическую ценность, оно усваивается организмом на 95–98 %, содержит белков 3,4–4,5 %, а минеральных веществ – до 0,7 %.

Таблица 5.2 – Физико-химические показатели мороженого

Наименование мороженого	Массовая доля, %, не менее			Температура, °С, не выше
	молочного жира	сахарозы	сухих веществ	
Молочное	0,5; 1,0; 1,5; 2,0	15,5	28,0	- 18
	2,5; 3,0; 3,5; 4,0	15,5	29,0	
	4,5; 5,0; 5,5; 6,0	14,5	30,0	
	6,5; 7,0; 7,5	14,5	31,0	
Сливочное	8,0; 8,5	14,0	32,0	
	9,0; 9,5	14,0	33,0	
	10,0; 10,5	14,0	34,0	
	11,0; 11,5	14,0	35,0	
Пломбир*	12,0; 12,5	14,0	36,0	
	13,0; 13,5	14,0	37,0	
	14,0; 14,5	14,0	38,0	
	15,0; 15,5	14,0	39,0	
	16,0; 16,5	14,0	40,0	
	17,0; 17,5; 18,0; 18,5	14,0	41,0	
	19,0; 19,5; 20,0	14,0	42,0	

* Общего сахара (за вычетом лактозы) в мороженом с частичной заменой сахарозы сухими веществами глюкозы, патоки, сухих глюкозных сиропов и инвертного сахара.

Примечания:

1 Массовая доля молочного жира, сахарозы и сухих веществ в мороженом указаны без учета массовых долей жира, сахарозы и сухих веществ вафельных изделий (печенья), глазури (шоколада), декоративных пищевых продуктов и пищевкусовых продуктов, отделяемых от массы мороженого.

2 Массовая доля сухих веществ молока в сухих веществах мороженого с использованием пищевкусовых продуктов составляет более 40,0 %.

3 Массовая доля сухих веществ указана с учетом массовой доли сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), приведенной в приложении А.

4 Массовая доля молочного жира, сухих веществ и сахарозы в мороженом с неотделяемыми пищевкусовыми продуктами соответствуют расчетным, определяемым с учетом нормируемых массовых долей сухих веществ и сахарозы мороженого (таблица 5.2) и пищевкусового продукта, долей мороженого и пищевкусового продукта (приложение Б).

Таблица 5.3 – Кислотность мороженого, в градусах Тернера

Состав мороженого	Кислотность, не более			
	Молочное		Сливочное	Пломбир
	с массовой долей молочного жира, %			
	до 2,0 включ.	от 2,5 до 7,5 включ.		
Без пищевкусных продуктов и ароматизаторов, с ароматом, с пищевкусными продуктами*, с пищевкусными продуктами* и ароматом	23	22	22	21
С пищевкусными продуктами, в том числе в сочетании с ароматизатором: крем-брюле, шоколадное, яичное с фруктами, с фруктовым топингом, с фруктовым наполнителем, с джемом, повидлом, вареньем, овощное	26	25	25	24
	50			

* За исключением мороженого с пищевкусными продуктами, перечисленными в данной таблице.

Примечание. Кислотность мороженого с неотделяемыми пищевкусными продуктами, соответствует нормируемой в таблице кислотности мороженого с аналогичными или близкими по наименованию пищевкусными продуктами. Например, кислотность мороженого с мягкой карамелью соответствует кислотности мороженого крем-брюле.

Таблица 5.4 – Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка, в %

Наименование мороженого	Массовая доля СОМО, не более
Молочное (с массовой долей жира от 0,5 до 7,5 % включ.)	11,5
Сливочное (с массовой долей жира от 8,0 до 11,5 % включ.)	11,0
Пломбир (с массовой долей жира от 12,0 до 17,5 % включ.)	10,0
Пломбир (с массовой долей жира от 18,0 до 20,0 % включ.)	9,5

2.2 *Производство мороженого* включает следующие технологические операции: составление смеси для мороженого, обработка смеси, охлаждение и созревание смеси, фризирование смеси, фасование и закаливание мороженого.

В зависимости от особенностей приготовления мороженое подразделяют на мягкое, закаленное и домашнее.

Мягкое мороженое получается путем фризирования смеси без закаливания и предназначается для употребления сразу же после приготовления; консистенция его нежная, кремообразная. Температура мягкого мороженого минус 5 – минус 7 °С, количество вымороженной влаги 50–60 %. Взбитость находится в пределах 40–60 %.

Закаленное мороженое – мороженое, подвергнутое после фризирования замораживанию до температуры не выше минус 18 °С и сохраняющее указанную температуру при хранении, транспортировании и реализации.

При отсутствии того или иного сырья делают перерасчет рецептур. На практике при перерасчете преобразуют основную рецептуру, что позволяет получить новые рецептуры мороженого, различающиеся между собой только количественным соотношением компонентов. При фрезеровании происходит частичное замораживание и насыщение смеси воздухом.

Обработка смеси включает ее фильтрацию, пастеризацию, гомогенизацию. Фильтрацией удаляются из смеси механические примеси и нерастворившиеся частицы компонентов. Готовая смесь пастеризуется с целью уничтожения микрофлоры при температуре 63 °С в течение 30 мин, при 75 °С – 3 мин, при 85 °С – 50–60 с. Повышенное содержание сухих веществ в смесях для мороженого оказывает защитное действие на микроорганизмы. Смеси на молочной основе необходимо гомогенизировать. Благодаря гомогенизации жировые шарики дробятся и равномерно распределяются по смеси. Гомогенизацию проводят при температуре пастеризации (не ниже 63 °С). При более низкой температуре происходит агрегация жировых шариков и повышается вязкость смеси, что приводит к снижению взбиваемости смеси в процессе фризирования. Гомогенизированная смесь имеет повышенную питательную ценность, поскольку более тонкое измельчение жира способствует увеличению поверхности жировой фазы и облегчает усвоение продукта организмом.

Каждую партию смеси для мороженого после ее приготовления в соответствии с рецептурой проверяют на содержание жира, общее содержание сухих веществ, калорийность. В случае отклонения фактического состава смесей от нормативного, их нормализуют. Готовят смеси в емкостных пастеризаторах с мешалкой.

Гомогенизированную смесь быстро охлаждают до температуры 0–6 °С и направляют в емкостной аппарат с мешалкой для созревания – выдерживание смеси в течение 4–24 ч. При созревании происходит гидратация белков молока и стабилизатора, отвердевание жировых шариков. Вследствие этого увеличивается вязкость смеси и образуется упругий эластичный гель, что препятствует росту крупных кристаллов льда и способствует удержанию

воздуха, вбиваемого в смесь при фризеровании. Перед фризерованием в смесь вводят вкусоароматические добавки в количестве 0,005–0,15 %.

Во время фризирования смесь насыщается воздухом при одновременном замораживании. При замораживании смесей мороженого на молочной основе в лед превращается от 45 до 60 % влаги, а фруктово-ягодных – только 25 % от общей доли влаги. Для получения мороженого хорошей консистенции необходимо, чтобы кристаллы льда не превышали 100 мкм. Температура начала замерзания смесей мороженого (криоскопическая температура) в зависимости от их рецептуры колеблется от минус 2,2 до минус 3,5 °С. Допустимые сроки хранения мороженого в цилиндре фризера составляют 1–2 ч, а фризерованной массы в шкафу холодильника при температуре минус 12 – минус 15 °С не более 20 мин.

Структура мороженого зависит от количества вводимого воздуха. Взбитость мороженого (В) – выраженное в процентах отношение разности масс смеси и мороженого одного и того же объема к массе мороженого, т.е. отношение объема воздуха, введенного в смесь при замораживании, к объему смеси. Объем смеси при фризеровании увеличивается в 1,5–2,0 раза.

Допустимые диапазоны взбитости закаленного мороженого (на выходе из фризера):

- от 30 до 90 % – для молочного мороженого;
- от 30 до 110 % – для сливочного мороженого;
- от 30 до 130 % – для мороженого пломбира.

Взбитость мороженого, вырабатываемого на эскимогенераторах, – не менее 40 %.

Взбитность мороженого вычисляют в % по формуле (5.1):

$$B = \frac{M_2 - M_3}{M_3 - M_1} \cdot 100, \quad (5.1)$$

где M_2 – масса стакана, заполненного смесью, г; M_3 – масса стакана, заполненного мороженым, г; M_1 – масса стакана, г; 100 – коэффициент пересчета отношения в проценты.

Взбитость мороженого, содержание в нем влаги, а также степень дисперсии воздушных пузырьков в нем в значительной степени обуславливают его способность противостоять таянию, что характеризует охлаждающий эффект мороженого. Об этом показателе судят по продолжительности накопления 10 мл смеси, образующихся при таянии образцов мороженого, помещаемых в термостат с температурой 25 °С.

Удельная теплоемкость смесей мороженого $C_{см}$ увеличивается с повышением содержания в них жира и в интервале температур от 0 до 30 °С составляет в среднем для молочной смеси 3,39, для сливочной 3,52, для пломбирной 3,60 кДж/(кг·К). Удельная теплоемкость смесей изменяется при их замораживании. Значения удельной теплоемкости мороженого приведены в таблица 5.5.

Таблица 5.5 – Удельная теплоемкость мороженого

Температура мороженого, °С	Удельная теплоемкость мороженого, кДж/(кгК)	
	Молочного	Сливочного
- 8	9,9	7,1
- 12	6,1	5,0
- 16	4,6	4,4
- 20	3,8	3,6

Фризеры являются основным оборудованием в производстве мороженого и предназначены для частичного замораживания воды в подготовленных молочных смесях и насыщения их мелкодиспергированным воздухом. В зависимости от вида мороженого и конструкции фризера в лед переходит 25,0–60,0 % воды, а объем молочной смеси, вследствие аэрации увеличивается примерно в два раза. Фризеры бывают непрерывного и периодического действия. Важнейшими узлами фризера являются рабочий цилиндр, который охлаждается с внешней стороны, а также системы охлаждения рабочего цилиндра и подачи продукта в него. Система охлаждения бывает аммиачной, фреоновой или рассольной, обеспечивающей охлаждение продукта до температуры минус 3 – минус 5 °С. Система подачи продукта осуществляет впуск в рабочий цилиндр вместе с продуктом также и воздуха для насыщения им продукта.

Например, фризер непрерывного действия Е4-ОФЛ производительностью 250–400 кг/ч предназначен для получения мороженого из сливочной, молочной и других смесей. Подготовленная для взбивания смесь мороженого из бака насосом подается в рабочий цилиндр фризера. В цилиндре происходит термомеханическая обработка продукта: дробление воздушных пузырьков и равномерное их распределение в массе продукта, а также раздробление слоя льда, намерзающего на стенках цилиндра.

В приемный бункер, снабженный теплоизоляцией, вместимостью 10 л, заливают жидкую исходную смесь мороженого температурой 6 °С. Необходимое количество смеси поступает через впускной клапан в цилиндр. Хладагент R22 кипит в испарителе, образованном цилиндром и наружной обечайкой. После включения фризера температура кипения R22 постепенно понижается и через 8–9 мин достигает минус 23 – минус 26 °С. При этом жидкая смесь охлаждается на стенках цилиндра до минус 5 °С и замерзает. Во время процесса охлаждения мешалка взбивает смесь, внедряя в нее воздух, а затем снимает замерзшее мороженое со стенок цилиндра и перемещает его в сторону выпускного устройства. Продолжительность приготовления мороженого 10–15 мин. Температура мороженого на выходе из фризера минус 3 – минус 6 °С.

Фризер Б6-ОФМ предназначен для выработки мягкого мороженого из жидкой смеси. В корпусе фризера размещены две автономные системы приготовления мороженого, каждая из которых состоит из емкости для предварительно подготовленной, исходной жидкой смеси. Смесь заливают в

емкость вместимостью 10 л, откуда она вместе с воздухом поступает в цилиндр. В рубашке цилиндра, которая является испарителем, кипит хладагент R502. Смесь в цилиндре охлаждается и постоянно перемешивается мешалкой.

Количество вырабатываемого мороженого при температуре окружающего воздуха 20 °С, температуре исходной жидкой смеси 8 °С и температуре мороженого минус 5 °С составляет 34 кг/ч. При охлаждении смеси в цилиндре до минус 5 °С реле температуры выключает холодильный агрегат и мешалкой мороженое выталкивается из цилиндра.

Выходящее из фризера мороженое быстро фасуют и направляют на закаливание, так как при задержке часть закристаллизованной воды может оттаять, что в дальнейшем приводит к образованию крупных кристаллов льда. В процессе закаливания температура мороженого понижается до минус 15°С – минус 18 °С при температуре хладоносителя в закалочных морозильных аппаратах минус 25 – минус 35 °С. При этом вымораживается до 75–85 % влаги, глицериды молочного жира почти полностью переходят в твердое состояние. Наличие тонко диспергированной отвердевшей фазы жира, многочисленных пузырьков воздуха препятствует образованию крупных кристаллов льда.

Закалочные камеры (с воздушным или рассольным охлаждением) обеспечивают завершение процесса замораживания частично замороженной смеси мороженого. Закалочные камеры с воздушным охлаждением бывают с вертикальным конвейером (с люльками, в которые загружают брикеты мороженого) или с горизонтальным (без люлек) конвейером.

Закалочная камера с вертикальным конвейером (рисунок 5.1) монтируется из отдельных щитов, скрепленных стяжками. Внутри аппарата размещен испаритель, вентилятор 4 и конвейер 3. Конвейер не закреплен в камере замораживания 2 и его можно вывезти из камеры по приставным рельсам. На раме 5 установлен привод.

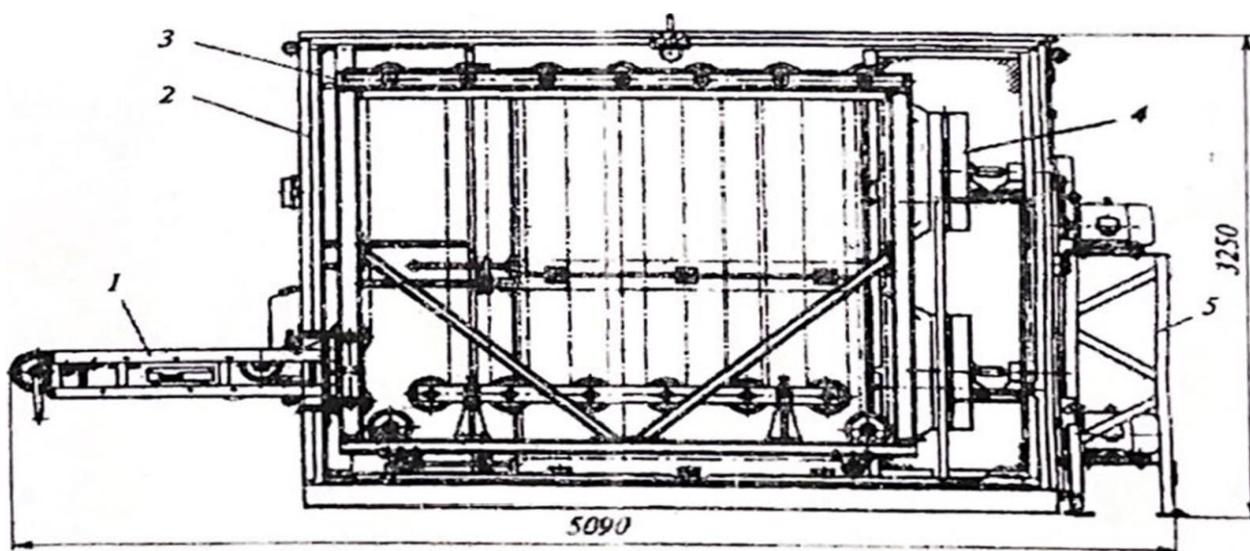


Рисунок 5.1– Закалочная камера

Загруженные в люльки брикеты мороженого поступают в закалочную камеру по транспортеру 1. При движении конвейера 3 в камере брикеты обдуваются холодным воздухом, поступающим от испарительных батарей. Продолжительность замораживания (закалки) составляет 30–45 мин при температурах закаленного мороженого минус 12 – минус 15 °С кипения аммиака в батареях – минус 33 °С и воздуха в аппарате – минус 28 °С при скорости движения цепи конвейера 11,7 мм/с. Производительность закалочной камеры 220–250 кг/ч масса брикета мороженого 100 г.

Закаленное мороженое упаковывают в картонные коробки с массой нетто по 2,4–6 кг и хранят в холодильных камерах с температурой минус 18 – минус 25 °С (без колебаний температуры) и относительной влажностью 85–90 %.

Хранить закаленное мороженое в камерах при температуре не выше минус 18 °С можно не более 6 мес. с даты изготовления.

При выпуске с предприятия-изготовителя температура фруктово-ягодного мороженого должна быть не выше минус 12 °С.

В торговой сети при температуре не выше минус 12 °С мороженое хранят не более 5 сут.

2.3 Качество готовой продукции должно соответствовать определенным требованиям

Вкус и запах мороженого должны быть чистыми, характерными для данного вида мороженого, без посторонних привкусов и запахов; консистенция – однородной по всей массе, достаточно плотной; цвет – однородным.

Структуру мороженого целесообразно рассматривать на основании следующего подхода к ее организации.

Макроструктурные элементы мороженого: воздушные пузырьки, кристаллы льда, крупные частицы агломерированного жира и включения пищевкусковых продуктов. Эти элементы структуры видны невооруженным взглядом или при незначительном увеличении.

Микроструктуру мороженого образуют элементы структуры с размером менее 10 мкм: жировые частицы, кристаллы лактозы, мелкие кристаллы льда и мелкие воздушные пузырьки.

Ультраструктуру мороженого составляют структурные элементы, обнаруживаемые с помощью электронного микроскопа: частицы коллоидных растворов (белков и гидроколлоидов) размером от 0,01 до 0,1 мкм, частицы истинных растворов (сахаров, солей) размером от 0,001 до 0,01 мкм.

О стабильной структуре мороженого говорят, если основные ее составляющие – жир, кристаллы льда и воздушные пузырьки – имеют оптимальные размеры, которые не изменяются в процессе хранения.

Взбитость мороженого и размер воздушных пузырьков определяет площадь поверхности воздушной фазы. Учитывая, что устойчивость воздушной фазы в значительной степени зависит от стабилизации ее агломерированными жировыми шариками, при производстве мороженого важно получить достаточно большую поверхность жировой фазы, величина которой зависит от

размера жировых частиц и регулируется путем подбора давления гомогенизации.

В таблице 5.6 приведены встречающиеся дефекты мороженого и причины их возникновения.

Таблица 5.6 – Дефекты мороженого

Дефект	Причина возникновения
Грубая структура (наличие крупных кристаллов льда)	Нарушение режима гомогенизации, фризирования, исключение процесса созревания, резкие колебания температуры в период заалки, нарушение температурного режима хранения и транспортирования
Крупитчатая или маслянистая структура (наличие ощутимых комочков молочного жира)	Ощущается в мороженом повышенной жирности из-за исключения процесса гомогенизации, нарушения процесса фризирования в результате чего происходит дестабилизация жировой фазы
Плотная консистенция	Ощущается в мороженом при недостаточной взбитости из-за высокого содержания жира и сухих веществ
Снежистая консистенция	Является результатом чрезмерной взбитости мороженого
Хлопьевидная структура	Наблюдается при нарушении процесса гомогенизации и насыщении смеси воздухом в виде крупных пузырьков при низком содержании сухих веществ
Песчанистость	Является результатом кристаллизации лактозы в виде мелких песчинок из-за высокого содержания СОМО, внесения наполнителей, резких колебаний температуры
Металлический привкус	Возникает при соприкосновении смеси и мороженого с металлической поверхностью оборудования или тары
Посторонние привкусы и запахи	Использование некачественного сырья, нарушение санитарно-гигиенических требований
Излишне кислый вкус мороженого фруктовых видов	Возникает вследствие нарушения рецептуры при составлении смеси

О стабильной структуре мороженого говорят, если основные ее составляющие – жир, кристаллы льда и воздушные пузырьки – имеют оптимальные размеры, которые не изменяются в процессе хранения.

Взбитость мороженого и размер воздушных пузырьков определяет площадь поверхности воздушной фазы. Учитывая, что устойчивость воздушной

фазы в значительной степени зависит от стабилизации ее агломерированными жировыми шариками, при производстве мороженого важно получить достаточно большую поверхность жировой фазы, величина которой зависит от размера жировых частиц и регулируется путем подбора давления гомогенизации.

В настоящее время рынок производства мороженого динамично развивается. Интенсивно расширяется ассортимент, ведется постоянный поиск новых вкусовых композиций, форм и покрытий для мороженого.

Полная или частичная замена молочного жира растительным при производстве мороженого позволяет не только сократить затраты и повысить производительность, но и, что не менее важно, дает возможность расширить ассортимент выпускаемой продукции. Кроме того, эта замена позволяет сохранить качество готовой продукции. Еще одним важным преимуществом применения растительного жира является модификация диетических свойств мороженого – уменьшение количества холестерина и сбалансированность содержания в нем насыщенных и полиненасыщенных жиров.

Фирма «Карлсхамнс» (Швеция) специально для выпуска мороженого разработала серию специализированных растительных жиров под общим названием «Акобленд микс». Это композиция гидрогенизированного и дезодорированного растительного масла, которая имеет нейтральный вкус и аромат. Твердый при комнатной температуре специализированный растительный жир придает мороженому отличную консистенцию, полностью тает во рту и является замечательным носителем любых ароматических добавок.

2.4 Расчет расхода холода при производстве мороженого

При производстве мороженого тепло отводится на следующих технологических операциях: охлаждение смеси для мороженого, фризирование смеси, закаливание мороженого.

Расход холода при охлаждении смеси можно посчитать по формуле:

$$Q_0 = G(i_n - i_k), \quad (5.2)$$

где $i_n - i_k$ – энтальпии смеси при начальной и конечной температурах, кДж/кг; G – масса смеси, кг.

Расход холода Q (кДж/ч) при фризировании определяют по формуле:

$$Q_{\text{ф}} = \{ G[c_{\text{см}}(t_{\text{см}} - t_{\text{кр}}) + 335,2W\omega + c_{\text{м}}(t_{\text{кр}} - t_{\text{м}})] \} \eta, \quad (5.3)$$

где G – производительность фризера, кг/ч; $c_{\text{м}}, c_{\text{см}}$ – удельная теплоемкость мороженого и смеси, кДж/(кг·К); $t_{\text{см}}, t_{\text{кр}}, t_{\text{м}}$ – температуры соответственно начальная, криоскопическая смеси и мороженого, °С; W, ω – массовая доля воды в смеси и воды вымороженной (льда), кг/кг; η – КПД, учитывающий потери холода ($\eta = 0,90-0,95$).

Расход холода для закаливания мороженого Q (кДж/ч) определяют в виде зависимости

$$Q_3 = G \{ c_{\text{м}}(t_{\text{м}} - t_3) + 335,2W(\omega_{\text{н}} - \omega_{\text{к}}) + c_{\text{к}}(t_3 - t_{\text{п}}) \}, \quad (5.4)$$

где G – производительность закалочной камеры, кг/ч; $c_{\text{м}}$ и $c_{\text{к}}$ – удельная теплоемкость мороженого до закаливания и после закаливания, кДж/(кг·К); t_3 и

$t_{п}$ – температура мороженого при замерзании и после закаливания, °С; $\omega_{н}$ и $\omega_{к}$ – массовая доля вымороженной воды до закаливания и после закаливания, кг/кг; $t_{м}$ – температура мороженого, °С.

Расход холода при закаливании можно также рассчитать по разности энтальпии:

$$Q_3 = G (i_{\phi} - i_3), \quad (5.5)$$

где i_{ϕ} и i_3 – энтальпии мороженого после фризирования и после закаливания, кДж/кг.

2.5 *Эскимогенератор* может быть только карусельного типа. Он предназначен для изготовления мороженого прямоугольной формы. Эскимогенератор имеет сварной корпус – карусель кольцеобразной формы, в котором размещено 640 ячеек прямоугольного сечения, расположенных в четыре ряда. Карусель погружена в закалочную ванну, разделенную на 160 секций.

Эскимогенератор состоит из дозатора, насосов для хладоносителя с приводом, пульта управления, устройства для выемки мороженого и подачи его на глазирование в глазировочную головку, транспортера, заверточной машины к мойке. Смесь мороженого, приготовленная во фризере, по трубопроводу поступает в дозатор, который подает смесь в ячейки эскимогенератора. Затем при вращении карусели ячейки проходят закалочную часть, где после частичного замораживания палочкозабиватель вставляет палочки одновременно во все ячейки радиального ряда. Далее происходит полная закалка и затверждение мороженого. Охлажденный хладоноситель с температурой минус 40 – минус 42 °С насосом подается в нижнюю часть ванны эскимогенератора. После закалки ячейки переходят в отсек с теплым хладоносителем температурой 18–20 °С, где мороженое подтаивает.

Устройство для выемки захватывает палочки, извлекает эскимо из формы и погружает в ванну с глазировочной смесью. После глазировки порции эскимо обсыхают и подаются на винтовой желоб, который направляет их к автомату для завертки в специальную упаковку. Освобожденные формочки поступают под дозатор, и начинается новый цикл производства мороженого. При производстве мороженого с температурой после закаливания минус 20 – минус 23 °С от 1 кг мороженого отводится примерно 1000 кДж теплоты; при этом учитываются все процессы, начиная от охлаждения поступившего молока и до закаливания мороженого.

Эскимогенератор Л5-ОЭК (рисунок 5.2) состоит из карусели 1, моющего устройства 2, глазировочной головки 3, дозатора 4, палочкозабивателя 5, осушителя 6 и пластинчатого транспортера 7.

Карусель 1 служит носителем формочек для мороженого и состоит из шести форм, уложенных на формодержателе и соединенных между собой пластинами. Формочки, закрепленные на карусели, совершают прерывистое движение, проходят поочередно зону замораживания и зону оттаивания.

Для наполнения формочек мерной порцией мороженого используют дозатор 4. Перемещаясь вверх, поршни засасывают дозу смеси, после чего

барaban поворачивается. При движении поршня вниз доза мороженого загружается в формочки.

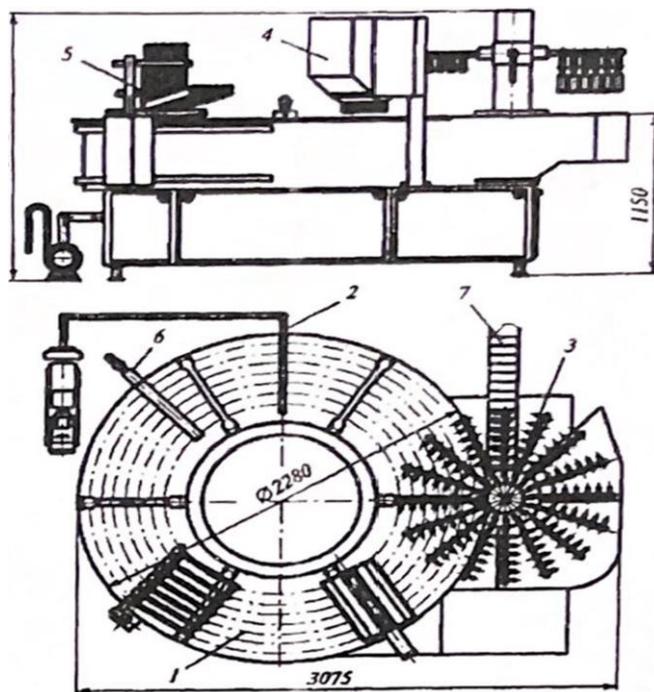


Рисунок 5.2 – Эскимогенератор Л5-ОЭК

Для забивки деревянных палочек под мороженое применяют палочкозабиватель 5.

Глазировочная головка 3 предназначена для выемки брикетов мороженого из формочек, перемещения к транспортеру заверточного автомата и укладки мороженого на транспортер. Глазирование брикетов мороженого производится путем погружения брикетов в шоколадную глазурь, после чего глазированное мороженое подается к сбрасывателю, освобождается от типцов и сбрасывается на лотки транспортера заверточного автомата.

2.6 Для более глубокого освоения теоретического материала по теме лабораторной работы следует обратиться к лекционному материалу и библиографическим источникам из прилагаемого списка: [1, 9, 11, 12, 14].

3 Задание

1. Приготовить образцы мороженого в соответствии с требованиями, изложенными на упаковке п. 3 разд. 4
2. Рассчитать расход холода на производство мороженого.
3. Провести оценку качества приготовленного мороженого и мороженого промышленного производства.
4. Сделать выводы о качестве продуктов.

4 Ход работы

1. Материалы, необходимые для работы на одну группу обучающихся в магистратуре из двух-трех человек (в лаборатории обычно занимается три-шесть человек, следовательно, одна-две группы):

1) на первую работу

- сухая смесь для приготовления мороженого (полуфабрикаты в пакетиках по 60 г) (для нескольких групп можно в ассортименте) – 1 шт.;
- холодное молоко – 250 мл;
- холодная питьевая вода – 250 мл;
- емкость для взбивания (пластмассовая миска объемом 1,0–1,5 л) – 1 шт.;
- миксер – 1 шт.;
- ложка столовая – 1 шт.;
- термометр с диапазоном измерения минус 20-20°С – 1 шт.;
- лед дробленый – 1 кг;
- соль поваренная пищевая – 200 г;
- емкость для охлаждения (пластмассовая миска объемом 3,0–3,5 л) – 1 шт.;
- емкость для замораживания приготовленного мороженого объемом около 400–500 мл с крышкой – 1 шт.;
- морозильная камера с температурой не выше минус 18 °С – 1 шт.;
- цилиндр для измерения объема молока или воды на 250 мл – 1 шт.;
- весы технические – 1 шт.;

2) на вторую работу

- приготовленное мороженое – 1 шт.;
- мороженое промышленного производства (для нескольких групп в ассортименте) – 1 шт.;
- цилиндр на 50 мл – 2 шт.;
- термометр с диапазоном измерения 0–50 °С – 1 шт.;
- весы технические – 1 шт.;
- тарелка под мороженое – 2 шт.;
- ложка столовая – 2 шт.;
- ложка чайная (каждому обучающемуся) – 3–4 шт.

2. Получив материалы, необходимо внимательно прочитать ход работы и инструкцию по приготовлению на упаковке.

3. Охлаждение и взбивание смеси. Содержание влаги в сухой смеси должно быть не более 4 %. Сухие смеси растворяют в холодной питьевой воде. Восстановленную смесь мороженого перед фризированием не требуется подвергать какой-либо технологической обработке. Смесь замораживают во фризере, после чего фасуют и отправляют потребителю.

При замораживании продукта вручную:

- берут две пластмассовые миски разного размера;
- на дно миски большего размера кладут льдосолевою смесь и заполняют ею все пространство между двумя мисками, вложенными одна в другую. Для приготовления льдосолевой смеси на 1 кг дробленого льда берут

200 г поваренной соли и перемешивают. Такая льдосолевая смесь может иметь температура гуру до минус 18 °С;

- перед охлаждением измерить температуру полученной льдосолевой смеси;

- во внутреннюю миску (емкость для взбивания) налить 200 мл холодной воды или молока (объем предварительно определить мерным цилиндром). Туда же высыпать содержимое пакета. Полученную смесь взбивать до консистенции густой сметаны (одновременно идет и охлаждение смеси);

- измерить температуру мороженого после приготовления.

4. Приготовленную (взбитую и охлажденную) массу мороженого переложить в емкость для замораживания, закрыть крышкой и поместить в морозильную камеру с температурой не выше минус 18 °С.

5. Переписать данные, указанные на упаковке смеси: состав, энергетическую ценность, производителя и др.

6. Рассчитать расход холода на производство мороженого.

7. Вторая работа.

7.1 Определить способность мороженого (приготовленного и промышленного производства) противостоять таянию, или охлаждающий эффект мороженого. Об этом показателе судят по продолжительности накопления 10 мл смеси, образующихся при таянии образцов мороженого, помещаемых в термостат с температурой 25 °С:

- определить температуру воздуха в помещении;

- отмерить примерно 25–30 мл (около 15 г) каждого вида мороженого и поместить в два цилиндра;

- определить, через сколько минут в цилиндрах накопится 10 мл смеси;

- сравнить данные.

8. Определить качество приготовленного мороженого (органолептическая оценка) после его замораживания и холодильного хранения. Оценку качества отразить в табличной форме (приложение Г), сопоставляя с требованиями ГОСТ 31457-2012 «Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия» (таблица 1) и характеристикой дефектов (таблица 6).

9. Определить качество мороженого промышленного производства. Оценку качества так же отразить в виде таблицы. Выписать данные, вынесенные на этикетку: название, производитель, состав, калорийность и др.

10. Сделать выводы по работе.

5 Вопросы для самоконтроля

1. Что такое мороженое? Какое оно бывает?

2. Для чего применяют стабилизаторы? Какие вещества могут использоваться в качестве стабилизаторов?

3. Какие основные операции включает в себя производство мороженого?

4. Какие операции осуществляются при обработке смеси для мороженого?
5. Какое оборудование используется при производстве мороженого?
6. Что происходит при фризеровании смеси?
7. На что влияет степень взбитости мороженого?
8. Какие можно выделить структурные элементы мороженого?
9. Какие бывают дефекты мороженого?
10. Как рассчитать расход холода при производстве мороженого?

6. Содержание отчета

В отчет включают: название работы, цель работы, краткие теоретические предпосылки, протокол полученных данных, анализ данных, выводы.

Лабораторная работа № 6 «Исследование процесса размораживания продукции. Оценка продолжительности процесса»

1 Цель работы

Приобрести навыки и умения в исследовании продолжительности технологического процесса размораживания пищевых продуктов на воздухе, в воде и в СВЧ-печи, рассчитать продолжительность процесса и сравнить расчетные данные с экспериментальными.

2 Теоретическая часть

2.1 Известно, что лучше всего питаться свежими продуктами. В овощах и зелени с грядки наибольшее количество витаминов и микроэлементов, необходимых для нашего здоровья. Это же справедливо для ягод с веточки и фруктов с дерева. Парное мясо и свежая рыба тоже наиболее питательны и вкусны. К сожалению, для большинства из нас мечта о постоянном питании только свежими продуктами несбыточна. Поэтому люди изобрели различные технологии для длительного сохранения продуктов. В бытовых и промышленных условиях наилучшим средством сохранения питательных и вкусовых качеств продуктов является холод.

Перед употреблением охлажденные, подмороженные и замороженные продукты подвергают обработке, целью которой является доведение их до состояния, близкого к исходному.

2.2 *Размораживание* – технологический процесс превращения льда, содержащегося в мороженых продуктах, в жидкую фазу называют размораживанием. Это заключительный технологический процесс холодильной обработки, в течение которого происходит повышение температуры замороженного продукта. Процесс размораживания по теплофизической сущности можно рассматривать как обратный замораживанию. При размораживании температуру продуктов повышают до криоскопической или выше ее в зависимости от целей. Его проводят для придания продуктам свойств, близких к свойствам незамороженных (свежих) продуктов.

При размораживании определенное количество теплоты передается продукту для повышения его температуры от начальной (минус 18 °С) до конечной (минус 1 °С или выше). Если вся вода, образующаяся при таянии кристаллов льда, поглощается тканями, то размороженная продукция по своим свойствам близка к свежей. Если выделилось значительное количество тканевого сока при размораживании, это свидетельствует о снижении пищевой цепкости продукта в процессе холодильной обработки: например, мясо становится волокнистым, сухим и жестким.

Качество размороженного продукта зависит от степени свежести сырья перед замораживанием, скорости замораживания, режимов и сроков холодильного хранения, а также условий размораживания. Основные технологические задачи, которые решаются при размораживании – максимальное уменьшение потерь тканевого сока и достижение наибольшей обратимости процесса низкотемпературной обработки.

Нежелательные изменения свойств продуктов при размораживании, как и при замораживании, происходят в основном в интервале температур от минус 1 до минус 5 °С. Для продуктов животного происхождения это связано с денатурацией белков. Поэтому чем быстрее при размораживании проходят эту критическую зону температур, тем меньше изменяются свойства продукции. Так, при быстром размораживании рыбы (в воде) количество выделяемого мышечного сока примерно в 1,5 раза меньше по сравнению с медленным размораживанием (во льду и на воздухе).

Слишком медленное размораживание, при котором продукт длительное время находится в зоне неблагоприятных температур (минус 5 – минус 1 °С), способствует денатурации белков, отделению мышечного сока и значительному ухудшению консистенции.

Условия теплообмена при замораживании и оттаивании неодинаковы.

В процессе замораживания теплота из внутренних слоев продукта передается охлаждающей среде через замороженный слой, в то время как при размораживании тепловой поток устремляется в обратном направлении через поверхностный размороженный слой к замороженному.

Процесс размораживания можно разделить на три периода:

- период нагревания продукта от температуры в морозильной камере до температуры плавления кристаллов льда в материале;
- период перехода кристаллов льда в продукте в жидкое состояние (т. е. период собственно размораживания);
- период нагревания продукта до температуры потребления.

В первом периоде продукты отогреваются. В случае если они попадают из холодной среды морозильной камеры в теплое помещение кухни, сконденсированная на их поверхности влага является благоприятной средой для развития микроорганизмов, вызывающих порчу продуктов. Поэтому размораживание в первом периоде должно быть либо возможно коротким, либо выполняться в плюсовой камере холодильника.

Во втором периоде вода, образованная из льда, начинает взаимодействовать с содержащимися в продукте витаминами и химическими соединениями, постепенно возобновляют свою деятельность активные вещества (ферменты). Из сказанного следует основное правило для процесса размораживания: надо, чтобы оно происходило по возможности быстро.

Количество теплоты, необходимой для полного размораживания, определяют по формуле:

$$Q = G (i_k - i_n) = G(c_m(t_{кр} - t_n) + W\omega r_{л} + c_0(t_k - t_{кр})), \quad (6.1)$$

где Q – количество теплоты, Дж; G – масса продукта, кг; $(i_k - i_n)$ – разность удельных энтальпий при конечной t_k и начальной t_n температурах, кДж/кг (значения энтальпий для пищевых продуктов приведены в таблица 1.2 лабораторной работы № 1); c_m , и c_0 – теплоемкость мороженого и размороженного продукта, кДж/(кг·К); $t_{кр}$ – криоскопическая температура, °С; W – содержание влаги в продукте, доли единицы; ω – количество вымороженной влаги, доли единицы; $\omega = 1 - (t_{кр} / t_{ср})$; $t_{ср}$ – среднеобъемная температура, °С; r_L – теплота льдообразования, кДж/кг, $r_L = 335,2$ кДж/кг.

Из общего расхода теплоты основное количество (более 70 %) расходуется на плавление кристаллов льда. Поэтому необходим интенсивный подвод теплоты к размораживаемому продукту при температуре минус 5–0 °С.

2.3 Предприятия пищевой промышленности применяют несколько способов размораживания, при которых теплоносителями являются воздух, паровоздушная среда, вода и рассол.

Способы размораживания могут быть разбиты на три основные группы.

Первая группа – способы, основанные на использовании теплопередающей среды (теплоносителя) с различными теплофизическими свойствами, при которых происходит конвективный нагрев паровоздушной смесью, жидкостью, насыщенными парами воды и т. д.

Вторая группа – способы, в основе которых нагрев путем преобразования энергии различных видов в тепловую, непосредственно в обрабатываемом продукте. К таким видам энергии относятся энергия электрического поля различной частоты и энергия ультразвуковых колебаний. С использованием энергии переменного электрического поля нагрев продукции при определенных условиях может осуществляться равномерно по всему объему, т. е. происходит безградиентный нагрев.

Третья группа – комбинированные способы, использующие одновременно конвективный и безградиентный нагрев. Может использоваться воздушный, микроволновый, вакуумный, электроконтактный и другие виды нагрева.

При размораживании в электрическом поле в основном используются три способа: с применением микроволнового, диэлектрического и электроконтактного нагрева.

2.4 В общественном питании в основном применяют способы *поверхностного размораживания*, из которых наиболее распространено размораживание на воздухе и в воде.

В воздушной среде размораживают мясо, крупную рыбу, рыбное филе, фарш, кулинарные изделия при температуре воздуха от 8 до 20 °С и относительной влажности 90–95 %. Для размораживания продуктов их укладывают на стеллажи в один ряд и выдерживают в течение 6–25 ч до достижения температуры минус 1–0 °С. Продолжительность размораживания зависит от толщины, теплофизических свойств продукта, температуры воздуха, скорости его циркуляции.

Интенсификации процесса размораживания на воздухе достигают путем его увлажнения (до относительной влажности 95–100 %) и циркуляции (1–5 м/с). Увлажнение воздуха необходимо во избежание усушки продукта в процессе размораживания. При этом продолжительность процесса размораживания уменьшается примерно на 35 %.

Достоинствами этого метода являются его простота и дешевизна. К недостаткам можно отнести повышенные затраты ручного труда, невозможность автоматизации, высокую продолжительность процесса, неравномерность размораживания, подсушку внешней поверхности неупакованного продукта, окисление липидов, рост числа микроорганизмов, громоздкость устройств для осуществления размораживания (они занимают большую площадь).

Способы размораживания в воде и растворах поваренной соли погружением и орошением наиболее приемлемы для быстрой обработки значительного количества продукта. К преимуществам данных методов относятся: высокий коэффициент теплоотдачи от воды к продукту (значительно сокращается продолжительность размораживания по сравнению с размораживанием на воздухе), одновременная мойка продукта, легкая механизация. К их недостаткам относят экстракцию азотистых и липидных веществ, набухание тканей, а также большой расход воды и дополнительные затраты на ее очистку. Указанные недостатки устраняются при описанном выше воздушном размораживании.

Температура воды не должна превышать 20 °С. Вода должна соответствовать требованиям стандартов на питьевую воду. Продолжительность размораживания продуктов в воде в зависимости от их размеров составляет от 1 до 4 ч. Более эффективен способ размораживания орошением водой, чем погружением.

Для интенсификации процесса размораживания продуктов в воде применяют подачу пара под давлением, циркуляцию воды, смесь воды и воздуха в виде пульсирующей струи.

Для производства копченой и соленой продукции мороженую рыбу и мясо можно размораживать в концентрированных растворах поваренной соли. Продолжительность размораживания рыбы в растворе поваренной соли концентрацией 24 % и температурой 30 °С составляет 3–5 ч. При этом содержание соли в рыбе составляет 1,2–1,5 %, потери массы – 1,2–2,6 %.

При размораживании конденсирующимся паром под вакуумом насыщенный водяной пар при пониженном давлении расширяется и, конденсируясь на холодной поверхности, обогревает ее выделяющейся теплотой. Вакуум в камере размораживания позволяет поддерживать достаточно низкую температуру, при которой свойства продукта хорошо сохраняются. Например, при температуре конденсации 20 °С необходимо поддерживать в камере размораживания давление $2,3 \cdot 10^{-3}$ МПа.

Преимущества: отсутствуют перегрев продукта, потери массы, бактериальное загрязнение, снижается расход воды, увеличивается скорость

размораживания (приблизительно в 3 раза по сравнению с размораживанием на воздухе. Это связано с тем, что конденсация насыщенного пара на холодной поверхности продукта при пониженном давлении способствует увеличению Коэффициента теплоотдачи в 7–9 раз по сравнению с воздушной средой), сохраняются вкусоароматические свойства продукта. Недостатки: для этого способа характерна сложность технического обеспечения процесса и периодичность действия устройства, высокая энергоемкость.

Размораживание инфракрасным излучением основано на использовании лучистого (радиационного) теплообмена между излучателем и облучаемым продуктом. Этот способ позволяет достигать высоких скоростей нагрева, так как поверхностная плотность потока излучения в десятки раз превышает плотность теплового потока при конвективном размораживании. Однако под действием излучения быстро нагревается поверхность продукта, в то время как внутренние слои являются еще замороженными, что отрицательно сказывается на качестве продукта. Этот способ размораживания предпочтительнее использовать в комбинации с другими.

Размораживание путем контакта с греющей поверхностью эффективно только для продуктов, имеющих ровную плоскую поверхность. Такое размораживание происходит быстро у поверхности, но значительно медленнее во внутренних слоях, возможны перегревы поверхности.

Размораживание кристаллизирующейся водой основано на использовании теплоты, которая выделяется при льдообразовании на поверхности продукта. Замороженный продукт (например, крупную рыбу ценных пород) погружают в непроточную воду температурой 0–1 °С. На его поверхности образуется корочка льда, которая по мере отепления постепенно увеличивается, достигая 30% от массы продукта. Продолжительность такого размораживания больше, чем при обычном способе в циркулирующей воде, однако при его проведении уменьшаются набухание тканей и потеря экстрактивных веществ, обсемененность продукта, расход воды.

2.5 Способы *объемного размораживания* с использованием электрического тока и энергии электромагнитного поля обеспечивают наиболее быстрое размораживание продуктов и их высокое качество. К недостаткам электроконтактного размораживания относят большой расход электроэнергии и воды. Что касается размораживания в переменном электромагнитном поле (ПЭМП), то недостатками этого способа являются возможность локального перегрева продукта при отеплении выше криоскопической температуры (минус 2 – минус 1 °С), неравномерность размораживания продуктов неправильной геометрической формы.

Способы объемного размораживания по сравнению с поверхностными являются более эффективными: продукция получается высокого качества, отсутствуют усушка, окисление липидов, вымывание азотистых веществ, сокращается длительность процессов.

При размораживании электрическим током через замороженный продукт, обладающий определенной электропроводимостью, пропускают переменный

электрический ток промышленной частоты, который вызывает его нагрев (эффект Джоуля-Ленца). Мороженный продукт помещают в медленно циркулирующую воду, в результате чего его температура повышается, а электрическое сопротивление уменьшается. Затем с двух сторон подводят два электрода и пропускают через них переменный ток напряжением 10–40 В и силой 10–20 А. Продолжительность размораживания составляет 4–5 мин для продуктов массой 10–12 кг.

Преимущества метода: высокая скорость размораживания, хорошее качество продукта, отсутствие усушки, равномерность прогрева по всей толщине. Недостатки: большой расход электроэнергии и вода, опасность поражения рабочих электрическим током, сложность аппаратов. Кроме того, одновременно с размораживанием происходит разложение (электролиз) электролитов (солей, кислот и т. д.), содержащихся в жидкой фазе продукта.

При диэлектрическом размораживании продукт помещают в ПЭМП и размораживают как диэлектрик. В зависимости от диапазона частот электромагнитного излучения различают сверхвысокочастотное (СВЧ), высокочастотное (ВЧ) и низкочастотное (НЧ) размораживание.

Размораживание в СВЧ-печи современный, наиболее эффективный способ размораживания быстрозамороженных продуктов.

При размораживании с помощью микроволн используют частоты от 915 до 2450 МГц. При СВЧ-, ВЧ- или НЧ-размораживании продукт помещают в ПЭМП конденсатора, к которому подают переменное напряжение строго выбранной частоты (обычно 25–50 МГц).

При *микроволновом* размораживании одновременному и равномерному нагреву с помощью электромагнитного поля СВЧ подвергаются все частицы продукта (если продукт однороден и распределение поля равномерное), и процесс теплопроводности отсутствует. В связи с этим микроволновое размораживание обладает самой высокой степенью равномерности нагрева продуктов по всему объему. Степень равномерности тем выше, чем больше однородность состава продукта и количество содержащейся в нем воды. При микроволновом размораживании продукты можно обрабатывать упаковочных материалах, если они обладают соответствующими диэлектрическими свойствами (полиэтилен, полистирол, ламинированный картон). Нельзя размораживать продукты в металлической посуде или в таре, имеющей металлические включения. При размораживании в полиэтиленовых пакетах надо удалить из упаковки все металлические предметы (зажимы, фольгу и пр.). Тепловой эффект размораживания токами СВЧ с увеличением толщины продукта снижается.

Использование СВЧ-обработки имеет некоторые особенности. СВЧ-печи особенно рекомендуются для размораживания и разогрева чувствительных к нагреванию продуктов. Размороженный и разогретый в СВЧ-печи продукт в наибольшей мере сохраняет вкус, аромат, цвет, запах и консистенцию; кроме того, до минимума снижается потеря сока. Продолжительность обработки тоже минимальна. Объемное поглощение продуктом СВЧ-энергии позволяет

от 5 до 60 раз сократить время на оттаивание. Например, 0,5–1 кг фруктов размораживаются на воздухе при температуре от 15 до 18 °С за 4–6 ч, столько же овощей – за 3–5 ч, а если использовать СВЧ-печь, то эти продукты разморозятся всего за 4–6 мин.

При излишнем перегреве интенсивное внутреннее выделение теплоты при СВЧ-размораживании может вызвать образование пара, который способен порвать кожицу или оболочку продукта. Поэтому после короткого воздействия СВЧ-энергией надо дать продукту «отдохнуть», т. е. предусмотреть его выдержку на воздухе при комнатной температуре в течение 2–3 мин. Кроме быстроты процессов и высокого качества подаваемых на стол продуктов, СВЧ-обработка обладает еще одним преимуществом: она подавляет деятельность микроорганизмов, отрицательно влияющих на сохранность продуктов.

Для объяснения процесса размораживания в СВЧ-поле необходимо рассмотреть отдельные его аспекты, обусловленные физико-химическими свойствами пищевых продуктов.

Вода, содержащаяся в межклеточном пространстве и клетках пищевых продуктов, находится в виде ассоциированных молекул. Кристаллическая решетка льда обладает высокой прочностью благодаря полярности образующих её молекул. Из-за значительной потенциальной энергии каждой молекулы на разрушение кристаллов льда необходимо затратить значительную энергию. Лед, образующийся в пищевых продуктах при их замораживании, представляет собой вязкопластичную упругую среду со скачкообразными изменениями физико-механических свойств на межфазовых границах – пластолед, обуславливающий прочность и другие свойства продукта (твёрдого тела). Пластолед имеет неоднородную макроструктуру: большие кристаллы льда с включениями вещества продукта образуют отдельные зерна, между которыми остаются локальные зоны растворов различных солей, такие же зоны расположены внутри ледяных зерен. Насыщенные растворы сохраняются до минус 40 °С. Некоторые минеральные соли, имеющиеся в соке продукта, при низких температурах выпадают в осадок.

При размораживании пищевых продуктов образующаяся влага должна распределяться так же, как и до замораживания. Однако полностью восстановить характер распределения влаги не удастся, так как способность волокон и клеток продукта к влагоудержанию после замораживания ухудшается.

В результате этого при размораживании из продукта выделяется часть содержащейся в нем влаги и теряется часть питательных веществ и минеральных солей. Особенно ярко это проявляется в интервале температур от минус 5 до 0 °С, так как в данном интервале соли, выпавшие в осадок при замораживании и хранении, растворяются. В этот период разрушаются зерна льда, в которых находились соли, поэтому процесс размораживания должен проводиться наиболее интенсивно.

Диэлектрические характеристики замороженных пищевых продуктов заметно отличаются от диэлектрических характеристик льда. Это объясняется

наличием в замороженном продукте насыщенных растворов солей, молекулы воды которых, обладая достаточной подвижностью, имеют период релаксации, соизмеримой с частотой поля. Кроме того, плавление льда в микро- и макрокапиллярах продукта происходит при температуре минус 7 – минус 5 °С, вследствие чего влага микрокапилляров высвобождается и активно взаимодействует с переменным электрическим полем. По мере повышения температуры (от минус 5 до 0°С) с электрическим полем начинают взаимодействовать периферийные слои адсорбционносвязанной влаги вплоть до мономолекулярного слоя. Их связь с твердым скелетом продукта уменьшается и соответственно возрастает ε (коэффициент поглощения).

При размораживании от начальной температуры минус 18 °С средний темп нагрева в диапазоне температур от минус 18 до минус 5 °С составляет 0,19–0,23 К/с. Начиная с минус 5 °С, температура нагрева увеличивается до 0,7–1,0 К/с, т. е. в 3–4 раза. Таким образом, при размораживании пищевых продуктов удается зону температур минус 5–0 °С проходить за короткое время, что коренным образом отличает этот процесс от традиционного.

Уровень удельной СВЧ-мощности не должен превышать 1,0–1,5 кВт на 1 кг продукта.

2.6 Рассмотрим способы определения *продолжительности размораживания*

Процесс размораживания протекает в соответствии с обратной кривой замораживания: температура продукта вначале возрастает до точки таяния льда, затем остается постоянной и в конце процесса повышается до требуемой.

При определении продолжительности размораживания предполагается, что отсутствуют тепловыделения в области продукта, лежащей глубже границы раздела, а все тепло, выделяемое при движении границы раздела, отводится к внешней среде через замороженный слой, теплоемкость которого равна 0.

Э. Альмаши предложил вычислять продолжительность размораживания по двум стадиям: продолжительность первой стадии (от t_n до $t_{кр}$) рассчитывается на основании уравнения теплопроводности для условий простого нагревания по типу формулы А. Фикиина; для охлаждения второй (от $t_{кр}$ до t_k) – по методу элементарных тепловых балансов.

Г. Д. Кончаков, согласившись с расчетом продолжительности первой стадии процесса размораживания, предложил продолжительность второй стадии рассчитывать исходя из скорости продвижения границы раздела. Он получил формулу для расчета продолжительности второй стадии размораживания, равнозначную формуле Р. Планка.

Г. Б. Чижовым было предложено продолжительность (ч) первой стадии размораживания принять равной 30 % от продолжительности второй стадии. Таким образом, в окончательном виде формула для расчета продолжительности размораживания имеет следующий вид:

$$\tau_{раз} = \frac{g\rho\Phi l}{t_0 - t_{кр}} \left(\frac{l}{2\lambda_0} + \frac{1}{\alpha} \right) m, \quad (6.2)$$

где g – количество теплоты, подведенной к единице продукта, кДж/кг; ρ – плотность продукта, кг/м; Φ – коэффициент формы, для пластины – 1, для цилиндра – 1/2, для шара – 1/3; l – полутолщина продукта, м; t_0 – температура среды, °С; $t_{кр}$ – криоскопическая температура продукта, °С; λ_0 – коэффициент теплопроводности размороженного слоя продукта, Вт/(м·К); α – коэффициент теплоотдачи от продукта к среде, Вт/(м²·К); m – множитель, учитывающий продолжительность первой стадии, $m = 1, 3$.

В этой формуле вместо разности $(t_0 - t_{кр})$ можно брать разность $(t_k - t_n)$, где t_k – конечная температура размораживаемого продукта, °С; t_n – начальная температура размораживаемого продукта, °С.

Продолжительность размораживания продуктов можно оценить и по другой формуле:

$$\tau = \frac{q_m P_m l}{t_0 - t_{кр}} \frac{B}{2\lambda\alpha} \left(1 + \frac{2c_0}{\mu_l^2} (t_0 - t_{кр}) \right) c, \quad (6.3)$$

где $q_m = W\omega r_{л}$, кДж/кг.

По величине критерия $Bi = 2\alpha l/\lambda$ находится корень характеристического уравнения μ_l для тела заданной формы (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Корни характеристического уравнения μ_l для тела заданной формы

Пластина		Шар	
Bi	μ_l	Bi	μ_l
0,001	0,0316	0,01	0,1730
0,002	0,0447	0,02	0,2445
0,004	0,0632	0,04	0,3450
0,006	0,0774	0,06	0,4217
0,008	0,0893	0,08	0,4860
0,01	0,0998	0,1	0,5423
0,02	0,1410	0,2	0,7590
0,06	0,2430	0,4	1,0530
0,1	0,3111	0,5	1,1656
0,3	0,5200	1	1,5708
0,5	0,6563	2	2,0300
1	0,8603	3	2,2889
2	1,0800	4	2,4600
3	1,1903	5	2,5704
4	1,2607	7	2,7165
5	1,3138	10	2,8363
7	1,3766	100	3,1105
10	1,4289	∞	3,1400
100	1,5552		
∞	1,5700		

Коэффициент теплоотдачи α , Вт/(м²·К) для воды принимают в соответствии со скоростью ее движения: $v = 0,0$ м/с $\alpha = 230$ Вт/(м²·К); $v = 0,2$ м/с $\alpha = 430$ Вт/(м²·К).

2.7 В камере отепления *изменяется состояние воздуха*. При размораживании продуктов на воздухе не следует допускать конденсации паров влаги из воздуха на поверхности продукта, т. е. размораживание следует проводить так, чтобы не достигалась точка росы. Вместе с тем сухой воздух вызывает значительную усушку продукта. Поэтому необходимо регулировать состояние воздуха в камере в соответствии с постепенным повышением температуры поверхности продукта так, чтобы обеспечить достаточно интенсивный теплообмен, и чтобы при температуре поверхности продукта воздух был близок к состоянию насыщения. Отопление считается законченным, когда при перенесении продукт в новые условия будет исключена поверхностная конденсация влаги. Задача о выборе параметров воздуха для отепления решается с помощью *i-d*-диаграммы.

Процесс отепления продукта можно представить схематично как ступенчатый в *i-d*-диаграмме. Вертикальные линии – охлаждение воздуха при соприкосновении его с холодным продуктом. Нижние точки зигзагообразной кривой показывают состояние воздуха у поверхности продукта, близкое к насыщению ($\phi = 1$). Наклонные линии характеризуют обработку воздуха в кондиционере: его нагрев и увлажнение до состояний, изображенных верхними точками зигзагообразной кривой.

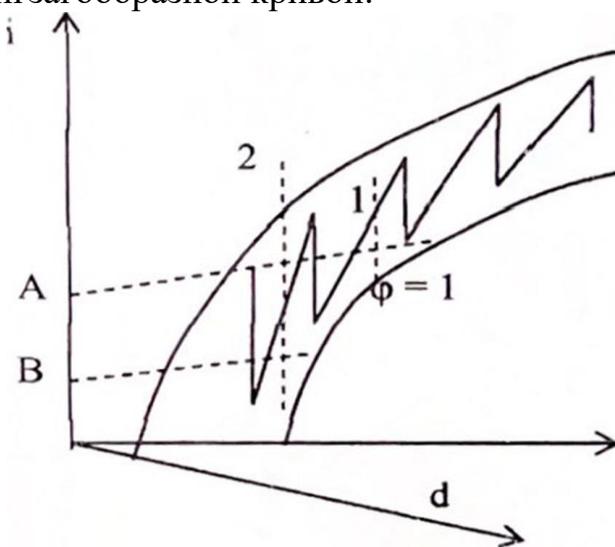


Рисунок 6.1– Схема определения конденсации влаги на поверхности продукта по *i-d*-диаграмме: точка 1 – конденсации влаги на поверхности продукта не произойдет, если ее температура соответствует изотерме А; произойдет – если изотерме В; точка 2 – при таком состоянии воздуха конденсата на поверхности продукта не будет при обеих температурах

2.8 В общественном питании наиболее часто применяются следующие способы размораживания *различных групп продуктов*:

- размораживание на воздухе при комнатной температуре;

- в вакууме;
- размораживание в плюсовой камере холодильника при температуре от 2 до 6 °С;
- размораживание в воде (холодной, нагретой, кипящей);
- размораживание в духовке или печи при температуре от 40 до 60 °С;
- размораживание с одновременной кулинарной обработкой на плите или на открытом огне;
- быстрое объемное размораживание с помощью сверхвысокочастотного (СВЧ) нагрева.

Выбор способа размораживания зависит от вида продукта и его последующей обработки. Универсальным и наилучшим следует считать размораживание СВЧ нагревом. При быстром размораживании в микроволновой печи лучше всего сохраняются питательные и вкусовые качества. Однако некоторые продукты с целью лучшего сохранения вкуса и экономии электроэнергии рекомендуется начинать размораживать в плюсовой камере холодильника, а не на открытом воздухе.

Повторная заморозка нежелательна. Конечно, иногда приходится размороженные продукты замораживать повторно. Это допускается, но качество их будет несколько ниже (мясо – более сухое, а ягоды и фрукты могут стать кашеобразными). Если было проведено размораживание, то лучше из этих продуктов приготовить блюда, а уже их заморозить по всем правилам.

2.8.1 Замороженные ягоды, фрукты, бахчевые (*растительные продукты*), предназначенные для десертов, а также овощи, зелень, предназначенные для потребления в сыром виде, и фруктовые соки следует размораживать в собственной упаковке. Размораживать в воде без упаковки не рекомендуется, поскольку будут вымываться питательные вещества.

Для этого можно предложить несколько способов: вынуть упаковку из морозильного отделения или морозильника и, положив ее в миску (тарелку), оставить при комнатной температуре; переложить упаковку в плюсовую камеру холодильника на ночь; поместить упаковку в полиэтиленовый пакет, уплотнить резинкой, предварительно удалив воздух, и опустить в миску с теплой проточной водой (35–45 °С) или в кастрюлю с закрытой крышкой и частично заполненной водой; разморозить в СВЧ-печи. При комнатной температуре 0,5–1 кг овощей размораживаются за 3–5 ч, в холодильной камере за 10–14 ч, а в микроволновой печи за 4–6 мин, 0,5–1 кг фруктов или ягод при комнатной температуре размораживаются за 4–6 ч, в холодильной камере за 12–15 ч, а в микроволновой печи за 4–6 мин.

Овощи, а также ягоды и фрукты рекомендуется размораживать только к моменту употребления. Если плоды оставить в размороженном состоянии на несколько часов, они приобретают кашеобразную консистенцию, их окраска темнеет, появляются посторонние привкус и запах даже при хранении в плюсовой камере холодильника. Размороженные овощи, как и фрукты, постепенно размягчаются, теряют яркую окраску, свежий вид и присущий им вкус. Вода растворяет большинство содержащихся в замороженных продуктах

вкусовых и питательных веществ, поэтому не мойте замороженные овощи и фрукты и не размораживайте в воде. Мыть замороженные продукты совершенно излишне, так как плоды и овощи всегда моются перед замораживанием, а качество и санитарное состояние упаковочных материалов и тары проверяется перед закладкой продуктов в морозильную камеру.

Замороженные фрукты и овощи, предназначенные для приготовления, перед тепловой обработкой не требуют размораживания. Замороженные ягоды и фрукты можно без размораживания использовать как начинку для пирогов и других кулинарных изделий. Можно также перед употреблением залить их нагретым сахарным сиропом или кратковременно кипятить в небольшом количестве воды.

Самые высококачественные замороженные овощи теряют свои ценные питательные свойства, вкус, аромат при продолжительной варке. Для варки замороженных овощей требуется, как правило, примерно половина времени, необходимого для варки свежих овощей. Переваренные овощи приобретают кашеобразную консистенцию, теряют свойственную им яркую окраску и натуральный свежий вкус. Варить замороженные продукты целесообразно перед самой подачей на стол. В таблице 6.3 приведены данные о продолжительности кулинарной обработки замороженных овощей в сравнении со свежими.

Таблица 6.3 – Продолжительность обработки некоторых свежих и замороженных овощей, мин

Овощи	Способ тепловой обработки	Свежие	Замороженные
Капуста цветная	Варка	7–10	4–8
Морковь	Варка	15–30	5–10
Кукуруза в початках	Варка	5–10	3–5
Кукуруза в зернах	Варка	5	3–4
Горох лущеный	Варка	20–40	6–8
Ревень	Тушение	20–30	10–12
Ревень	Запекание	45	30
Шпинат	Варка без удаления стеблей	5–10	3–6

Фрукты и ягоды, упакованные в картонные коробки или пакеты, рекомендуется размораживать в подогретом сахарном сиропе либо пересыпать их при размораживании сахарным песком или пудрой. Если по каким-либо причинам сахар при размораживании добавлять нельзя, то для приготовления фруктового десерта высыпьте содержимое упаковки в металлическую эмалированную тарелку, разложите фрукты или ягоды в один слой и подержите тарелку 3–5 мин (в зависимости от размеров продукта) над кастрюлей с кипящей водой. Такой способ размораживания обеспечит лучшее качество продукта, если не давать ему прогреться выше 10–12 °С.

При варке быстрозамороженных овощей промышленного изготовления (в том числе импортных) потери витаминов намного меньше, чем при варке

свежих овощей (еще одно преимущество быстрозамороженных продуктов). Объясняется это бланшированием овощей перед замораживанием, в процессе которого разрушаются активные вещества (ферменты), содержащиеся в овощах. В процессе варки свежих овощей, более длительном, чем бланширование, температура продукта повышается, активность ферментов при этом увеличивается, что способствует интенсивному разрушению витаминов. Помните: «Чем меньше воды подливать при варке быстрозамороженных овощей, тем меньше потери витамина С, а также других растворимых в воде витаминов и полезных минеральных веществ».

2.8.2 Рассмотрим процесс *размораживания продуктов животного происхождения*.

Мясо можно размораживать при комнатной температуре, в холодильной камере или микроволновой печи. Размораживание мяса на глубину 1 см от поверхности происходит в холодильной камере за 3–4 ч, на воздухе при комнатной температуре за 2–2,5 ч, а в духовке при 50 °С за 30 мин. Куски мяса весом 500 г размораживаются в холодильной камере за 5–6 ч. При размораживании в микроволновой печи мясо прогревается равномерно по всему объему куска, общее время на размораживание и приготовление блюда сокращается в десятки раз.

Большие куски мяса и крупную птицу, не помещающуюся в посуду, рекомендуется размораживать на воздухе, в плюсовой камере холодильника или под струей проточной воды. Лучше размораживать в холодильной камере, не вынимая из упаковки.

Не рекомендуется размораживать распакованное мясо в воде, поскольку при этом будут вымываться соки и питательные вещества.

Однако любое замороженное мясо, кроме свинины, предпочтительнее подвергать кулинарной обработке (варка, тушение и т. д.), если это возможно, на слабом огне без размораживания, немного увеличив время доведения его до готовности. Это лучший способ для нарезанного тонкими кусочками мяса, шницелей, мелкой вырезки, котлет, азу, бефстроганов, небольших цыплят и т. п.

Быстрозамороженные мясные полуфабрикаты и готовые блюда можно размораживать и разогревать на газовой или электрической плите, а также в духовке при 150–220 °С (для выпеченных изделий – 230 °С). Наибольшую скорость и наилучшее качество продуктов дает применение СВЧ-печей.

Порционное мясо и птицу можно использовать для приготовления традиционными методами без предварительного размораживания. Готовые замороженные блюда перед употреблением нужно немного «доприготовить».

Тушки птицы размораживают в воздушной и жидких средах и в вакууме. В воздушной среде их размораживают с применением режимов, аналогичных режимам обработки мясных блоков. Продолжительность процесса при температуре 15 °С, влажности 90 % и скорости 2 м/с в среднем составляет 4 ч.

При размораживании тушек птицы (в упакованном виде) водой применяют способы обработки погружением или орошением. При погружении рекомендуется скорость циркуляции воды не более 0,3 м/с. Температура воды

при погружении и орошении обычно не превышает 25 °С. Наилучшее качество достигается при размораживании погружением в воду температурой от 5 до 15 °С. Продолжительность процесса в среднем равна 2–3,5 ч.

Рыбу размораживают в воздушной среде, жидких средах, электрическом поле и в вакууме. Конечная температура рыбы после размораживания в среднем равна 0 °С.

При размораживании в воздушной среде поддерживают температуру от 8 до 10 °С, относительную влажность 90–95 %. Во избежание порчи продукта продолжительность размораживания рыбы в воздушной среде не должна превышать 24–28 ч. Известны также способы размораживания рыбы, герметично упакованной в пакеты, воздухом, диоксидом углерода или азотом под избыточным давлением до 1,8 МПа.

Наиболее широкое распространение получили способы размораживания рыбы водой. По сравнению с воздухом у воды как теплоносителя есть преимущества: относительно большая теплоемкость позволяет сократить расходы воды, а высокие коэффициент теплопроводности и плотность способствуют увеличению коэффициента теплоотдачи от теплопередающей среды к размораживаемому продукту. При этом продолжительность процесса сокращается не менее чем в 3–5 раз по сравнению с размораживанием рыбы в воздушной среде.

Сыры и творог размораживают при комнатной температуре 2–3 ч или в холодильной камере 4–5 ч.

В воздушной среде творог размораживают при относительно высоких температуре (от 35 до 40 °С) и скорости движения воздушного потока (3–4 м/с) во избежание ухудшения качественных показателей (особенно в поверхностном слое), которое происходит при медленном размораживании. При размораживании с применением жидких теплоносителей (через теплопередающую стенку) применяют воду или рассол, подогретые до 40–50 °С. Конечная температура творога в среднем составляет 0 °С.

Быстрозамороженные готовые блюда разогревают обычно до 70 °С с предварительным размораживанием или без него. Способ разогревания зависит от состава блюда, размера порции и вида упаковки. Единого универсального метода размораживания и разогрева для всего достаточно широкого ассортимента готовых блюд нет. Продукты, упакованные в алюминиевую фольгу или в полимерную пленку, удобно и быстро разогревать в частично заполненной водой кастрюле, под крышкой (разумеется, после удаления упаковки). Некоторые быстрозамороженные готовые блюда можно разогревать в жире или в масле. Из наиболее простых способов размораживания с одновременным разогревом следует упомянуть непосредственный разогрев в посуде без воды на открытом огне. К сожалению, такой способ эффективен не для всех быстрозамороженных блюд. Так, блюда с нарезанным мясом перед подогревом лучше частично разморозить, а жаренные на жире быстрозамороженные блюда (картофель, рыба) можно одновременно

размораживать и подогревать прямо в духовке. Упакованные в полиэтиленовые пакеты блюда можно разогреть в кипящей воде в течение 12–15 мин.

2.9 Для более глубокого освоения теоретического материала по теме лабораторной работы следует обратиться к лекционному материалу и библиографическим источникам из прилагаемого списка: [1–4, 7–9].

3 Задание

1. Разморозить образцы замороженных продуктов в соответствии с требованиями, изложенными в п. 3 разд. 4.

2. Построить графики изменения температуры во времени при размораживании.

3. Рассчитать расход теплоты и продолжительность процесса. Сравнить расчетные данные с экспериментальными.

4. Сделать выводы о влиянии способа размораживания на качество продукта.

4 Ход работы

1. Материалы, необходимые для работы на одну группу обучающихся в магистратуре из двух-трех человек (в лаборатории обычно занимается три-шесть человек, следовательно, одна-две группы):

- продукты, замороженные с температурой минус 18 °С (мясо, рыба, мясные или рыбные полуфабрикаты (котлеты, тефтели) – на одну группу один вид продукта) – масса каждого образца 150–200 г, необходимо по три образца на группу;

- термометры с диапазоном измерения минус 20–20 °С – 3 шт.;

- ножи или пробойники;

- посуда для проведения процесса размораживания: тарелки 2 шт. для размораживания на воздухе и в СВЧ-печи (для последнего способа без рисунка), миска или кастрюля 1 шт. для размораживания в воде;

- весы технические. Фильтровальная бумага;

- пакеты полимерные тонкие – 1 шт.;

- СВЧ-печь – 1 шт.

2. Получив образцы продуктов, необходимо сделать в них отверстия как можно ближе к их геометрическому центру на половину толщины под термометры (так, чтобы ртутный конец термометра был полностью помещен в продукт и как можно точнее отражал температуру), взвесить их и распределить по видам размораживания.

3. Размораживание проводить тремя способами: на воздухе, в воде и в СВЧ-печи.

Провести замер температуры окружающего воздуха.

Для размораживания на воздухе образец со вставленным в него термометром поместить на тарелку и проводить замеры температуры продукта через каждые 15 мин.

Провести замер температуры воды, используемой для размораживания.

Для размораживания в воде образец со вставленным в него термометром поместить в миску (кастрюлю) с водой и проводить замеры температуры продукта через каждые 10 мин (фаршевые изделия помещать в воду упакованными в полимерные пакеты).

При размораживании в СВЧ-печи продукт поместить на тарелку без рисунка, замерить его начальную температуру, подвергнуть СВЧ-обработке на режиме размораживания в течение 30 с, вынуть из СВЧ-печи и замерить температуру. Если продукт еще заморожен (температура ниже минус 1 °С), повторить процесс до полного размораживания (не допуская проваривания). Записать время в минутах, потребовавшееся для проведения процесса.

4. После окончания процесса размораживания (для всех способов) образцы аккуратно промокнуть фильтровальной бумагой от излишков воды или выделившегося тканевого сока и взвесить. Определить потери массы продукта при размораживании по формуле (6.4):

$$\Delta_m = \frac{m_{\text{до размораживания}} - m_{\text{после размораживания}}}{m_{\text{до размораживания}}} 100\%. \quad (6.4)$$

5. Построить графики изменения температуры во времени при размораживании разными способами. Сравнить полученные данные.

6. Рассчитать расход теплоты и продолжительность процесса размораживания на воздухе и в воде. Сравнить расчетные данные с экспериментальными данными.

7. Сделать выводы по работе.

5 Вопросы для самоконтроля

1. Что происходит при размораживании продуктов?

2. Какие способы размораживания существуют?

3. Перечислите способы размораживания, наиболее часто используемые в общественном питании. Как происходит размораживание продуктов в СВЧ-поле?

4. Какие способы наиболее применимы к быстрозамороженным растительным продуктам?

5. Какие требования безопасности предъявляются к СВЧ-размораживанию?

6. Как рассчитать расход теплоты на размораживание и продолжительность процесса?

6 Содержание отчета

В отчет включают: название работы, цель работы, краткие теоретические предпосылки, протокол полученных данных, анализ данных, выводы.

Библиографический список

1. **Большаков, С. А.** Холодильная техника и технология продуктов питания: учебник / С. А. Большаков. – Москва: Академия, 2003. – 304 с.
2. **Галаган, В. В.** Основы производства и потребления искусственного холода: учебно пособие. – Текст: электронный / В. В. Галаган, Т. В. Галаган; Министерство образования и науки Российской Федерации, Орловский государственный технический университет – Орел: ОрелГТУ, 2001. – 130 с. – URL: http://elib.oreluniver.ru/media/attach/note/1990-2001/Galagan_osn_proizv.pdf (дата обращения 09.03.2022)
3. **Головкин, Н. А.** Холодильная технология пищевых продуктов: учебник / Н. А. Головкин. – Москва: Легк. и пищ. пром-сть, 1984. – 240 с.
4. Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы): учеб. пособие / И. А. Рогов [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 1999. – 174 с.
5. **Куцакова, В. Е.** О расчете времени охлаждения тортов / В. Е. Куцакова, М. И. Кремневская, В. А. Сатанина. – Текст: электронный // Вестник МАХ, 2007. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-raschete-vremeni-ohlazhdeniya-tortov/viewer> (дата обращения 25.02.2022)
6. **Моисеева Н. А.** Рекомендуемые режимы и продолжительность холодильного хранения некоторых плодов и овощей / Н. А. Моисеева, И. Л. Волкинд // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2007. – № 3.
7. Сборник задач по процессам теплообмена в пищевой и холодильной промышленности: учеб. пособие / Г. Н. Данилова, В. Н. Филаткин, М. Г. Щербов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 288 с.
8. **Суслов, А. Э.** Холодильная техника и технология: учеб. пособие для студ. обуч. по напр. подгот. спец. 260501.65 Технология продуктов общественного питания / А. Э. Суслов, А. С. Бестужев. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 122 с.
9. **Титлов, С. А.** Холодильная техника в пищевой промышленности: учеб. пособие для студ. обуч. по напр.: 151000 Технол. машины и оборудование (специализации: «Машины и аппараты пищ. пр-в»; «Пищ. инженерия малых предприятий»), 240700 Биотехнология, 260200 Продукты живот. происхождения, 260800 Технология продукции и орг. общественного питания / С. А. Титлов, А. С. Бестужев, С. Ф. Горыкин. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2012. – 250 с.
10. Семенов, Б. Н. Холодильная технология пищевых продуктов (лабораторный практикум): метод. указ. к практ. занятиям по холод. технологии для студ. вузов напр. 552400 Технология продуктов питания / Б. Н. Семенов, С. В. Фролов, А. Б. Одинцов. – Калининград: КГТУ, 2000. – 35 с.
11. **Эрлихман, В. Н.** Холодильная технология. Современные морозильные аппараты: учеб. пособие для студ. обуч. по напр. подготовки спец.

260600 Пищевая инженерия / В. Н. Эрлихман, А. Э. Суслов. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008. – 88 с.

12. ГОСТ 31457-2012 Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200096085> (дата обращения: 20.02.2022). – Текст : электронный.

13. База данных Научных электронной библиотеки eLIBRARY.RU – информационно-аналитический портал в области науки, технологии медицины и образования – URL: [www.https://www.elibrary.ru/defaultx.asp](http://www.elibrary.ru/defaultx.asp)

14. База данных Росстандарта (Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии) – межгосударственные и национальные стандарты, технические регламенты – URL: <https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts>

15. Полнотекстовая база данных EBSCO «Пищевые технологии» – URL: <http://unatlib.ru/resources/external-resources/tech-agriculture/643fondpolnotekstovykh-elektronnykh-dokume>

16. Продовольственная и сельскохозяйственная организации Объединенных наций «ФАО» – URL: <http://www.fao.org/statistics/databases/ru/>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А (рекомендуемое)

Пример пользования номограммой

При оценке длительности охлаждения на основе номограмм решение задачи сводится к последовательному определению величин: $\theta_{(rx)} = \frac{t_{(rx)} - t_c}{t_H - t_c}$ (точка А) (или $(1-\theta)$ на других номограммах)) и кривой, соответствующей критерию Био, $Bi = \frac{\alpha R}{\lambda_{пр}}$. Пересечение линии с кривой Bi дает точку В. Перпендикуляр на линию, соответствующую критерию Фурье $F_0 = \frac{\alpha \tau}{R^2}$, приводит к точке С. Из величины числа Фурье F_0 находится длительность охлаждения продукта. Последовательность нахождения величин отражена на номограмме $\theta_{(rx)} = \frac{t_{(rx)} - t_c}{t_H - t_c}$ для поверхности шара.

Номограмма для оценки температуры поверхности шара (пример)

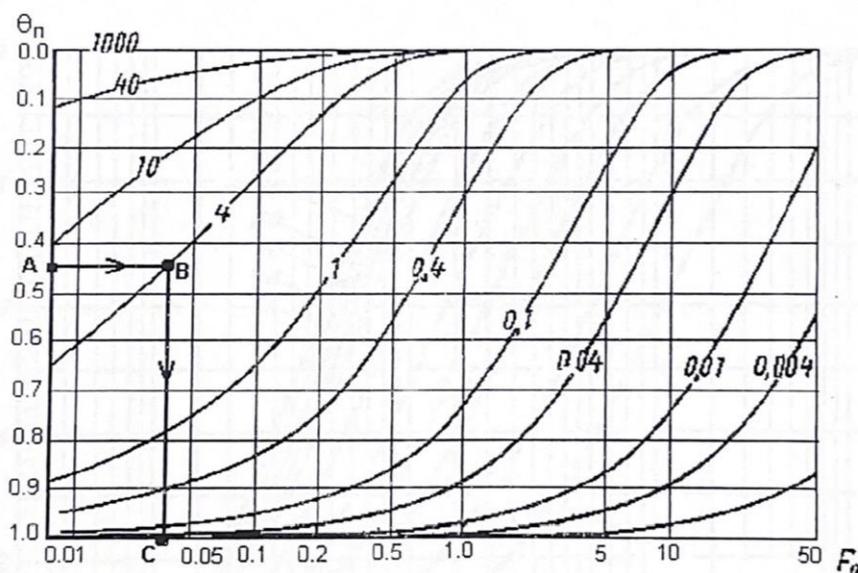


Рисунок П.А.1 – Номограмма для оценки температуры поверхности шара
(пример)

Приложение Б
(справочное)

Номограммы

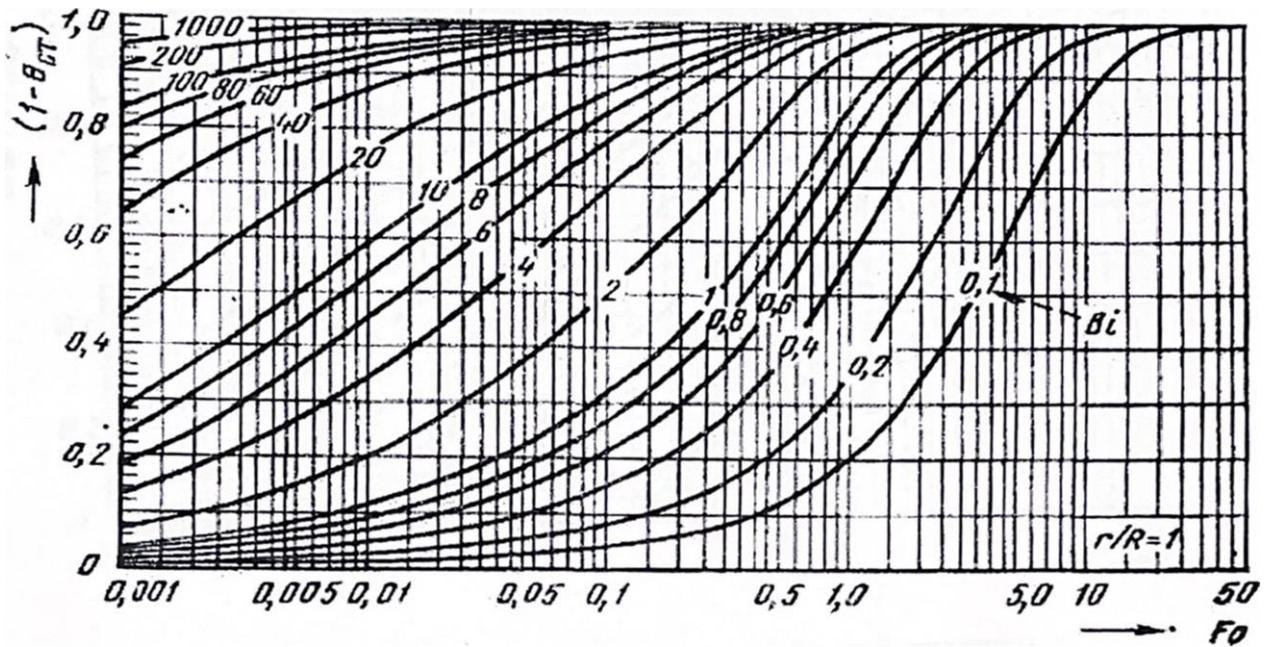


Рисунок П.Б.1 – Безразмерная температура пластины на поверхности

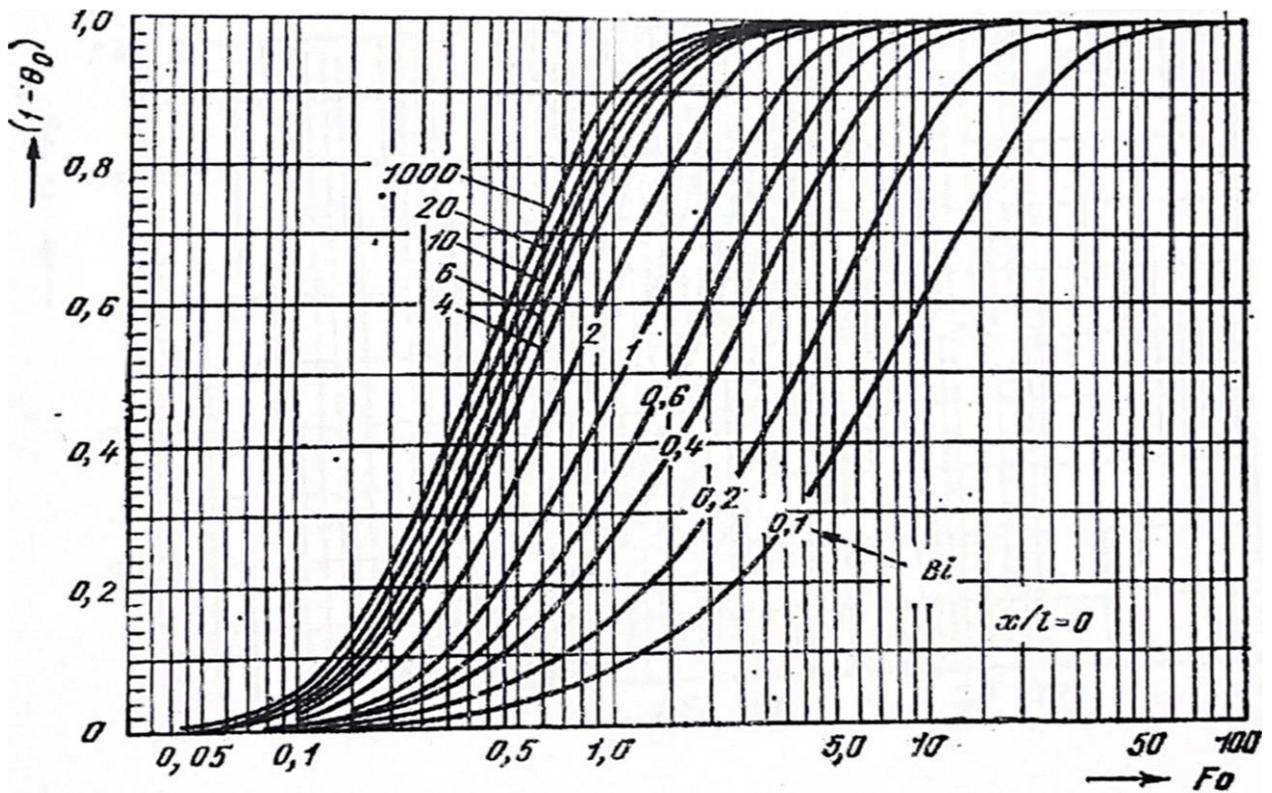


Рисунок П.Б.2 – Безразмерная температура в средней плоскости пластины

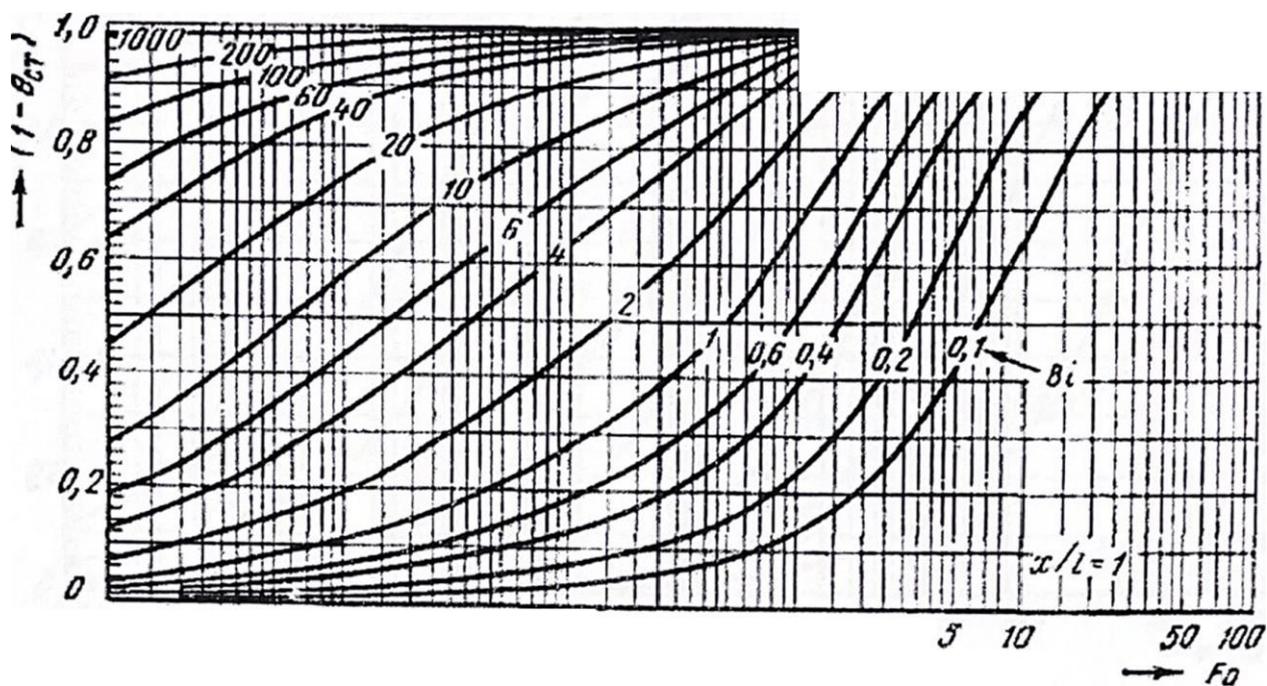


Рисунок П.Б.3 – Безразмерная температура на поверхности цилиндра

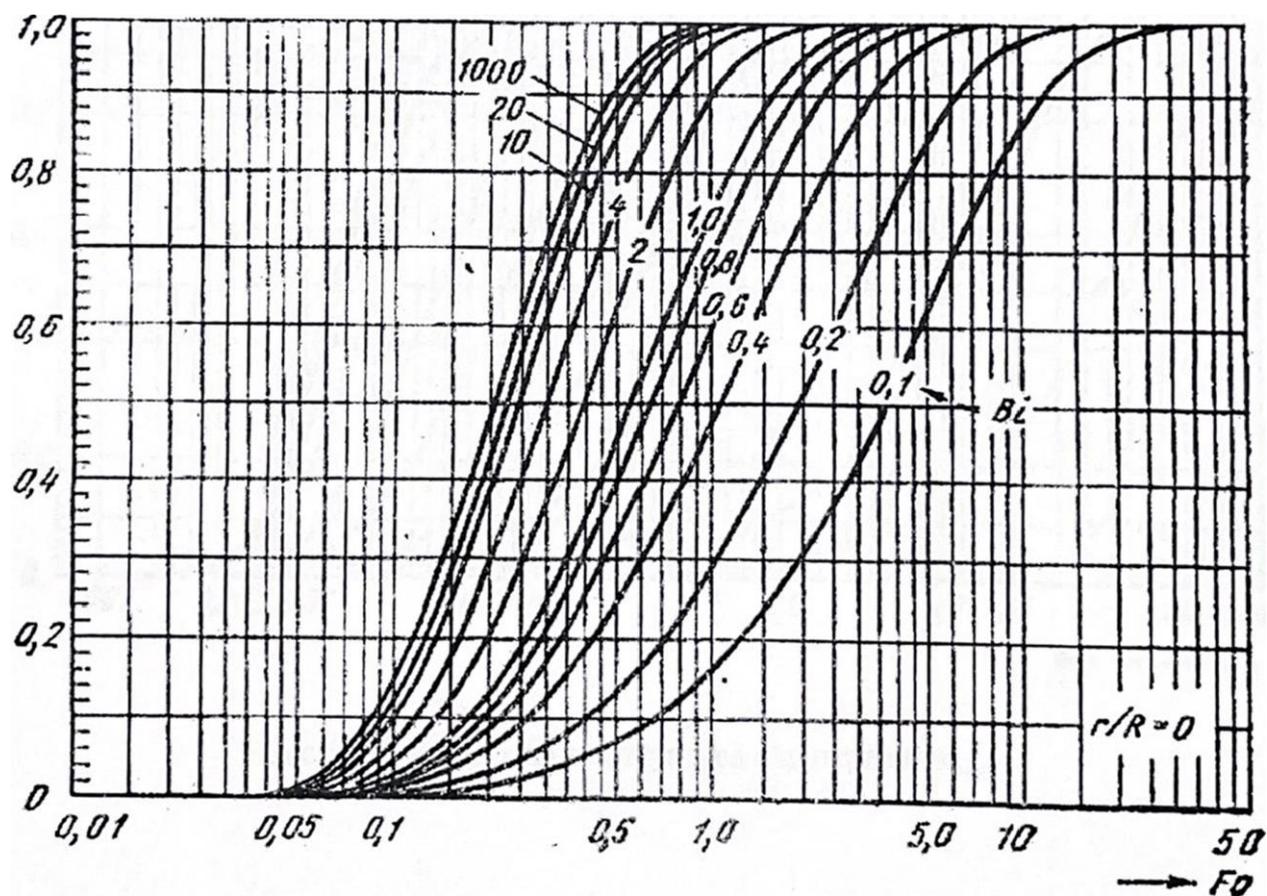


Рисунок П.Б.4 – Безразмерная температура на оси цилиндра

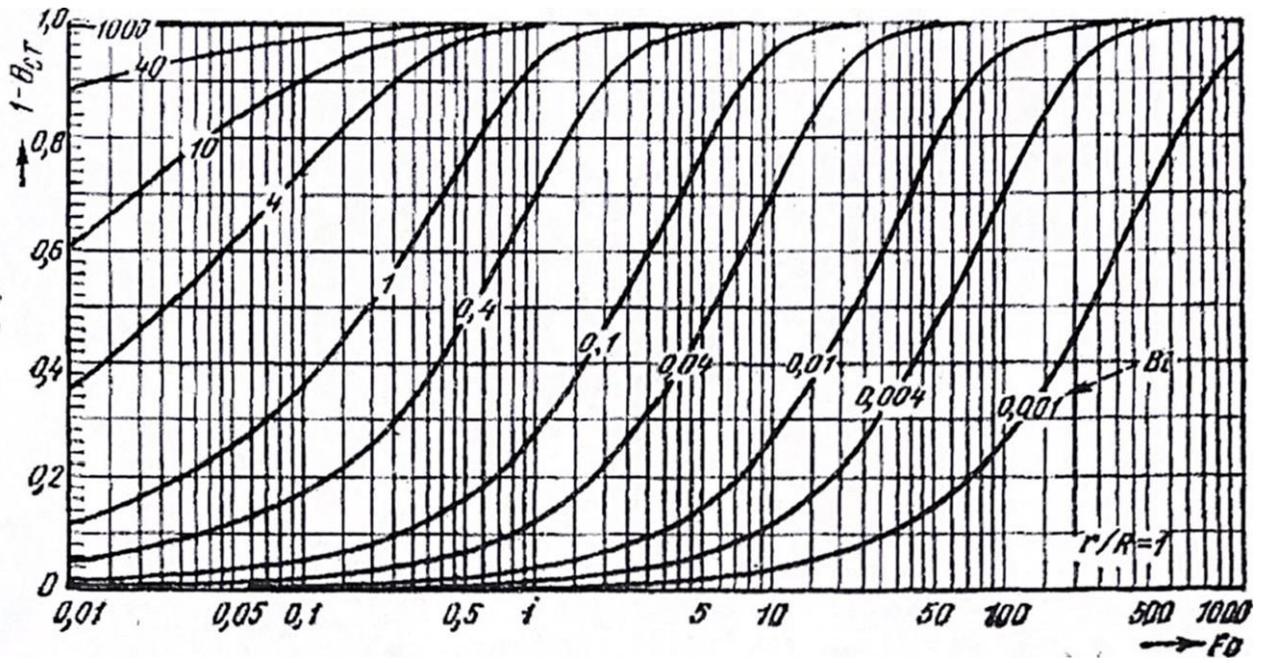


Рисунок П.Б.5 – Безразмерная температура на поверхности шара

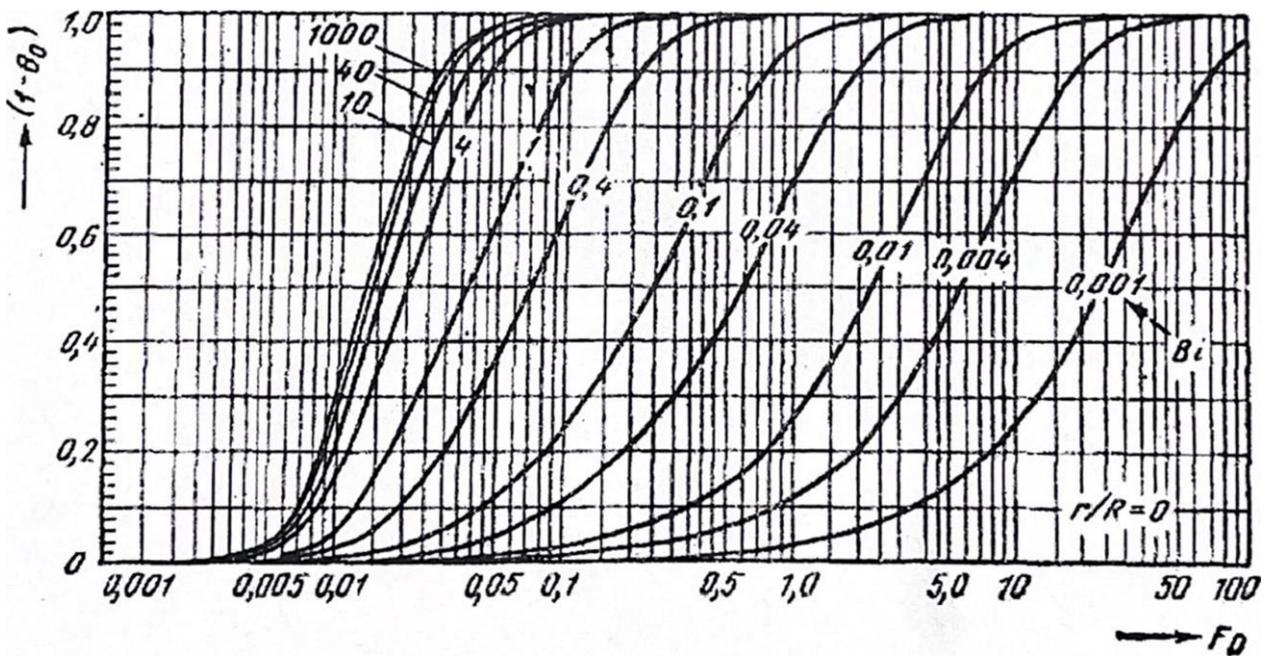


Рисунок П.Б.6 – Безразмерная температура в центре шара

**Приложение В
(справочное)**

Теплофизические свойства воздуха

Таблица П.В.1 – Физические свойства воздуха: плотность, динамическая вязкость

t, °С	ρ , кг/м ³	$\eta \cdot 10^6$, Па·с	t, °С	ρ , кг/м ³	$\eta \cdot 10^6$, Па·с
-50	1,584	14,6	20	1,205	15,06
-45	1,549	14,9	30	1,165	16,0
-40	1,515	15,2	40	1,128	16,96
-35	1,484	15,5	50	1,093	17,95
-30	1,453	15,7	60	1,06	18,97
-25	1,424	16,0	70	1,029	20,60
-20	1,395	16,2	80	1,000	21,10
-15	1,369	16,5	90	0,972	21,50
-10	1,342	16,7	100	0,946	21,90
-5	1,318	17,0	110	0,922	22,40
0	1,293	17,2	120	0,898	22,8
10	1,247	17,6	130	0,876	23,3
15	1,226	17,9	140	0,854	23,7

Приложение Г

(рекомендуемое)

Технология приготовления бисквитного торта с масляным кремом

Приготовление бисквита

Необходимые ингредиенты: 10 яиц, 300 г сахара, 50 г картофельного крахмала, 100 г пшеничной муки, лимонная или апельсиновая цедра или же ванильный сахар.

Приготовление бисквита холодным способом

Белки тщательно отделить от желтков. Растирать последние с сахаром деревянной ложкой до образования пышной массы и увеличения объема в 2–3 раза. На это время белки следует поставить в холодное помещение и взбить их только перед выпечкой. В растертые желтки прежде всего положить пряности, затем ввести взбитые белки, постепенно подсыпая муку, смешанную с крахмалом. Осторожно перемешать тесто, чтобы не смялись взбитые белки. Разлить тесто в подготовленную форму для торта, разровнять поверхность и выпекать 30 мин в умеренном жару.

Приготовление бисквита горячим способом

Яйца (или меланж) с сахаром взбивают венчиком, поставив посуду на горячую воду. Когда масса согреется приблизительно до 50 °С, посуду вынимают из миски с горячей водой и взбивают массу до тех пор, пока она не остынет приблизительно до 20 °С. Затем посуду снова ставят в миску с горячей водой и продолжают взбивать. Это повторяют несколько раз.

Для взбивания белков и растирания желтков нельзя пользоваться алюминиевой посудой, так как изделия получаются темного цвета. Когда масса увеличится в объеме в 2–3 раза и станет пышной, в нее вводят все остальные добавки, вымешивают, а затем выпекают.

В течение первых 0–15 мин изделие, поставленное в печь, нельзя трогать, так как от малейшего сотрясения пузырьки воздуха лопаются и изделие становится твердым.

Готовность изделия определяют, воткнув в него лучинку. Если вынутая лучинка осталась сухой, то изделие считается выпеченным. При нажиме пальцем хорошо выпеченное изделие сразу принимает прежний вид. Если же остается углубление, то изделие еще не выпеклось.

Вынутому из печи изделию следует дать остыть в форме. Затем проводят ножом по краям формы и изделие выкладывают на доску.

Погоревшие места бисквита зачищают ножом или стирают теркой. Крошки используют для посыпания поверхности торта и его боков.

Приготовления кремов

Масляный крем

Необходимые ингредиенты: 400 г сахара, 500 г масла, 3 стакана молока, ванильная эссенция и немного коньяка.

Масло растереть в пышную массу. Молоко с сахаром варить в кастрюле, помешивая до тех пор, пока оно не станет таким густым, как сгущенное молоко. Затем молоко охладить и постепенно класть в растертое масло, продолжая растирать, пока не получится пышная масса. Под конец влить коньяк и ванильную эссенцию.

Крем шоколадный

Необходимые ингредиенты: 100 г шоколада, 3 ст. ложки масла, 3 ст. ложки сахара, 3 ст. ложки сливок.

Натертый шоколад положить в кастрюльку вместе с маслом, сахаром и сливками. Варить 5–10 мин, все время помешивая, чтобы масса не подгорела. Использовать крем еще теплым.

Приложение Д
(справочное)

Энтальпия смесей и мороженого

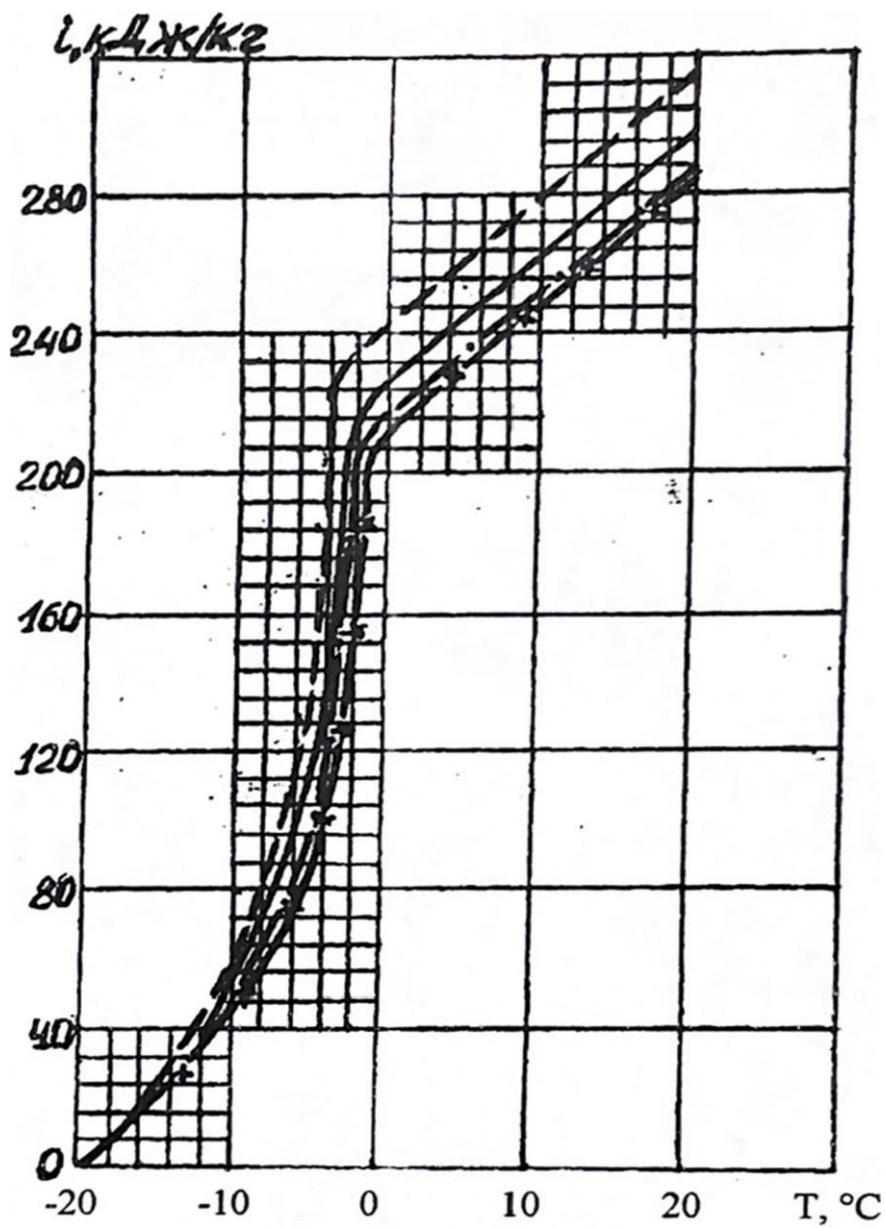


Рисунок П.Д.1 – Энтальпия смесей и мороженого (сверху вниз):
1 – плодово-ягодное; 2 – пломбир; 3 – молочное; 4 – сливочное (СИ)

Приложение Е
(обязательное)

Форма таблицы оценки качества мороженого

Таблица _ _ — _____
наименование

Показатель качества мороженого	Характеристика
Вкус	
Запах	
Консистенция	
Цвет	
Наличие дефектов	

Локальный электронный методический материал

Ольга Николаевна Анохина
Ольга Павловна Чернега

ТЕХНОЛОГИЯ КРИООБРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 6,8. Печ. л. 5,6

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1