

УДК 637.5.037

# ВЛИЯНИЕ ЭМУЛЬСИОННЫХ СИСТЕМ КРОПРОТЕКТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЯСНЫХ СИСТЕМ

*В статті представлені результати досліджень теплофізичних характеристик м'ясних систем на основі подрібненого м'яса яловичини, свинини, жирових тканин та емульсійних систем на основі тваринного білка в процесі заморожування-розморожування. Отримані результати покладені в основу при обґрунтуванні рецептурного складу і параметрів технологічного процесу виробництва м'ясних посічених заморожених напівфабрикатів з використанням емульсійних систем*

*Ключові слова: заморожування, криопротекторні властивості, м'ясна сировина, емульсійна система, теплофізичні характеристики*

*В статье представлены результаты исследований теплофизических характеристик мясных систем на основе измельченного мяса говядины, свинины, жировых тканей и эмульсионных систем на основе животного белка в процессе замораживания-размораживания. Полученные результаты положены в основу при обосновании рецептурного состава и параметров технологического процесса производства мясных рубленых замороженных полуфабрикатов с использованием эмульсионных систем*

*Ключевые слова: замораживание, криопротекторные свойства, мясное сырье, эмульсионная система, теплофизические характеристики*

**М. А. Янчева**

Кандидат технических наук, доцент,  
профессор, заведующий кафедрой  
Кафедра технологии мяса\*  
E-mail: ya\_marina@rambler.ru

**Е. Б. Дроменко**

Старший преподаватель  
Кафедра технологии мяса\*  
E-mail: Droma2000@mail.ru

**В. А. Потапов**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой  
Кафедра холодильной и торговой техники\*  
E-mail: potapov@bigmir.net

**О. А. Гринченко**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой  
Кафедра технологии питания\*  
E-mail: grenol@mail.ru

\*Харьковский государственный университет питания и торговли  
ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051

## 1. Введение

Современные технологии замораживания и холодильного хранения замороженного мяса и мясных продуктов располагают широким арсеналом технических средств и большими возможностями реализации различных технологических режимов [1].

Однако, несмотря на огромные технико-технологические возможности холодильной обработки, в процессе замораживания необратимо происходят нежелательные изменения, вызванные кристаллообразованием. Возникновение в межклеточном пространстве кристаллов льда в результате замораживания приводит к разрыву мышечных волокон, что впоследствии негативно влияет на технологические свойства размороженного мяса и выражается, в первую очередь, в значительных потерях мясного сока и снижении потребительских характеристик готовых продуктов [2].

В последнее время в мировой практике все чаще обсуждается возможность использования физико-химических способов нивелирования негативных последствий замораживания органических тканей путем применения криопротекторов или защитных веществ, способных влиять на структуру растворителя и характер кристаллизации. Оценка эффективности таких веществ на различных биологических системах, а также практическое их использование до сих пор является сложной методической задачей, которая в полной мере не решена.

## 2. Постановка проблемы в общем виде

В технологиях производства мясных полуфабрикатов роль защитных веществ могут выполнять некоторые пищевые добавки и ингредиенты. Специфика замороженных продуктов требует их тщатель-

ного выбора и составления композиций (смесей), способных стабилизировать структуру и свойства в широком диапазоне температур.

В настоящее время большое внимание уделяется разработке технологии мясных продуктов, в состав которых входят многокомпонентные эмульсионные системы. Преимущества применения эмульсионных систем заключаются в возможности эффективно использования мясного сырья, высоком уровне функционально-технологической совместимости эмульсионных систем со структурным матриксом базовой мясной эмульсий, положительном влиянии эмульсионных систем на структурно-механические показатели и выход готовой продукции.

Анализируя накопленный опыт использования эмульсионных систем в производстве мясных продуктов, можно утверждать, что на сегодняшний день отсутствуют исследования по их использованию в производстве мясных рубленых замороженных полуфабрикатов.

---

### 3. Литературный обзор

---

Использование холода при производстве мяса и мясопродуктов является одним из наиболее эффективных методов консервации, по сравнению с консервацией любыми другими способами, позволяет максимально сохранить качество, пищевую и биологическую ценность продуктов в течение длительного времени [3, 4].

Стремление к совершенствованию технологических процессов, нахождения рациональных технологий замораживания пищевых продуктов способствовали появлению большого количества работ, посвященных процессам замораживания. Теоретические и практические основы вопроса замораживания заложены в трудах многих отечественных и зарубежных ученых: М. А. Габриельяна, Н. К. Журавской, И. А. Рогова, Л. А. Яблоненко, М. С. Алиева, А. В. Изотова, Ф. В. Холодова, В. И. Криштафовича, Л. Г. Винниковой, А. А. Шарпе, А. А. Глушкова, Н. Н. Масликова и др.

Одним из сложных биотехнологических объектов является мышечная ткань убойных животных. При замораживании в ней происходит сложный комплекс преобразований, влияющий на качество мяса и мясопродуктов: частичная денатурация белков, которая приводит к потере их растворимости, изменение фракционного состава и др. Изменения белковых веществ могут усиливаться течением окислительных процессов, приводящих также к существенной потере технологических и органолептических свойств. Постепенное образование и рост кристаллов льда в продукте при замораживании вызывает изменение концентраций всех веществ в ткани – увеличение ионных сил, осмотических процессов, рН, перенасыщение растворов [5, 6].

Изменение свойств биологических объектов при замораживании обусловлено, главным образом, процессами кристаллизации воды. Процесс кристаллообразования приводит к изменению физических характеристик и может сопровождаться изменениями его физико-химических, биохимических и мор-

фологических свойств. Замороженными считаются продукты, в которых примерно 85 % воды превращено в лед.

Размер, форма и распределение кристаллов льда в мясе зависят от условий замораживания, его первоначальных свойств. Состояние мембран и клеточных оболочек, ионная и молярная концентрация растворенных веществ отдельных морфологических образований мышечного волокна, степень гидратации белков обуславливают особенности локализации льда в системе, размер и форму кристаллов.

В связи с этим важнейшей технологической задачей является минимизация нежелательных изменений, которые происходят в мясе в процессе замораживания, холодильного хранения и размораживания. Современный потребитель хочет видеть качество замороженной продукции на уровне охлажденной. Большое значение при этом приобретает поиск новых технологических решений, которые позволяют выпускать замороженные полуфабрикаты с улучшенными потребительскими характеристиками.

С целью снижения денатурирующего воздействия низких температур на биологические объекты широкое применение получили криопротекторы. К ним относят различные углеводы, многоатомные спирты, прежде всего глицерин, белки, а также липиды [7–10]. Для повышения их эффективности целесообразно использование криопротекторов в виде комплексов.

В технологиях производства замороженных мясных рубленых полуфабрикатов роль криопротекторов выполняют функциональные добавки. Специфика замороженных продуктов требует их тщательного выбора и составления композиций (смесей), способных стабилизировать структуру и свойства в широком диапазоне температур.

---

### 4. Цель и задачи исследования

---

В Харьковском государственном университете питания и торговли (Украина) разработана технология производства мясных рубленых замороженных полуфабрикатов с использованием эмульсионной системы криопротекторного действия на основе животного белка. При разработке и обосновании данной технологии проведены исследования по изучению теплофизических характеристик систем на основе измельченного мясного сырья и жировых тканей в процессе замораживания-размораживания.

Целью исследования являлось обоснования целесообразности использования ЭС в составе мясных рубленых замороженных полуфабрикатов. Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать теплофизические характеристики систем на основе измельченного мясного сырья;
- исследовать теплофизические характеристики систем на основе измельченного мяса говядины с содержанием эмульсионных систем;
- обосновать рациональное содержание эмульсионной системы в составе мясных рубленых замороженных полуфабрикатов.

## 5. Результаты экспериментальных исследований теплофизических характеристик мясных систем

Объектами исследования являлись:

- системы на основе измельченного мяса говядины высшего, 1 и 2 сорта;
- системы на основе измельченного мяса свинины нежирной, полужирной и жирной;
- жир-сырец говяжий, шпик свиной;
- эмульсионные системы (ЭС), полученные на основе белка животного и рафинированного дезодорированного подсолнечного масла с содержанием жировой фазы 60 %;

– системы на основе измельченного мяса говядины с содержанием эмульсионных систем в количестве 10...30 %.

Сырье, используемое для получения мясных систем, по показателям качества и безопасности соответствовало требованиям действующей в Украине нормативной документации.

Системы на основе мясного сырья получали путем измельчения мяса говядины (или свинины) на мясорубке с диаметром отверстий решетки  $(3...4) \times 10^{-3}$  м с последующим перемешиванием до получения однородной массы. Эмульсионные системы получали на лабораторном эмульсаторе при частоте вращения рабочих ножей 3000 об/мин путем введения масла подсолнечного рафинированного дезодорированного в предварительно гидратированный животный белок.

Для получения мясных систем с ЭС в предварительно измельченное мясо добавляли ЭС и перемешивали до получения однородной массы.

Мясные системы подвергали замораживанию-размораживанию на лабораторной низкотемпературной установке; температура образцов измерялась автоматически с дискретностью  $\Delta t = 1$  мин.

Исследование теплофизических характеристик мясных систем в процессе замораживания-размораживания осуществляли путем построения термограмм в температурном интервале  $-20...+20$  °С; расчет параметров температурной зависимости эффективной теплоемкости осуществляли с использованием метода анализа кинетики явлений переноса в неравновесных термодинамических системах [11, 12].

Эффективная энтальпия и эффективная удельная теплоемкость – физические величины, учитывающие все виды тепловых эффектов, которые имеют место в процессе замораживания-размораживания системы: температурные изменения теплоемкости, теплоту фазовых переходов, теплоту химических и биохимических реакций. Анализ термограмм проводили с учетом этих величин.

Информационными параметрами, получаемыми по температурной зависимости эффективной удельной теплоемкости, являлись (рис. 1):  $T_{кр}$  – криоскопическая температура, °С;  $\Delta T_{кр}$  – криоскопический интервал температур, °С;  $\Delta H_{кр}$  – удельная теплота фазового перехода в криоскопическом интервале температур, кДж/К;  $\Delta H$  – изменение энтальпии во всем измеренном интервале температуры образца  $\Delta T$ , Дж/К ( $\Delta T = -20...+20$  °С);  $\Delta \omega$  – доля влаги, изменяющая агрегатное состояние в криоскопическом интервале температур (количество вымороженной или расплавленной влаги).

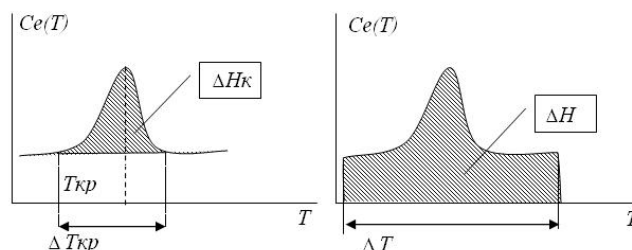


Рис. 1. Информационные параметры температурной зависимости эффективной удельной теплоемкости

Характерный пик эффективной теплоемкости соответствует фазовому переходу вода-лед, положение его максимума фиксирует криоскопическую температуру системы. Ширина пика у основания определяет криоскопический интервал температур начала и конца фазового перехода. Площадь под пиком фазового перехода определяет удельную теплоту фазового перехода в криоскопическом интервале температур.

Преобразование воды в лед при замораживании сопровождается миграцией влаги и изменениями теплофизических и механических свойств. Изменение фазового состояния воды – главный фактор, обуславливающий торможение нежелательных диффузионных, химических, биохимических и микробиологических процессов в пищевых продуктах при их замораживании.

Для производства мясных замороженных продуктов высокого качества с технологической точки зрения важным является обеспечение условий для образования мелких равномерно распределенных кристаллов льда для обеспечения целостности мышечных волокон мяса. Формирование кристаллов льда в такой сложной системе как мясо зависит не только от скорости замораживания, но и от физико-химических и структурных особенностей тканей (соотношения в ней воды, жировой, мышечной и соединительной ткани).

С целью обоснования целесообразности использования ЭС в составе мясных рубленых замороженных полуфабрикатов на первом этапе изучены теплофизические характеристики систем на основе измельченного мяса говядины и свинины (в режиме замораживание-размораживание). Следует отметить, что наряду с установленной тенденцией взаимосвязи температурных зависимостей эффективной теплоемкости с видом измельченных мясных систем отдельные показатели имеют значения, не позволяющие сделать однозначные выводы, что связано с индивидуальным химическим составом мясного сырья как объекта исследования.

В табл. 1 представлены информационные параметры температурных зависимостей эффективной теплоемкости при замораживании-размораживании систем на основе измельченного мяса говядины, свинины и жирового сырья.

Анализ полученных данных (табл. 1) позволяет констатировать, что процесс замораживания-размораживания является необратимым – все параметры температурной зависимости эффективной теплоемкости изменяются, однако характер вышеуказанных изменений имеет индивидуальный характер. Установлено, что криоскопические температуры систем

на основе измельченного мяса говядины (при замораживании) находятся в интервале (-1,1...-0,9) °С, свинины – (-2,4...-1,9) °С; практически для всех систем с повышением содержания жировой составляющей наблюдается увеличение криоскопического интервала температур. Характер изменения криоскопического интервала температур  $\Delta T_{кр}$  позволяет предположить о наличии различных форм связей в исследуемых системах. Малое значение  $\Delta T_{кр}$  характерно для систем с большим количеством свободной влаги (минимальное значение 2,4 °С зафиксировано при использовании говядины 1 сорта). Наибольшее значение криоскопического интервала температур характерно для систем из измельченного мяса свинины полужирной – 5,2 °С, что связано с изменением химического состава и, как следствие, увеличением доли связанной влаги, а также наличием жировой составляющей, которая (как результат проявления поверхностно-активных свойств белков мяса) находится в эмульгированном состоянии. С увеличением доли жировой составляющей практически для всех исследуемых систем характерным является повышение значения удельной теплоты фазового перехода, что в полной мере соотносится с имеющимися литературными данными о влиянии жира на процесс замораживания.

Таблица 1

Параметры температурной зависимости эффективной теплоемкости систем на основе измельченного мяса говядины, свинины и жирового сырья

Показатель	Системы на основе измельченного мяса говядины				Системы на основе измельченного мяса свинины			
	высший сорт	1 сорт	2 сорт	жир-сырец	нежирная	полужирная	жирная	шпик
замораживание								
$T_{кр}$ , °С	-1,1	-1,1	-0,9	-5,1	-1,9	-2,3	-2,4	-
$\Delta T_{кр}$ , °С	2,9	2,4	4,4	-	3,8	5,2	4,1	-
$\Delta H_{кр}$ , кДж/К	88	92	99	-	146	129	153	-
$\Delta H$ , кДж/К	199	218	230	239	256	244	289	240
$\Delta \omega$	0,26	0,27	0,30	-	0,44	0,38	0,46	-
размораживание								
$T_{кр}$ , °С	-1,1	-2,0	-1,8	-	-2,9	-3,3	-3,6	-
$\Delta T_{кр}$ , °С	7,2	7,4	8,2	-	8,2	9,6	9,2	-
$\Delta H_{кр}$ , кДж/К	118	100	154	-	156	141	143	-
$\Delta H$ , кДж/К	250	207	296	215	229	225	275	220
$\Delta \omega$	0,35	0,30	0,46	-	0,47	0,42	0,46	-

Сравнительный анализ теплофизических характеристик мясных систем в цикле замораживание-размораживание позволяет сделать следующие выводы. При размораживании для всех систем (независимо от вида используемого мясного сырья) существенно увеличивается криоскопический интервал температур (в

1,8...3,0 и 1,7...2,1 раза при использовании мяса говядины и свинины соответственно). Изменение удельной теплоты фазового перехода в криоскопическом интервале температур имеет одинаковую тенденцию (данный показатель увеличивается), но разные количественные значения: для систем из измельченного мяса говядины наблюдается увеличение данного показателя в 1,1...1,5 раз, из измельченного мяса свинины – в 1,06...1,09 раз. Наряду с повышением удельной теплоты фазового перехода отмечено увеличение доли влаги ( $\Delta \omega$ ), изменяющей агрегатное состояние в криоскопическом интервале температур при размораживании: в 1,3...1,5 раз для систем из измельченного мяса говядины, в ~1,1 раз – из свинины. Причиной вышеуказанных изменений является агрегирование миофибриллярных белков мяса в результате образования водородных связей и взаимодействия ионогенных групп белков, что приводит к понижению гидрофильных свойств систем и снижению их влагоудерживающей способности. Обращает на себя внимание тот факт, что увеличение доли изменяющей свое агрегатное состояние в криоскопическом интервале температур после размораживания в системах с большим содержанием жировой фазы менее выражено.

Экспериментально установлено, что для всех систем из измельченного мяса свинины при размораживании наблюдается уменьшение удельной теплоты фазового перехода (с 256 кДж/К до 229 кДж/К, с 244 кДж/К до 225 кДж/К, с 289 кДж/К до 275 кДж/К при использовании свинины нежирной, полужирной и жирной соответственно) при одновременном увеличении криоскопического интервала температур (с 3,8 °С до 8,2 °С, с 5,2 °С до 9,6 °С, с 4,1 °С до 9,2 °С соответственно), что свидетельствует о более высокой стабильности систем в цикле «замораживание-размораживание».

Характер температурной зависимости эффективной теплоемкости жира-сырца свидетельствует об отсутствии четко выраженного фазового перехода. Структурные изменения в жире наблюдаются во всем исследуемом диапазоне температур, что свидетельствует о преобладающей доле связанной влаги в нем или влаги, изменяющей свое агрегатное состояние. Это подтверждается низким значением температуры, при которой наблюдается максимум теплового эффекта при замораживании жира ( $T_{кр} = -5,1$  °С).

Таким образом, проведенные исследования показывают, что с увеличением содержания жировой составляющей в мясной системе процесс замораживания-размораживания является более обратимым. Полученные результаты позволяют предположить, что жир в составе систем из измельченного мяса проявляет криопротекторные свойства.

Основываясь на данном предположении, сформулирована гипотеза – использование в составе мясных рубленых замороженных полуфабрикатов эмульсионных систем, позволит создать продукцию с требуемыми функционально-технологическими и теплофизическими показателями, обеспечить высокие показатели качества и безопасности при

реализации технологического цикла замораживание-размораживание.

Для подтверждения данной гипотезы проведены исследования по изучению теплофизических характеристик систем на основе измельченного мяса говядины 1 сорта (в режиме замораживание-размораживание) с ЭС. В табл. 2 представлены информационные параметры температурных зависимостей эффективной теплоемкости при замораживании- размораживании систем на основе измельченного мяса говядины с добавлением эмульсионной системы на основе животного белка с содержанием жирового компонента 10 %, 20 % и 30 %.

Таблица 2

Параметры температурной зависимости эффективной теплоемкости систем на основе измельченного мяса говядины и эмульсионных систем (ЭС)

Показатель	Вид и содержание жирового компонента, %			
	ЭС			
	0	10	20	30
замораживание				
$T_{кр}, ^\circ C$	-1,1	-1,1	-1,6	-0,6
$\Delta T_{кр}, ^\circ C$	2,4	4	8,5	2,4
$\Delta H_{кр}, кДж/К$	92	81	107	72
$\Delta H, кДж/К$	218	180	205	153
$\Delta \omega$	0,27	0,24	0,21	0,32
размораживание				
$T_{кр}, ^\circ C$	-2,0	-1,3	-1,3	-0,7
$\Delta T_{кр}, ^\circ C$	7,4	7,3	6,3	6,9
$\Delta H_{кр}, кДж/К$	100	107	133	88
$\Delta H, кДж/К$	207	248	282	219
$\Delta \omega$	0,30	0,27	0,25	0,38

Анализ полученных экспериментальных данных позволяет сделать следующие выводы. Введение в системы из измельченного мяса говядины ЭС в количестве 10...20 % (при замораживании) приводит к повышению значений таких показателей, как криоскопическая температура  $T_{кр}$  (~ в 1,4 раза), криоскопический интервал температур  $\Delta T_{кр}$  (в 1,6...3,5 раз), удельная теплота фазового перехода в криоскопическом интервале температур  $\Delta H_{кр}$  (~ в 1,1 раза). С увеличением содержания ЭС до 20 % уменьшается доля влаги, изменяющая агрегатное состояние при замораживании, до  $\Delta \omega=0,21$  в сравнении с контрольным образцом ( $\Delta \omega=0,27$ ). Отмечено изменение в обратную сторону данных показателей для систем с содержанием ЭС 30 % в сравнении с измельченным мясом, что, вероятно, объясняется тем, что при введении ЭС вместе с жировой фазой вносится и водная, которая составляет основу дисперсионной среды эмульсии.

При размораживании наблюдается увеличение значений удельных энергозатрат  $\Delta H$  (в сравнении с замораживанием) на 25...40 %; значение доли влаги ( $\Delta \omega$ ), изменяющей агрегатное состояние, увеличивается ~ в

1,1...1,2 раза и приближается к показателям, характерным для систем на основе измельченного мяса свинины полужирной.

Уменьшение доли влаги, изменяющей агрегатное состояние при замораживании-размораживании в системах с ЭС в количестве 10...20 %, является результатом проявления криоскопических свойств последних, вероятно, в результате формирования липидного «барьера», препятствующего агрегированию белковых молекул и понижению их гидрофильности. Для систем с содержанием ЭС 20 % характерны наименьшая криоскопическая температура как при замораживании (-1,6 °С), так и при размораживании (-1,3 °С). Значение криоскопического интервала температур (8,5 °С при замораживании), который является наибольшим, подтверждает данное предположение.

Параллельно с исследованием теплофизических характеристик мясных систем с ЭС в режиме замораживание-размораживание проводили технологические отработки, которые подтвердили эффективность использования ЭС при производстве мясных рубленых замороженных полуфабрикатов.

## 6. Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что морфологическое строение мяса (соотношение мышечной, соединительной и жировой тканей) и его химический состав существенно влияют на технологические показатели мясных рубленых полуфабрикатов при реализации цикла замораживание-размораживание. На основании изучения теплофизических характеристик систем на основе измельченного мяса говядины, свинины различных сортов и жирового сырья в процессе замораживания-размораживания установлено, что с увеличением содержания жировой составляющей в мясной системе процесс замораживания-размораживания является более обратимым вследствие проявления жиром криопротекторных свойств.

Сформулирована и доказана гипотеза о возможности использования эмульсионных систем как компонентов криопротекторного действия в технологии мясных рубленых замороженных полуфабрикатов. На основании комплексного изучения теплофизических характеристик мясных систем (криоскопический интервал температур, удельная теплота фазового перехода и доля влаги, изменяющая агрегатное состояние, в криоскопическом интервале температур) обосновано рациональное содержание эмульсионной системы в составе мясных рубленых замороженных полуфабрикатов – 20 %.

Полученные результаты положены в основу при обосновании рецептурного состава и параметров технологического процесса производства мясных рубленых замороженных полуфабрикатов с использованием эмульсионных систем.

## Литература

1. Эванс, Дж. А. Замороженные пищевые продукты: производство и реализация [Текст] / Дж. А. Эванс; пер. с англ. – СПб. : Профессия, 2010. – 440 с.

2. Янчева, М. О. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса і м'ясопродуктів [Текст]: Навч. пос. / М. О. Янчева, Л. В. Пешук, О. Б. Дроменко. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 304 с.
3. Филиппов, В. И. Холодильная технология пищевых продуктов [Текст] / В. И. Филиппов, М. И. Кременевская, В. Е. Куцакова. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 576 с.
4. Радешпиль, Э. Техника и технология заморозки [Текст] / Э. Радешпиль, Х. Шлойзенер, Х. Зилафх // М'ясо-молоко. – 2003. – № 3. – С. 10–17.
5. Аверин, Г. Д. Физико-технические основы холодильной обработки пищевых продуктов [Текст] / Г. Д. Аверин, Н. К. Журавская, Э. И. Каухчешвили. – М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.
6. Технология мяса и мясопродуктов [Текст] / Под ред И.А. Рогова. – М.: Агропромиздат, 1988. – 576 с.
7. Головкин, Н. А. Холодильная технология пищевых продуктов [Текст] / Н. А. Головкин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 230 с.
8. Янчева, М. О. Аналіз сучасного стану застосування добавок кріопротекторної дії у технологіях замороженої продукції [Текст] / М. О. Янчева, О. Б. Дроменко, Л. Л. Рудніченко // Таврійський державний агротехнологічний університет. – 2012. – Вип. 12, Т. 4. – С. 63–69.
9. Andreev, A. A. Influence of lipids on ice formation in crioprotective media [Text] / A. A. Andreev, D. G. Sadikova, C. Labbe, V. I. Ananiev, A. L. Kurchikov // Biophysics. – 2008. – Vol. 53, № 4. – P. 283–285.
10. Andreev, A. A. Congelation of crioprotective solutions and cryopreservation of fish sperm [Text] / A. A. Andreev, D. G. Sadikova, E. N. Gakhova, T. N. Pashovkin, A. M. Tikhomirov // Biophysics. – 2009. – Vol. 54, № 5. – P. 612–616.
11. Потапов, В. О. Кинетика сушки: анализ и управление процессом [Текст]: монография / В. О. Потапов. – Харків: ДОД ХДУХТ, 2009. – 250 с.
12. Фролов, С. В. Тепло- и массообмен в расчетах процессов холодильной технологии пищевых продуктов [Текст] / С. В. Фролов, В. Е. Куцакова, В. Л. Кипнис. – М.: КОЛОС-ПРЕСС, 2001. – 144 с.

*У роботі приведені та проаналізовані результати експериментальних досліджень динаміки вмісту вітаміну С в процесі зберігання плодів дини. Були використані плоди сортів середнього терміну дозрівання Берегиня та Золотиста. Перед закладкою на зберігання їх обробляли повітрям, іонізованим електричним струмом коронного розряду та застосовували різний спосіб упаковки в термоусадочну плівку*

*Ключові слова: зберігання плодів, вітамін С, електроіонізоване повітря, коронний розряд, термоусадочна плівка*

*В работе приведены и проанализированы результаты экспериментальных исследований динамики содержания витамина С в процессе хранения плодов дыни. Были использованы плоды сортов среднего срока созревания Берегиня и Золотистая. Перед закладкой на хранение их обрабатывали воздухом, ионизированным электрическим током коронного разряда и применяли разный способ упаковки в термоусадочную пленку*

*Ключевые слова: хранение плодов, витамин С, электроионизированный воздух, коронный разряд, термоусадочная пленка*

УДК 635: 631.563:664.8

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ВІТАМІНУ С В ПЛОДАХ ДИНИ ПРИ ТРИВАЛОМУ ЗБЕРІГАННІ

**Д. С. Степаненко**

Кандидат технічних наук, старший викладач  
Кафедра «Екологія та зоологія»  
Мелітопольський державний педагогічний  
університет ім. Богдана Хмельницького  
вул. Леніна, 20, м. Мелітополь,  
Запорізька обл., Україна, 72313  
E-mail: asija-2008@mail.ru

### 1. Вступ

Однією з причин того, що плоди вважаються необхідним елементом повноцінного харчування людини, являється вміст в них комплексу вітамінів. Говорячи про вітаміни, можна стверджувати, що всі вони відіграють важливу роль в життєдіяльності людини. Проте, вітамін С - аскорбінову кислоту, більшість біохіміків вважають одним з найбільших чудес живої

природи, життя без якого практично неможливе. У живих організмах аскорбінова кислота є антиоксидантом, оскільки захищає організм від окислювального стресу, а також являється кофактором в життєво важливих ферментативних реакціях. Найважливішими функціями вітаміну С є захист імунітету і підтримка в нормі психічних процесів. Добова потреба вітаміну С для людини коливається від 50 до 100 міліграмів, а його дефіцит в їжі призводить до розвитку гіпо- та