

достаточно высоком показателе биологической ценности, однако следует отметить, что при расчете аминокислотного скор были выявлены лимитирующие аминокислоты.

Библиографический список

1. Вострикова, Н. Л. Изучение полноценности белков в разных типах мышц говядины / Н. Л. Вострикова, А. Б. Лисицын, И. М. Чернуха, А. Н. Иванкин // Все о мясе. – 2013. – № 2. – С. 34-38.
2. Рудаков, О.Б. Аминокислотный анализ белков мяса / О.Б. Рудаков, Л.В. Рудакова // Мясные технологии. – 2020. – № 2. – С. 29-35. DOI: 10.33465/2308-2941-2020-2-29-35
3. Nkrumah, J.D. Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle / J.D. Nkrumah, E.K. Okine, G.W. Mathison // Journal of Animal Science. – 2006. – № 84 (1). – С. 145–153. DOI:10.2527/2006.841145x
4. Rios-Utrera, A. Effects of age, weight, and fat slaughter and points on estimates of breed and retained heterosis effects for carcass traits / A. Rios-Utrera // Journal of Animal Science. – 2006. – №. 84. – С. 63–87. DOI: 10.2527/2006.84166x
5. Косилов, В.И., Мироненко, С.И. Создание помесных стад в мясном скотоводстве. М.: ОООП «Васиздат». – 2009. 304 с.
6. Маркова, И.В. Сравнительная характеристика аминокислотного состава мышечной ткани бычков молочного и мясного направления продуктивности / И.В. Маркова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – С. 122-124.
7. Донецких, А.Г. Продуктивность и биологические особенности симментальской, абердин-ангусской и герефордской пород крупного рогатого скота / А.Г. Донецких // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. № 4. – С. 74-76. DOI: [10.24411/0235-2451-2019-10419](https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10419)
8. FAO. Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. – Geneva: World Health Organization. – 1985. – P. 112.

УДК 664.3.033

ВЛИЯНИЕ ЖИРНОСТИ НА ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ МАРГАРИНА В ПРОЦЕССЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ И ДЕФРОСТАЦИИ

Назарова Анастасия Павловна, аспирант кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, nanazarovawrk@gmail.com

Мутовкина Екатерина Александровна, аспирант кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, mutovkina@rgau-msha.ru

Демичев Владимир Васильевич, магистр кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, demi4ev.volodymyr@yandex.ru

Научный руководитель – Бредихин Сергей Алексеевич, профессор кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, sbredihin_kpia@rgau-msha.ru

Научный руководитель – Андреев Владимир Николаевич, доцент кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, v.andreev@rgau-msha.ru

Аннотация: Исследованы теплофизические свойства фасованного маргарина с различной массовой долей жира методом дифференциальной сканирующей калориметрии. По результатам исследования получены данные об интенсивности протекания процессов фазовых переходов.

Ключевые слова: маргарин, водно-жировые пищевые среды, теплоемкость, дифференциальная сканирующая калориметрия, ДСК

В производстве хлебобулочных и кондитерских изделий, рынок которых постоянно растет, используется множество различных видов сырья, в том числе и пищевых эмульсий. Наравне со сливочным маслом производители также используют маргарин, выбор которого обусловлен более низкой стоимостью. Жирнокислотный состав, содержание твердых жиров, консистенция и температура плавления жиров, используемых в маргаринах, определяют их функционально-технологические свойства [1].

Маргарины представляют собой эмульсии воды в масле, которые состоят из водной фазы, диспергированной в виде мелких капель в жидком масле, стабилизированной сетью твердых кристаллов жира. На предприятия хлебобулочной и кондитерской промышленности маргарин может поступать в замороженном или охлажденном виде [2].

Хранение маргарина может проходить при разных температурных режимах в складских помещениях или холодильниках при температуре от -20°C до $+15^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 80%. Срок хранения напрямую зависит от температурного режима хранения. Таким образом, при хранении от -20°C до 0°C срок хранения может достигать 6 месяцев. Однако, при диапазоне от $+1^{\circ}\text{C}$ до $+4^{\circ}\text{C}$ ухудшение технологических свойств происходит по истечении 4 месяцев. Хранение при температуре от $+4^{\circ}\text{C}$ до $+10^{\circ}\text{C}$ обеспечивает сохранность продукта лишь в течение 2 месяцев. При температуре свыше $+10^{\circ}\text{C}$ - 1 месяц [3].

Теплофизические свойства водно-жировых пищевых сред, к которым относятся теплоемкость и теплопроводность, были изучены в работах Козина Н.И., Рогова Б.А. и Николаева П.К. Во всех работах исследовались теплофизические свойства маргаринов и майонезов. Для их исследований применялись различные методики [4], в частности, дифференциальная

сканирующая калориметрия. На данные свойства оказывают влияние условия получения маргариновой эмульсии и подготовки сырьевых компонентов, в частности процесс гомогенизации [5]. Так же используются современные методы обработки эмульсии и сырья ультразвуком [6].

Практическая значимость настоящего исследования обусловлена оценкой влияния жирности маргарина на интенсивность фазовых переходов при замораживании и дефростации для дальнейшего применения на производстве.

ДСК относится к группе термических анализов, основанных на измерении разности тепловых потоков между образцом и эталонным веществом, то есть энергии, необходимой для выравнивания температуры между образцом и эталонным веществом при нагревании или охлаждении образца при контролируемых условиях [7].

Изучение показателя удельной теплоемкости позволяет сделать выводы о продукте и изменениях, которые он претерпевает в процессе тепловой обработки. В качестве образцов для настоящего исследования использовались фасованные сливочные маргарины следующих марок: маргарин «Сливочный Нижегородский» Хозяюшка (далее Образец 1) с массовой долей жира 60% и массой 200 г., произведенный АО «Нижегородский масложировой комбинат»; маргарин твердый марки МТ сливочный ТМ Красная цена (далее Образец 2) с массовой долей жира 40% и массой 180 г., произведен ИП Богачева Л.Б., Тульская область, г. Новомосковск. Составы, указанные на упаковке, обоих образцов схожи по следующим ингредиентам: вода, сливочное масло, соль, эмульгатор (моно- и диглицериды жирных кислот), регулятор кислотности (кислота лимонная). Различия в составах касаются следующих компонентов: в Образце 1 используются масла растительные рафинированные дезодорированные (в т.ч. модифицированные), в то время как в составе Образца 1 информация о рафинации растительного масла не указана; в качестве консервантов в составе обоих образцов указан сорбат калия, но в Образце 1 в качестве консерванта также применяется бензонат натрия; различия в используемых красителях заключаются в том, что для Образца 1 используются аннато и куркумин, а для Образца 2 бета-каротин.

При подготовке образцов к исследованию определялись значения показателя кислотности: образец № 1 – рН = 5,05 при температуре 12,9 °С; образец №2 – рН = 6,89 при температуре 12,5°С.

Исследования проводились на дифференциальном сканирующем калориметре NETSCH DSC 204F1 (Германия), с целью исследования удельной теплоемкости с использованием фазовых переходов рецептурных компонентов образцов. Измерения включали два этапа. Этап 1: охлаждение от +20°С до -30°С. Этап 2: нагревание от -30°С до +40°С. В качестве продувочного газа использовался азот.

Прибор был откалиброван по тепловому потоку, температуре и базовой линии с использованием стандартной технологии Tzero. Калибровка по температуре проводилась с использованием таких стандартов, как сапфир.

Для каждого образца маргарина использовалось 2 повторности измерения, масса каждого образца составляла 20 мг.

В результате измерений были получены следующие результаты, представленные в виде графиков дифференциального калориметрического сканирования образцов (рисунок1). При измерении были зафиксированы резкие изменения показателя удельной теплоемкости, выраженные пиками. Данные о начале пика, конце и площади пиков представлены в таблице 1.

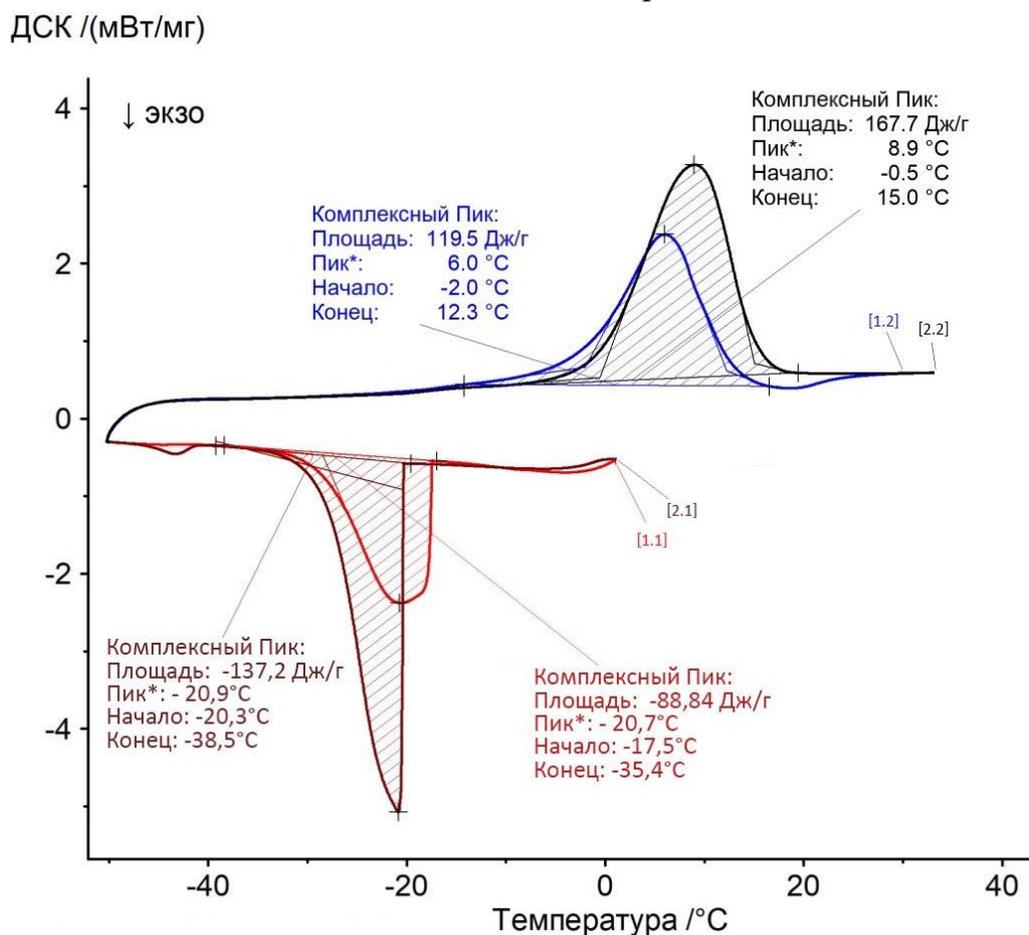


Рис. 1 Зависимость количества энергии от температуры образцов маргарина

1.1 –Образец 1 на этапе охлаждения; 2.1 –Образец 2 на этапе охлаждения; 1.2 - Образец 1 на этапе нагревания; 2.2 – Образец 2 на этапе нагревания.

Различная площадь пиков свидетельствует о разной интенсивности протекания фазовых переходов. Следует отметить, что точки начала и окончания процессов у разных образцов также имеют значительные отличия.

На первом этапе в ходе охлаждения образцов был зафиксирован фазовый переход, обусловленный кристаллизацией эмульсии. Площадь пиков при этом переходе у образцов имеет значительные отличия, что может

напрямую зависеть от жирности образцов. Кроме того, у Образца 1 с более высоким содержанием жира начало кристаллизации происходит раньше, однако полная кристаллизация наступает при более низкой температуре в сравнении с Образцом 2, имеющим большее количество воды.

Таблица 1

Данные о температурных пиках образцов маргарина

Кри вая	Начало Пика, °С	Пи к, °С	Конец Пика, °С	Площадь Пика, Дж/г
1.2	-17,5	- 20,7	-28,5	-88,84
2.2	-20,3	- 20,9	-20,3	-137,7
1.3	-2,0	6,0	12,3	119,5
2.3	-0,5	8,9	15,0	167,7

На втором этапе измерений было детектировано событие в виде пика, характеризующего дефростацию, который, как и на первом этапе показал значительное влияние жирности маргарина на температуру фазовых переходов. Как и в случае с охлаждением, дефростация образца с большей массовой долей жира началась раньше, чем у образца меньшей жирности, и полное оттаивание Образца 1 происходит при более низкой температуре, чем у Образца 2.

На обоих этапах исследования площадь пиков образца с меньшим содержанием жира (Образец 2) сильно превышает значения площадей пиков образца с большим содержанием жира (Образец 1).

По результатам исследований можно сделать вывод о том, что жирность маргарина напрямую влияет на температурные значения фазовых переходов в процессе заморозки и последующей дефростации. Результаты исследований имеют большую практическую значимость, касающуюся технологических свойств применительно к дальнейшей переработке на предприятиях хлебобулочной и кондитерской промышленности.

Библиографический список

1. Березовский, Ю.М. Инженерная реология. Физико-механические свойства и методы обработки пищевого сырья: учебное пособие для вузов/ Ю.М. Березовский, С.А. Бредихин, В.Н. Андреев, А.Н. Мартеха; под редакцией В.Н. Андреева. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 192 с.
2. Андреев, В.Н. Системные исследования процесса производства маргариновой продукции [Текст]/ В.Н. Андреев, А.Н. Мартеха, В.В. Демичев// Пищевые инновации и биотехнологии: сб. науч. тр./ Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия. – Кемерово, 2022. – С. 56-57.
3. Андреев, В.Н. Системные исследования процессов производства продукции на основе водно-жировых эмульсий [Текст]/ В.Н. Андреев, А.Н. Мартеха // Новое в технологии и технике функциональных продуктов

питания на основе медико-биологических воззрений: сб. науч. тр./ Воронежский государственный технологический университет. – Воронеж, 2021. – С. 26-29.

4. Андреев, В.Н. Разработка метода определения теплопроводности водно-жировых пищевых сред [Текст]/ В.Н. Андреев, С.А. Бредихин, А.П. Назарова // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия: сб. науч. тр./ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – Москва, 2022. – С.407-410.

5. Андреев, В.Н. Исследование процессов структурообразования при гомогенизации водно-жировых эмульсий [Текст]/ В.Н. Андреев, С.А. Бредихин, Е.А. Солдусова // Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия: сб. науч. ст./ РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева. – Москва, 2020. – С.575-578.

6. Bredihin, S.A. Erosion potential of ultrasonic food processing / S.A. Bredihin, V.N. Andreev, A.N. Martekha, M.G. Schenzle, I.A. Korotkiy // Food and Raw Materials. – 2021. Т.9. №2. – С. 335-344.

7. Mutovkina E.A., Bredikhin S.A. Analysis of coffee thermophysical changes during roasting using differential scanning calorimetry / Mutovkina E.A., Bredikhin S.A. // Food Science and Technology. – 2023. №43.

УДК 637.072

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Канина Ксения Александровна, к.т.н, старший преподаватель кафедры технологии хранения и переработки продуктов животноводства, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, arakchaa.chayan@inbox.ru
kseniya.kanina.91@mail.ru

Жижин Николай Анатольевич, к.т.н., научный сотрудник лаборатории технохимического контроля, ФГАНУ Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности
zhizhinmoloko@mail.ru

Аннотация: Статья описывает применение высокочастотной акустической кавитации в технологии переработки молочной продукции. Показано, что использование этого метода позволяет существенно улучшить качество молочной продукции, сохранить биологическую активность и сократить время и затраты на производство.

Ключевые слова: молоко-сырье, высокочастотная акустическая кавитация, сыворотка молочная, сыр типа брынзы.

Высокочастотная акустическая кавитация - это процесс, который возникает в жидкостях при воздействии высокочастотного звукового поля.