

ФОРМИРОВАНИЕ СЕНСОРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭФФЕКТОВ СОНОХИМИИ

И.Ю. Потороко, Л.А. Цирульниченко

Рассмотрены вопросы регулирования качества мясных продуктов на основе применения эффектов сонохимии. Экспериментально доказано благоприятное влияние ультразвука на формирование вкусоароматических характеристик продуктов переработки мяса птицы.

Ключевые слова: *мясо птицы, хроматография, флевообразующие вещества, сонохимия, ультразвук, качество.*

Завоевать потребителя в условиях развитого рынка достаточно сложно, поэтому производители продукции в своей деятельности ориентированы на создание устойчивых приоритетов в части обеспечения особых свойств и органолептических характеристик своих товаров. Разрабатывая новые продукты питания, российские производители все больше придают значение сенсорным методам анализа, так как их профессиональное использование позволяет избежать ошибок и обеспечить конкурентоспособность продукции.

Объективная необходимость насыщения продовольственного рынка продукцией российского производства предполагает эффективное функционирование предприятий пищевой промышленности, ибо, в конечном счете, от объема производства продуктов питания, их качества и цены зависит не только уровень жизни населения, но и развитие экономики в целом. Соответственно, необходим новый подход к обеспечению развития предприятий пищевой промышленности в условиях зрелых рыночных отношений и растущей конкуренции на внутреннем продовольственном рынке, основанный на использовании не только традиционных ресурсов, но в первую очередь, технологических и организационных инноваций. Поставленная задача требует решения ряда новых проблем теоретического и практического характера.

Хотя в последние годы необходимость перехода на инновационный путь развития не вызывает сомнений, тем не менее результаты оставляют желать лучшего. Так, за период рыночных реформ удельный вес инновационно-активных организаций пищевой промышленности составляет около 9,5 %, а удельный вес затрат на технологические инновации в общем объеме отгруженных товаров, выпол-

ненных работ, услуг – 0,5 %. На мировом рынке высокотехнологичной продукции Россия занимает не более 0,3 %. По оценкам аналитиков к 2015 г. при разработке новых материалов и производственных процессов в 50 % случаев ключевые компоненты новых систем будут построены на основе контролируемого воздействия на наноуровне.

Рынок биотехнологий и биоиндустрии включает в себя широкий спектр подотраслей, среди которых можно выделить следующие:

- биотехнологические фармацевтические продукты (антибиотики, иммунобиологические препараты, гормоны, витамины, препараты, содержащие культуры микроорганизмов, аминокислоты; БАДы, медицинские материалы, диагностическое оборудование);

- ферменты (средства защиты растений и стимуляторы роста, пробиотики, вакцины ветеринарные, антибиотики кормовые, кормовой белок, аминокислоты, витамины, кормовые добавки);

- дрожжи;

- биотехнологические препараты добывающих отраслей промышленности;

- биотехнологические препараты для сельского хозяйства;

- биотехнологические препараты для защиты окружающей среды.

При разработке новых видов продукции существенное значение имеет оценка потребителями общей характеристики продуктов с учетом их органолептических характеристик. Для обеспечения результатов потребительской оценки необходимо затратить значительные ресурсы, которые не всегда имеются у средних и малых предприятий по производству пищевой продукции. Кроме того, отсутствие методик, процедур, компьютерных программ сдерживают продвижение современ-

ных методов потребительского тестирования в отечественной пищевой промышленности, определяет необходимость поиска новых подходов к самой технологии продукции.

Известны разные инновационные подходы в технологии производства продуктов питания, развитие которых закреплено в «Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года», где основным приоритетом закреплено использование инновационных технологий, направленных на формирование заданного качества продуктов, и нацеленных на импортозамещение и ресурсосберегающую переработку сырья.

В качестве одного из путей решения данной проблемы рекомендуется использование современных физико-химических и электрофизических методов воздействия, в том числе способов ультразвукового кавитационного воздействия.

Известно, что воздействие ультразвука (УЗ) на химико-технологические процессы осуществляется через эффекты первого порядка (частота, интенсивность и скорость акустических колебаний) и эффекты второго порядка, к которым относят нелинейные эффекты, развивающиеся в жидкости при распространении мощных акустических волн. К эффектам второго порядка относят кавитацию (разрыв сплошности жидкости), акустические течения (звуковой ветер), пульсация газовых пузырьков и т.п. [5].

В акустическом поле при наличии кавитации протекает ряд химических процессов, реализации которых способствуют высокие температуры и давления, развивающиеся в микрообъеме при захлопывании кавитационного пузырька¹ [6–8].

Применение ультразвукового воздействия представляет немалый интерес с точки зрения его влияния на физико-химические и другие свойства сырья и готовой продукции в пищевой и перерабатывающей промышленности. Установление возможности применения ультразвукового воздействия в технологии продуктов питания как фактора формирования качества продукции определило задачи ис-

следований в данном направлении, объекты и методы.

Задачи исследования

1. Обосновать возможность применения эффектов кавитации в жидких пищевых средах (рассолах) для корректировки органолептических свойств продуктов переработки мяса цыплят-бройлеров (ППМЦБ).

2. Изучить влияние эффектов кавитации на органолептические свойства ППМЦБ.

Основными объектами исследования служили:

1) мясо ЦБ с температурой в толще мышц (0–4 °С), мясо ЦБ с температурой в толще мышц (–2 °С), мясо ЦБ с температурой в толще мышц (–18 °С) 1 и 2 категории качества, отвечающие требованиям ГОСТ Р 52702–2006;

2) модельные образцы фаршей:

– из мяса ЦБ различного термического состояния без дополнительных методов обработки и пищевых ингредиентов;

– из мяса ЦБ различного термического состояния с применением эффектов кавитации в жидких пищевых средах (рассолах).

Для приготовления модельных образцов пищевых сред применялся аппарат ультразвуковой технологической «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ. Принцип действия основан на использовании свойств ультразвуковых колебаний высокой интенсивности в жидких и жидкодисперсных средах. Режим ультразвуковой кавитационной обработки: 2 кВт с частотой (22 ± 1,65) кГц. Образцы пищевых сред обрабатывались ультразвуком мощностью 120 Вт, 180 Вт, 240 Вт (соответственно 30, 45 и 60 % от номинальной мощности прибора), экспозиция от 1 до 3 мин с интервалом 1 мин.

Предусматривалось исследование комплекса показателей с использованием стандартных методов, позволяющих получить информацию о составе и свойствах объектов исследований.

Химический (вкусоароматический) состав экстрактов мясных фаршей – с применением газового хроматографа с масс-селективным детектором фирмы Shimadzu модель GCMS-QP2010 Ultra. Для интерпретации масс-спектров использовалась библиотека NIST/EPA/ИИ Mass Spectral Library (EI) (NIST08). При исследовании органолептических показателей качества использовалась 9-уровневая дегустационная шкала [9].

¹ Возможности применения кавитационного воздействия в технологиях пищевых производств описаны в трудах отечественных и зарубежных ученых Юдаева В.Ф., Промтовой М.А., Рогова И.А., Красули О.Н., Шестакова С.Д., Тихомировой Н.А., Хмелева В.Н., Ashokkumar M., Maisona T., Suslika J. и др.

Кавитационная активация жидких сред улучшает функционально-технологические свойства мяса ЦБ, что обеспечивает в дальнейшем благоприятные характеристики по показателям сочности, консистенции, внешнего вида, вкуса и аромата. Все опытные образцы, полученные на основе УЗ водоподготовки рассолов, имели более высокие оценки по сравнению с контролем. Установлено, что кавитационное воздействие оказывает влияние на процесс образования терморезистентных гидроколлоидов, то есть стабильных в процессе термической обработки соединений, а, следовательно, положительно влияет на ароматику готового продукта.

Возможно, интенсификация вкуса и аромата в опытных образцах мясных фаршей, содержащих воду, прошедшую кавитационную обработку, связана с тем, что ароматические вещества хорошо сохранились в процессе термообработки, вследствие приобретения этими органическими соединениями плотных гидратных оболочек из образовавшихся при сонохимической обработке молекул воды, позволяющих им существовать в виде гидратированных коллоидов и комплексных ионов в широком диапазоне температур, не подвергаясь термической денатурации и не участвуя в химических процессах.

Полученные при органолептической оценке результаты хорошо согласуются с результатами хроматографического анализа. Исследование влияния эффектов кавитации на процесс экстракции ароматических соединений характеризуют данные полученных хро-

матограмм. По результатам анализа пиков на хроматограммах и соответствующих масс-спектров составлена табл. 1, которая отображает качественный и количественный состав летучих соединений, идентифицированных в пробах.

В исследуемых образцах было идентифицировано 15 соединений (более 95 % от общего содержания), среди которых карбоновые кислоты и их эфиры, спирты и другие ароматические соединения. Известно, что в образовании аромата мясопродуктов принимают участие монокарбоновые летучие кислоты, образующиеся из липидов. Так, в исследуемых образцах можно видеть накопление значительного количества карбоновых кислот (8–13), при этом необходимо отметить, что в опытном образце их содержание превышает почти вдвое. Некоторые из этих соединений, как например, линолевая кислота также способствуют повышению пищевой ценности готового продукта [1, 3].

В табл. 1 не были включены следующие сигналы:

1. Продукты конденсации ацетона (растворителя) в инжекторе с временами удерживания: 4,080; 4,660 и 5,225 мин.
2. Углеводороды линейного строения, такие как гексан, декан и пр.
3. Сигналы с малой интенсивностью (менее чем в 2 раза интенсивнее сигнала фона). Определение структуры в таких случаях затруднено сильным влиянием фоновых сигналов.
4. Вещества, структуру которых не уда-

Таблица 1

Содержание ароматических веществ в фаршах из мяса ЦБ, %

№	Наименование компонента	Содержание, %	
		Опыт	Контроль
1	2,3 -бутандиол	0,91	0,06
2	Диэтиловый эфир пропановой кислоты	2,34	1,07
3	Фенол	0,26	Не обнаружено
4	Глицерин	1,22	0,3
5	Пиразин	0,13	Не обнаружено
6	4-пиперидон тетраметил	0,41	Не обнаружено
7	Ниацинамид	1,11	0,26
8	Лауриновая (додекановая) кислота	0,6	0,1
9	Миристиновая (тетрадекановая) кислота	0,62	0,03
10	Пальметиновая (гексадекановая) кислота	13,53	18,69
11	Линолевая (9,12-октадекадиеновая) кислота	56,37	27,76
12	Стеариновая (октадекановая) кислота	3,03	3,0
13	Олеиновая (цис-9-октадекановая)	Не обнаружено	33,26
14	Креатин	10,02	5,0
15	Ансерин	3,13	Не обнаружено

лось определить по библиотеке спектров.

5. Вещества, спектры которых имеют процент схожести с библиотечными спектрами менее 80.

Такие легколетучие фракции как пиразин и 4-пиперидон тетраметил (рис. 1, 2) были идентифицированы только в опытном образце. Пиразин представляет собой гетероароматическое соединение, состоящее из композиции спиртов, альдегидов и производных жирных кислот. 4-пиперидон тетраметил относится к лактамам – ангидридным производным аминокислот. Вероятно, наличие данных соединений позволило сформировать более полный аромат готового продукта, выработанного на основе кавитационно активированных жидких сред. Высокой степенью ароматичности обладает креатинин, который, как известно, преобразуется из креатина в процессе термической обработки. Необходимо отметить, что в опытном образце содержание креатина составило 10 % относительно 5 % для контрольного. Увеличение суммарного

количества ароматических веществ объясняется повышенной растворяющей способностью кавитационно активированных жидких сред и катализом скорости экстракции [4].

Серосодержащие соединения в опытном образце представлены ансеринном. В процессе автолиза при посоле мяса из этих компонентов будут образованы аминокислоты и их амиды: гистидин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты, глутамин, глицин, треонин, фенилаланин, лейцин, формирующие аромат готового продукта. Высокое содержание данных компонентов является особенностью строения мяса птицы. согласно данным Месхи А.И., содержание креатина в белом мясе ЦБ составляет 1100 мг%, у говядины – 300 мг%; карнозина – соответственно 430 и 265 мг%; ансерина – 770 и 200 мг% [2].

Также необходимо отметить, что важное значение в формировании вкуса и аромата отводится процессу посола и созревания, так как в результате автолитических превращений белков, липидов, углеводов и других нутриен-

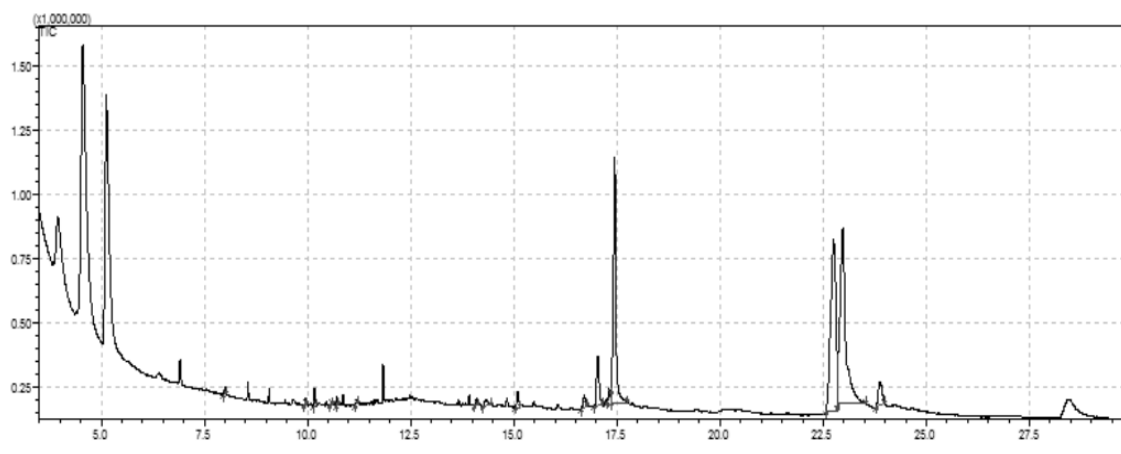


Рис. 1. Общий вид хроматограммы опытного образца

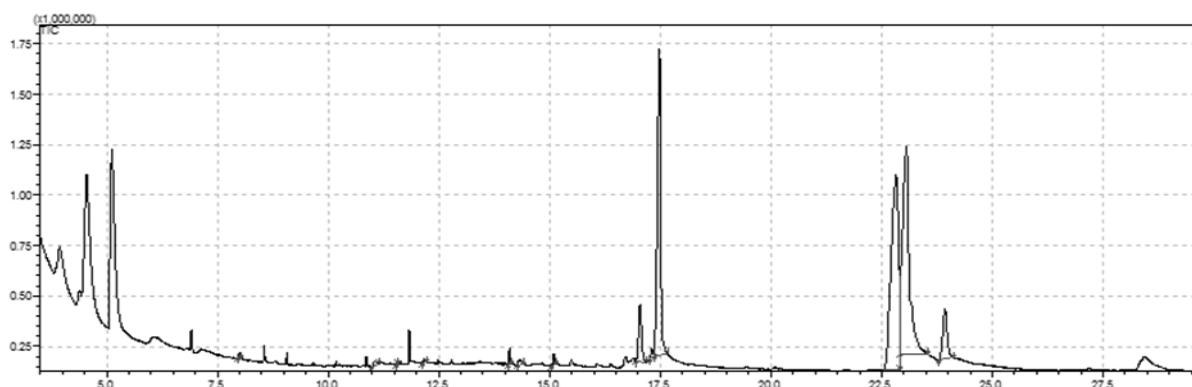


Рис. 2. Общий вид хроматограммы контрольного образца

тов образуются низкомолекулярные вещества, участвующие в образовании аромата готового продукта. В результате воздействия компонентов посолочной смеси и изменения физико-химических условий среды ферментативные автолитические процессы при посоле существенно нарушаются, но не прекращаются. Для опытных образцов время посола было сокращено до 6 часов, однако вкусоароматические характеристики готовых продуктов были сформированы в полной мере. В связи с чем применение УЗ обработки в подготовке жидких пищевых сред для производства ППМЦБ позволит интенсифицировать технологический процесс в 2 раза.

Это также хорошо согласуется с изменениями физико-химических показателей опытных образцов ППМЦБ по отношению к контролю (табл. 2). Значение показателя содержания ЛЖК составляет 15 и 13 мг% для опытных образцов грудки ЦБ и бедра ЦБ и 22 мг% – для рубленых полуфабрикатов («Нагетсы»), относительно контрольных образцов (13 мг%, 11 мг% и 19 мг% – соответственно). Показатель pH опытных образцов смещен в щелочную сторону в среднем на 0,2 единицы, что объясняется снижением жесткости воды при кавитационной обработке, т. е. происходит разрушение минеральных солей и выпадение их в осадок.

Наблюдается увеличение содержания продуктов протеолиза и флыворобразующих веществ относительно контрольных значений. Так, например, для опытных образцов

содержание аминного азота составляет 0,52 мг% для грудки ЦБ, 0,45 мг% для бедра ЦБ, а для рубленых полуфабрикатов – 0,56 мг%, в то время как в контрольных образцах содержание аминного азота составляет 0,32; 0,29 и 0,45 мг% соответственно. А содержание летучих жирных кислот (ЛЖК) составило 14 мг% для грудки ЦБ, 12 мг% для бедра ЦБ, а для рубленых полуфабрикатов – 22 мг%, в то время как в контрольных образцах содержание ЛЖК составляет 13; 11 и 19 мг% соответственно. Это явно свидетельствует о положительном влиянии проведения кавитационной подготовки пищевых сред для посола, что способствует активизации ферментативных систем и, как следствие, увеличивает скорость преобразования основных компонентов сырья.

Необходимо также отметить, что прирост содержания ЛЖК и аминного азота в процессе хранения протекает без особенностей и составляет к концу хранения в среднем 12 % к первоначальному значению как для опытных, так и для контрольных образцов (рис. 3).

К концу хранения образцы имеют стандартные органолептические характеристики (табл. 3).

Снижение качества по органолептическим показателям в процессе хранения контрольных образцов от исходного значения для грудки ЦБ составляет 0,9 балла, для бедра ЦБ – 0,7 балла; при этом для образцов полученных на основе кавитационной активации рассолов, 0,2 и 0,3 соответственно.

Таблица 2
Результаты оценки физико-химических показателей опытных и контрольных образцов полуфабрикатов ЦБ

Показатель	Образцы полуфабрикатов	
	опыт	контроль
Грудка ЦБ		
Общая влага, %	76,5	77,0
Влагоудерживающая способность (ВУС), %	75,2	75,4
pH	6,7	6,5
Усилие резания (поперек волокон), Н/мм	0,28	0,30
Содержание ЛЖК, мг/100г	14	12
Содержание аминного азота, мг%	0,57	0,32
Бедро ЦБ		
Общая влага, %	80,7	80,3
Влагоудерживающая способность (ВУС), %	76,5	77,0
pH	6,7	6,5
Усилие резания (поперек волокон), Н/мм	0,27	0,29
Содержание ЛЖК, мг/100г	13	11
Содержание аминного азота, мг%	0,45	0,34

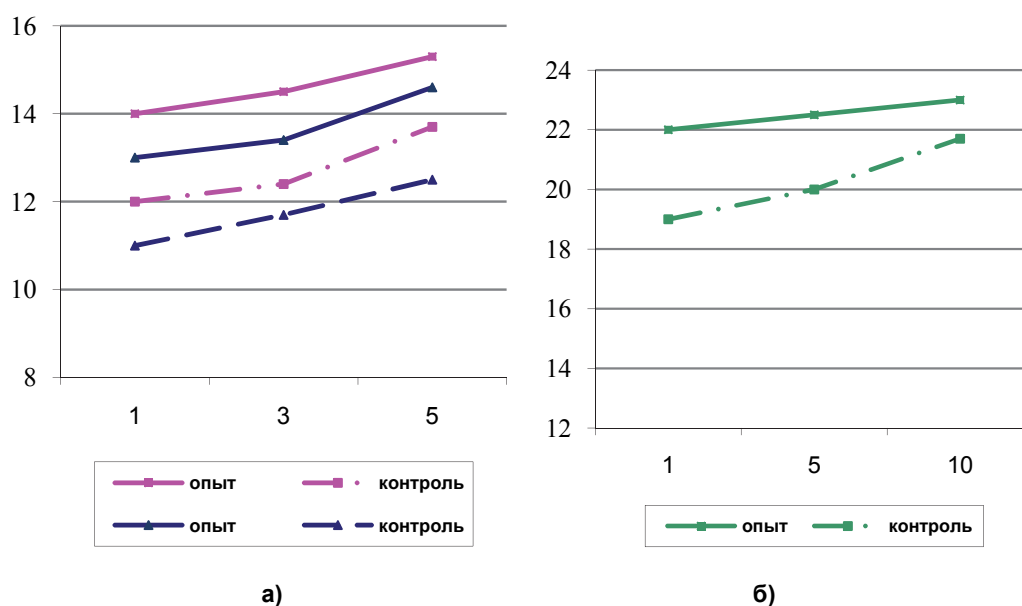


Рис. 3. Динамика накопления ЛЖК в процессе хранения в натуральных полуфабрикатах ЦБ (а), в рубленых полуфабрикатах (б)

Таблица 3
Обобщенная оценка органолептических показателей качества натуральных полуфабрикатов ЦБ в процессе хранения*

Наименование продукта		Обобщенная органолептическая оценка, балл		
		Исходное	3 сут.	5 сут.
Натуральные полуфабрикаты				
Грудка ЦБ охлажденная	контроль	7,5	7,0	6,6
	опыт	8,5	8,7	8,3
Бедро ЦБ охлажденное	контроль	7,8	7,2	7,0
	опыт	8,7	8,6	8,5
Рубленые полуфабрикаты				
«Нагетсы»		Исходное	5 сут.	10 сут.
	контроль	7,1	6,8	6,5
	опыт	8,8	8,7	8,7

* При $t = 0...2\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для натуральных полуфабрикатов не более 5 суток по ТУ 9214-241-234768; для рубленых полуфабрикатов – не более 10 суток по СТО 86943538-04-2013.

Следовательно, можно сделать следующие выводы:

– при рассмотрении полученных результатов установлено, что применение ультразвукового воздействия существенно влияет на формирование потребительских свойств мясных продуктов;

– следует указать, что интенсивность накопления ароматообразующих веществ в мясных продуктах наряду с протеолизом обуславливают их органолептические свойства, а количество летучих жирных кислот – с глубиной проявления вкусовых характеристик продукта.

Литература

1. Заяс, Ю.Ф. Качество мяса и мясопродуктов / Ю.Ф. Заяс. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 480 с.
2. Месхи, А.И. Биохимия мяса, мясопродуктов и птицепродуктов / А.И. Месхи. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 280 с.
3. Роль макроэлементарного состава воды и хлорида натрия в формировании свойств мясных систем и качества готовой продукции / А.И. Жаринов, Т.А. Сергиенкова, О.В. Веселова, В.А. Малков // Все о мясе. – 2001. – № 3. – С. 911.

4. Соколов, А.А. Физико-химические и биохимические основы технологии мясопродуктов / А.А. Соколов. – М.: Пищевая промышленность, 1965. – 486 с.

5. Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции / С.Д. Шестаков, О.Н. Красуля, В.И. Богуш, И.Ю. Потороко. – М.: Изд-во «Гиорд», 2013. – 151 с.

6. Ashokkumar, M. The characterization of acoustic cavitation bubbles – an overview // *Ultrasonics Sonochemistry*, 18 (2011), pp. 864–872.

7. *Technology and equipment for food processing environments using cavitation disintegration* / S. Shestakov, O. Krasulya, V. Bogush, I. Potoroko. – Moscow: Publishing house «Giord», 2013. – 152 p.

8. Suslick, K.S. The chemical effects of ultrasound / K.S. Suslick // *Scientific American*. – 1989. February. – P. 80–86.

9. ISO 5497:1982 *Sensory analysis. Methodology. Guidelines for the preparation of samples for which direct sensory analysis is not feasible*.

Потороко Ирина Юрьевна. Доктор технических наук, доцент, зав. кафедрой «Товароведение и экспертиза потребительских товаров», зам. директора Института экономики, торговли и технологий, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, irina_potoroko@mail.ru.

Цирульниченко Лина Александровна. Старший преподаватель, аспирант кафедры товароведения и экспертизы потребительских товаров торгово-экономического факультета, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), linchikz@mail.ru

Поступила в редакцию 20 апреля 2014 г.

**Bulletin of the South Ural State University
Series “Food and Biotechnology”
2014, vol. 2, no. 2, pp. 27–34**

FORMATION OF SENSORY CHARACTERISTICS OF FOOD PRODUCTS UNDER THE INFLUENCE OF SONOCHEMISTRY EFFECTS

I.Yu. Potoroko, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

L.A. Tsurulnichenko, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The article covers the issues on control of meat products quality based on the application of sonochemistry effects. The favorable effect of ultrasound on the flavor characteristics of products after processing poultry meat is experimentally shown.

Keywords: poultry meat, chromatography, sonochemistry, ultrasound, quality

References

1. Zayas Yu.F. *Kachestvo myasa i myasoproduktov* [Meat and Meat Products Quality]. Moscow, Legkaya i pishch. promyshlennost' Publ., 1981. 480 p.
2. Meskhi A.I. *Biokhimiya myasa, myasoproduktov i ptitseproduktov* [Biochemistry of Meat, Meat Products and Poultry Products]. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1984. 280 p.
3. Zharinov A.I., Sergienkova T.A., Veselova O.V., Malkov V.A. [The Role of Macroelementary Composition of Water and Sodium Chloride in the Formation of Properties of Meat Systems and Finished Products Quality]. *Vse o myase* [All about Meat]. 2001, no. 3, pp. 911. (in Russ.)

4. Sokolov A.A. *Fiziko-khimicheskie i biokhimicheskie osnovy tekhnologii myasoproduktov* [Physical and Chemical and Biochemical Basics of Meat Products Technology]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1965. 486 p.
5. Shestakov S.D., Krasulya O.N., Bogush V.I., Potoroko I.Yu. *Tekhnologiya i oborudovanie dlya obrabotki pishchevykh sred s ispol'zovaniem kavitatsionnoy dezintegratsii* [Technology and Facilities for Processing Food Areas Using Cavitation Disintegration]. Moscow, Giord Publ., 2013. 151 p.
6. Ashokkumar M. The Characterization of Acoustic Cavitation Bubbles – an Overview. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18 (2011), pp. 864–872.
7. Shestakov S., Krasulya O., Bogush V., Potoroko I. *Technology and Equipment for Food Processing Environments Using Cavitation Disintegration*. Moscow, Giord Publ., 2013. 152 p.
8. Suslick K.S. The Chemical Effects of Ultrasound. *Scientific American*, 1989. February, pp. 80–86.
9. ISO 5497:1982 *Sensory Analysis. Methodology. Guidelines for the Preparation of Samples for which Direct Sensory Analysis is not Feasible*.

Potoroko Irina Yurievna, Doctor of Science (Engineering), associate professor, head of the Department of Merchandising and Examination of Consumer Goods, deputy director of the Institute of Economics, Trade and Technologies, South Ural State University, Chelyabinsk, irina_potoroko@mail.ru

Tsirulnichenko Lina Aleksandrovna, senior lecturer, post-graduate student of Merchandizing and Examination of Consumer Goods Department, Trade and Economic Faculty, South Ural State University (Chelyabinsk), linchikz@mail.ru

Received 20 April 2014