

ISSN 1392-0227 (print)
ISSN 2335-8793 (online)

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETO
MAISTO INSTITUTAS**

**FOOD INSTITUTE OF KAUNAS UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY**

**ПИЩЕВОЙ ИНСТИТУТ КАУНАССКОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Maisto chemija ir technologija
Food chemistry and technology
ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩИ**

**Mokslo darbai
Proceedings
Научные труды**

2016. T. 50, Nr. 1

**Eina nuo 1964 m.
Published since 1964
Издается с 1964 г.**

Kaunas • 2016

Maisto chemija ir technologija – Food Chemistry and Technology

Išėina 2 kartus per metus – 2 issues per year

Leidėjas – Publisher:

KTU Maisto Institutas – KTU Food Institute

Taikos pr. 92, LT-51180 Kaunas, Lithuania

tel. (370 37) 312393

mai@ktu.lt

http://ktu.edu/mai

Redaktorių kolegija – Editorial board:

Vyriausioji redaktorė

Editor in Chief

habil. dr. **Joana Šalomskienė**

KTU MaI

Food Institute of Kaunas

University of Technology,

Lithuania

Tel. (370 37) 312380

Prof. **Andrej Malkov**

Loughborough universitetas, JK

Loughborough university,

United Kingdom

Dr. **Antanas Šarkinas**

KTU MaI

Food Institute of Kaunas

University of Technology,

Lithuania

Atsakingoji sekretorė

Executive Editor

Emilija Golovanova

KTU MaI

Food Institute of Kaunas

University of Technology,

Lithuania

Tel. (370 37) 312358

Dr. **Dalė Malkova**

Glazgo universitetas, JK

Glasgow University,

United Kingdom

Dr. **Thierry Talou**

Tulūzos nacionalinis

politechnikos institutas,

Prancūzija

National Polytechnic Institute

of Toulouse, France

Dr. **Galina Garmienė**

KTU MaI

Food Institute of Kaunas

University of Technology,

Lithuania

Prof. dr. **Jozef Nagy**

Veterinarijos medicinos

universitetas, Slovakija

University of Veterinary Medicine,

Slovakia

Prof. dr. **Rimantas Venskutonis**

KTU

Kaunas University of

Technology, Lithuania

Prof. dr. **Vladimir Jukalo**

Ternopolio valstybinis technikos

universitetas, Ukraina

Ternopil State Technical

University, Ukraine

Prof. dr. **Toomas Paalme**

Talino technologijos universitetas,

Estija

Tallinn University of Technology,

Estonia

Doc. dr. **Rimantė Vinauskienė**

KTU

Kaunas University of

Technology, Lithuania

Prof. dr. **Daina Kārklīņa**

Latvijos žemės ūkio universitetas

Latvia University of Agriculture,

Latvia

Habil. dr. **Irina Rožkova**

Rusijos pieno pramonės mokslo

tyrimo institutas, Rusija

All-Russian Dairy Research

Institute, Russia

Doc. dr. **Gintarė Zaborskienė**

LSMU

Lithuanian University of Health

Sciences, Lithuania

„Maisto chemija ir technologija“ cituojamas – is covered by the:

CAB ABSTRACTS Database Index Copernicus

Redaktorių kolegijos adresas –

Address for correspondence:

Taikos pr. 92, LT-51180 Kaunas, Lithuania

tel. (370 37) 312380, 312393

mai@ktu.lt

http://ktu.edu/mai

Turinys ♦ Contents

I. Jasutienė, G. Garmienė, A. Šarkinas. Pieno gėrimų ir jogurto su įvairiais uogų produktų priedais antioksidacinės savybės ir spalvos charakteristikos.....	5
И. Кишенько, Ю. Крыжова, М. Филоненко. Особенности использования транsgлютаминазы в технологии реструктурированных ветчин из говядины	12
О. Кочубей-Литвиненко, А. Украинец, В. Ищенко, Н. Суходольская, Н. Ищенко. Изучение возможных преобразований лактозы в молочной сыворотке, обработанной электроискровыми разрядами	20
А. Кретов, А. Украинец, В. Пасичный, А.-Х. Хайдер М., М. Полумбрик. Исследования микроструктуры мяса перепелов в процессе замораживания	29
Т. Лисовская, В. Юкало, Н. Чёрная. Изучение возможности использования экстрадированной кукурузной муки в технологии бисквита для диетического питания.....	36
Г. Полищук, Г. Симахина, И. Устименко, В. Дорошенко, Р. Раманаускас. Научное обоснование состава эмульсий для нормализации белково-жировых продуктов	45
И. Страшинский, В. Пасичный, О. Фурсик. Влияние содержащей белок пищевой композиции на качество вареных колбасных изделий	56
L. Šernienė, G. I. Šaikamal, A. Ž. Isabaev, L. Laučienė, D. Sekmokienė. Ūkio dydžio įtakos pieno kokybės rodikliams analizė Baltijos šalyse ir Kazachijoje	68
D. Vizbickienė, E. Bartkienė, S. Gustienė, G. Juodeikienė, Ž. Valatkevičienė. Miežinių raugų, sucukrintų celiulaze ir fermentuotų <i>Pediococcus acidilactici</i> , įtaka kvietinių kepinių kokybei.....	75
Nurodymai straipsnių autoriams.....	85
Instructions to Authors.....	87

Особенности использования трансглутаминазы в технологии реструктурированных ветчин из говядины

Ирина Кишенько¹, Юлия Крыжова², Михаил Филоненко¹

¹Национальный университет пищевых технологий, ул. Владимирская 68, Киев, Украина; тел. (+38044)2879435; эл. п. irinaniht@ukr.net

²Национальный университет биоресурсов и природоиспользования Украины, ул. Генерала Родимцева 19, Киев, Украина; тел. (+38044)5278885; эл. п. yuliya.kryzhova@mail.ru

Научно-практическое решение проблемы преобразования реструктурированной мясной системы до тепловой обработки с получением структурных качеств цельномышечной ткани является актуальной задачей развития современной технологии как науки о мясе. При изучении этой проблемы наилучший результат был достигнут при использовании ферментных препаратов, и в первую очередь фермента трансглутаминазы (ТГазы).

Микробиальная трансглутаминаза в количестве 0,75 % обеспечивает реструктурированным продуктам монолитность и улучшает способность их к нарезанию.

Проведенные ранее научные исследования подтвердили тот факт, что трансглутаминаза также способна повышать функциональность сывороточных белков в продуктах из измельченного мяса. Для исследований были выработаны опытные образцы реструктурированных ветчин из говядины 1 сорта с заменой мясного сырья 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 % гидратированным белковым препаратом "Drip free cas".

Изучение цветообразования реструктурированных ветчин показало, что с увеличением уровня замены мясного сырья значение красноты уменьшается на 12,2 %, а желтизны увеличивается на 18,2 %.

Установлено, что рациональным количеством внесения гидратированного белкового препарата "Drip free cas", которое способствует улучшению цветовых и вкусовых характеристик реструктурированных ветчин из говядины 1 сорта, является 6 %.

Исследование структурно-механических характеристик показало, что разработанные образцы с заменой 6 % и 7,5 % мясного сырья гидратированным белковым препаратом лучше контрольного по показателям напряжения среза на 7 % и 7,6 % соответственно.

Показатель активности воды в образцах с трансглутаминазой и с заменой мясного сырья белковым препаратом "Drip free cas" составил 0,849–0,876, что подтверждает стойкость разработанных продуктов к длительному хранению.

Ключевые слова: ветчина, фермент, белковый препарат, реструктурированные продукты, трансглутаминаза, монолитность, структура.

Введение

Трансглутаминазы в различных формах встречаются в природе повсеместно – от микроорганизмов [1] и ракообразных до растений [2–4] и организмов позвоночных [5, 6], включая людей [7]. Считается, что трансглутаминазы в той или иной форме участвуют в процессе метаболизма практически любого живого организма.

Выделять трансглутаминазы в достаточном количестве из организмов млекопитающих трудно и дорого, в настоящее время ведутся работы по получению трансглутаминаз из растительных источников [8], поэтому на данный

момент целесообразным является применение только микробиологических форм трансглутаминаз (мТГаз).

С биохимической точки зрения трансглутаминаза (γ -глутамилтрансфераза, EC 2.3.2.13) – это фермент, образующий поперечные сшивки между белками за счет переноса ацильной группы от первичного амина к γ -карбоксамиду глутамина, связанного с пептидом или белком, что приводит к образованию ϵ -(глутамил-) лизиновой поперечной сшивки. Эта первая реакция, как правило, приводит к образованию ковалентной поперечной сшивки между глутамином и

входящим в состав белковых молекул лизином. Благодаря такому своему действию трансклотаминаза обладает способностью выполнять в мясе и других пищевых системах функции связывающего или текстурообразующего вещества.

В мясоперерабатывающей промышленности используют два основных ферментных препарата, в состав которых входит трансклотаминаза, — фермент микробиального происхождения, используемый в Японии, и система на основе крови животных, при изготовлении которой кровь разделяется по факторам свертывания, а затем рекомбинируется [7]. Необходимо также отметить, что тендеризирующие ферменты обычно нивелируют воздействие модифицирующей трансклотаминазы в мясных системах, за исключением случаев, когда они применяются поверхностно уже после завершения связывания трансклотаминазой.

В различных условиях трансклотаминаза по-разному реагирует с отдельными белками [9–13]. Глубина реакции преимущественно определяется наличием доступности в белке глутамина и лизина, а также фактическими условиями реакции (значение pH, температура), которые должны соответствовать диапазону активности фермента. По этой причине содержащие трансклотаминазу ферментные препараты разрабатывают таким образом, чтобы они содержали фермент и белок-субстрат (или иной носитель) в нужном соотношении.

Хотя трансклотаминаза не способствует гелеобразованию в смеси сывороточных и мясных белков при нагревании [14], она стабилизирует эмульсии, изготовленные из смеси миофибриллярных и сывороточных белков, применяемых в качестве эмульгаторов [4]. Подобные эмульсии при нагревании легко превращаются в полутвердые смешанные гели, и этот процесс усиливается вследствие образования поперечных сшивок между мембранами жировых глобул.

Материалы и методы

Объектом исследований была ветчина реструктурированная в оболочке из говядины I сорта. Мясо использовали после разделки и сортовой жиловки говядины в полутушах, полученных после убоя скота центральных регионов Украины. Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 9773-74 “Продукты мясные. Методы определения влаги” высушиванием образцов в сушильном шкафу при температуре $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ до постоянной массы.

Влагосвязывающую способность определяли методом прессования, основанным на выделении влаги исследуемым образцом при легком его прессовании, сорбции выделенной воды фильтровальной бумагой и определении количества отделившейся влаги по размеру площади пятна, оставленного ею на фильтровальной бумаге.

Цветовые характеристики исследуемых образцов ветчин определяли на спектрофотометре Cary 50 с приставкой для отражения при длине волн от 400 до 750 нм с интервалом 10 нм.

Структурно-механические показатели определяли на пенетрометре Ulab3-31M. Пенетрацию реструктурированной ветчины определяли по глубине погружения индентора в испытуемые образцы с температурой 20°C . Проводили три измерения на открытой поверхности образца на расстоянии не менее 10 мм от края образца и на максимальном расстоянии от точек других измерений, чтобы деформированная часть поверхности не вошла в зону измерения, после чего производили пересчет значения пенетрации в значение предельного напряжения среза. Установлено, что напряжение среза образцов с заменой мясного сырья гидратированным белковым препаратом “Drip free cas” и без его замены увеличивается в зависимости от количества вводимой в рассол трансклотаминазы и составляет соответственно 191,85–204,85 кПа и 178,72–200,13 кПа.

Органолептическую оценку образцов (внешний вид, вид на разрезе, консистенцию, цвет, запах, вкус) проводили в соответствии с ГОСТ 9959-91 “Продукты мясные. Общие условия проведения органолептической оценки”.

Результаты исследований обрабатывали методом математической статистики. Доверительная вероятность была задана на уровне $P \geq 0,95$ при 3–5-кратной повторности измерений.

По величине показателя активности воды можно судить о правильности ведения не только отдельных этапов обработки, но и всего технологического процесса изготовления и хранения пищевых продуктов. От уровня “активности воды” зависит интенсивность жизнедеятельности микроорганизмов, скорость реакции окисления, структурно-механические свойства продукта. Значение активности воды реструктурированной ветчины в оболочке из говядины I сорта определяли на анализаторе Rotronic HygroPalm-23 помещением образцов в контейнер с крышкой и выведением значения показателя на экран прибора. При введении

трансглутаминазы в количестве 0,75 % показатель a_w для ветчины с заменой мясного сырья белковым препаратом составил 0,876, без замены – 0,859, что подтверждает способность образцов к длительному хранению.

Как связывающее или текстурообразующее вещество при производстве реструктурированной ветчины использовали трансглутаминазу H105 (производитель Shanghai Dongsheng Food Co. Ltd), в состав которой входит очищенный каррагинан E407, хлорид калия E508, фосфаты E450, E451, мальтодекстрин.

Результаты и их обсуждение

Исследования были направлены на использование в качестве белка-субстрата сывороточного белкового препарата “Drip free cas”. Выбранный белковый препарат характеризуется низким содержанием лактозы и высоким содержанием белка, обладает высокой растворимостью и высокими органолептическими показателями, поэтому является перспективным для использования в мясной промышленности.

Для оценки уровня введения гидратированного белкового препарата “Drip free cas” были выработаны опытные образцы реструктурированных ветчин без замены мясного сырья (контрольный образец), и с заменой мясного сырья 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 %. В соответствии с рекомендациями производителя и ранее изученными функциональными свойствами, степень гидратации сывороточного белкового препарата составила 1:2.

Вопрос цветообразования имеет особое значение при производстве ветчинных продуктов из говядины. Поскольку визуальное определение цвета очень субъективно, была проведена инструментальная оценка цветовых характеристик модельных образцов реструктурированных ветчин в зависимости от уровня замены мясного сырья. Результаты исследований, представленные в таблице 1, показывают, что хроматические координаты опытных образцов реструктурированных ветчин из говядины 1 сорта с заменой мясного сырья 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 % значительно отличаются от контрольного образца, при этом с увеличением уровня замены мясного сырья значение красноты уменьшается, а желтизны увеличивается.

Таблица 1. Цветовые характеристики модельных образцов реструктурированных ветчин с добавлением гидратированного белкового препарата “Drip free cas”

Table 1. Color characteristics of modal samples of restructured hams with adding of hydrated protein compound “Drip free cas”

Показатель цветности	Исходное несоленое сырье	Гидратированный белковый препарат “Drip free cas”, проц.			
		3	4,5	6,0	7,5
Светлость L	47,13±0,02	49,10±0,01	50,33±0,01	53,60±0,01	55,53±0,01
Краснота a*	37,43±0,04	37,22±0,01	36,01±0,02	33,55±0,01	32,87±0,02
Желтизна b*	16,50±0,01	17,81±0,02	18,22±0,01	19,76±0,04	20,15±0,01
Насыщенность S	18,16±0,01	19,46±0,02	16,01±0,02	14,60±0,01	13,03±0,01
Цветовой тон H	36,31±0,02	37,26±0,03	35,21±0,01	33,53±0,02	32,11±0,02
“Индекс красноты” a*/b*	2,27±0,03	2,01±0,02	1,98±0,02	1,70±0,01	1,63±0,04

Следует отметить, что значение a* уменьшается на 12,2 %, а показатель желтизны увеличивается на 18,2 %, что в целом приводит к снижению значения “Индекса красноты” a*/b*. При этом необходимо отметить, что изменение значения показателей a* и b* на 8–10 % имело визуальную восприимчивость при оценивании образцов. Насыщенность светового потока S с увеличением замены мясного сырья уменьшается при незначительных изменениях цветового тона H.

Анализ результатов проведенных экспериментальных исследований позволяет

утверждать о целесообразности использования в технологии реструктурированных ветчин из говядины для стабилизации цветовых характеристик белкового препарата “Drip free cas”.

Органолептическая оценка модельных образцов реструктурированных ветчин показала, что внесение белкового препарата “Drip free cas” в количестве 6 % взамен мясного сырья положительно влияет на внешний вид, цвет и вкус готового продукта. При замене 7,5 % мясного сырья существенного улучшения

качества продукта по этим показателям не происходило.

Результаты исследований физико-химических показателей (рН, массовой доли влаги, влагосвязывающей и влагоудерживающей способности) показали, что замена мясного сырья гидратированным белковым препаратом "Drip free cas" в количестве 6 % не оказывает существенного влияния на их значения. Структурно-механические характеристики (напряжение среза) также не имели существенного отличия по сравнению с контрольным образцом. Образцы, содержащие 6% и 7,5 % замены мясного сырья гидратированным белковым препаратом "Drip free cas", по отношению к контрольному образцу имели большие значения напряжения среза на 7% и 7,6 % соответственно.

Таким образом, проведенные исследования по изучению влияния уровня замены мясного сырья белковым препаратом "Drip free cas" на качество реструктурированных ветчин позволили сделать вывод, что рациональным количеством внесения гидратированного белкового препарата "Drip free cas" является 6 %, что будет способствовать улучшению цветовых и вкусовых характеристик реструктурированных ветчин из говядины 1 сорта.

При этом одной из серьезных технологических проблем при производстве реструктурированных продуктов из говядины является достижение монолитной целостности структуры и нежной консистенции. При решении данной проблемы на практике используется широкий спектр структурообразующих компонентов, таких как различные виды гидроколлоидов, растительных и животных белков, введение которых в мясные продукты зачастую приводит к снижению их биологической и пищевой ценности. Использование же белкового препарата "Drip free cas" и трансклутаминазы позволяет решить существующие проблемы без значимых изменений других показателей качества и пищевой ценности.

Рекомендуемая дозировка фермента зависит от источника и содержания белка, от доступности нужных аминокислот для образования поперечных сшивок, от времени реакции и температуры ее проведения, от применяемой технологии и присутствия в рецептуре иных компонентов, при этом скорость реакции трансклутаминазы с мышечными белками различна [15].

В исследованиях, направленных на усовершенствование технологии

реструктурированных ветчин из говядины 1 сорта, нами была использована микробиальная форма кальцийнезависимого фермента, продуцируемого бактериями *Streptovorticilli-um mobamense*, активностью 50 ед./г порошка. Такая трансклутаминаза продуцируется генетически немодифицированным микроорганизмом [1]. Температурный диапазон активности трансклутаминазы составляет от 0 до 65 °С, причем оптимальная химическая активность достигается примерно при 55 °С. Денатурация трансклутаминазы начинается при температурах выше 65 °С и, как правило, полностью завершается при температуре 70–75 °С, что обеспечивает безопасность ее использования в производстве мясопродуктов. Этот фермент активен в достаточно широком интервале рН (4–9), причем оптимальное значение рН составляет 6–7. В активном центре фермента присутствует цистеиновый остаток, так что при определенных условиях фермент может окисляться.

Как и для других ферментов, в производстве конкретных продуктов не исключена передозировка трансклутаминазы. Это может привести к снижению выхода после тепловой обработки, а также к получению более сухого и жесткого продукта. Практически для каждого продукта существует своя оптимальная дозировка фермента, позволяющая придать готовому изделию требуемые органолептические и технологические свойства. Из-за различий в технологии следует подбирать индивидуальную дозировку для конкретного продукта и вида сырья.

Из литературных источников известно, что положительное влияние на степень связывания микробиальной трансклутаминазы оказывают соль и фосфаты, что обусловлено их способностью солиubilизировать поверхностные мышечные белки. Поэтому с целью определения рационального количества микробиальной трансклутаминазы в составе рассола для массирования готовили модельные образцы реструктурированных ветчин из говядины 1 сорта без замены или с частичной заменой основного сырья гидратированным сывороточным белком в количестве 6 %. При изготовлении модельных образцов из говядины ее предварительно измельчали на волчке с диаметром отверстий решетки 25 мм и массировали в массажере в течение 6 часов в режиме: 15 мин. массирование, 15 мин. покой, в присутствии 30 % рассола. В состав рассола для массирования вводили: 2,5 % поваренной соли, 0,3 % смеси триполифосфатов, 0,3 % сахара и

0,0075 % нитрита натрия. По окончании массирования мясную массу выгружали и выдерживали в посоле при температуре (2 ± 2) °С в течение 24 часов, затем повторно подвергали массированию в мешалке с добавлением 6 % к массе сырья гидратированного белкового препарата "Drip free cas" и перемешивали на протяжении 10 мин. После этого посоленное сырье делили на четыре части, в три из которых вводили 0,65 %, 0,75 % и 0,85 % трансглутаминазы, предварительно разведенной в небольшом количестве холодной воды температурой 4 °С, и также массировали 15 мин. (одна часть мясного сырья осталась контрольной). По окончании массирования проводили формовку мясной массы в оболочку во избежание хаотичного ее склеивания. Сформованные батоны выдерживали в холодном помещении на протяжении 8–10 часов при температуре 6 °С до тепловой обработки, после чего подвергали тепловой обработке до достижения температуры в центре образца 72 °С, охлаждение проводили до 8 °С. Хранили готовую продукцию на протяжении 12 часов при температуре (6 ± 2) °С.

Внесение трансглутаминазы в количестве 0,75 % приводило к увеличению напряжения среза опытных образцов ветчин по сравнению с образцами ветчин, содержащими 0,65 % фермента. При увеличении количества вносимой в рассол трансглутаминазы до 0,85 % значимого возрастания напряжения среза не происходило – увеличение значения данной характеристики

составило 0,3–0,9 %. Поэтому для дальнейших исследований по экономическим соображениям было выбрано рациональное количество – 0,75 % к массе мясной системы.

Необходимо отметить, что "сшивание" компонентов мясной массы фарша начинает происходить при тщательном перемешивании и не требует применения длительного массирования. Это объясняется тем, что при формировании структуры ветчины из отдельных кусочков мяса между ними возникает гель из раствора водорастворимых и солерастворимых белков. Эти растворенные белки при интенсивном механическом воздействии эмульгируют и стабилизируют жир в мясной системе. В такой системе трансглутаминаза путем формирования ковалентной связи увеличивает количество поперечных сшивок между растворенными белками, образуя равномерный, более жесткий матрикс, что придает эмульсии повышенную стабильность, повышает выход [16, 17].

Результаты исследований физико-химических и структурно-механических показателей модельных образцов ветчинных изделий в оболочке (табл. 2) доказывают, что введение трансглутаминазы в модельные мясные системы из говядины 1 сорта положительно влияет на прочность их структуры в целом, при этом наиболее монолитными являются структуры с частичной заменой мясного сырья гидратированным сывороточным белковым препаратом.

Таблица 2. Физико-химические, структурно-механические характеристики и выход реструктурированной ветчины из говядины 1 сорта в оболочке

Table 2. Physico-chemical, structural and mechanical characteristics and outcome of restructured ham from beef 1s in cover

Показатели	Количество вводимой трансглутаминазы, проц.			
	0	0,65	0,75	0,85
Без замены мясного сырья				
Содержание влаги, проц.	66,1±0,24	68,14±0,23	71,7±0,14	72,5±0,18
Влагоудерживающая способность, проц.	60,41±0,52	61,48±0,32	63,72±0,47	64,02±0,38
Напряжение среза, кПа	175,46±1,28	178,72±1,17	192,54±1,2	200,13±1,44
Активность воды	0,827±0,002	0,841±0,001	0,859±0,003	0,856±0,0014
Выход, проц.	104,81±1,56	106,81±1,81	107,26±1,96	108,14±1,22
С заменой мясного сырья				
Содержание влаги, проц.	67,83±0,34	70,26±0,21	73,45±0,28	73,61±0,22
Влагоудерживающая способность, проц.	62,35±0,38	63,14±0,55	64,72±0,21	65,30±0,58
Напряжение среза, кПа	189,86±1,42	191,85±1,38	204,49±1,2	204,83±1,33
Активность воды	0,831±0,004	0,849±0,002	0,876±0,001	0,873±0,001
Выход, проц.	105,22±1,30	108,14±1,11	110,19±1,18	109,95±1,24

При анализе данных таблицы 2 следует отметить, что напряжение среза как у модельных образцов из говядины 1 сорта без замены мясного сырья, так и у образцов с заменой мясного сырья увеличивается в зависимости от количества вводимой в рассол трансглутаминазы. При этом структурно-механические характеристики образцов без замены мясного сырья гидратированным белковым препаратом "Drip free cas" были ниже по сравнению с аналогичными значениями образцов, изготовленных с гидратированным сывороточным белком, при соответствующем уровне введения трансглутаминазы в рассол для массирования.

Результаты исследований "активности воды" (a_w) ветчинных изделий показали (табл. 2), что

при классификации продуктов разработанные образцы реструктурированных ветчин с использованием микробиальной трансглутаминазы в количестве 0,75 % можно отнести по группам стойкости к группе С ($a_w \leq 0,91$). Полученные значения $a_w \leq 0,91$ способствуют стойкости продукту к длительному хранению.

Общая органолептическая оценка исследуемых образцов модельных ветчин в оболочке была высокой. Наиболее высокими были показатели, которые характеризовали вкус, цвет и консистенцию исследуемых образцов, о чем свидетельствуют данные профилограммы (рис. 1).

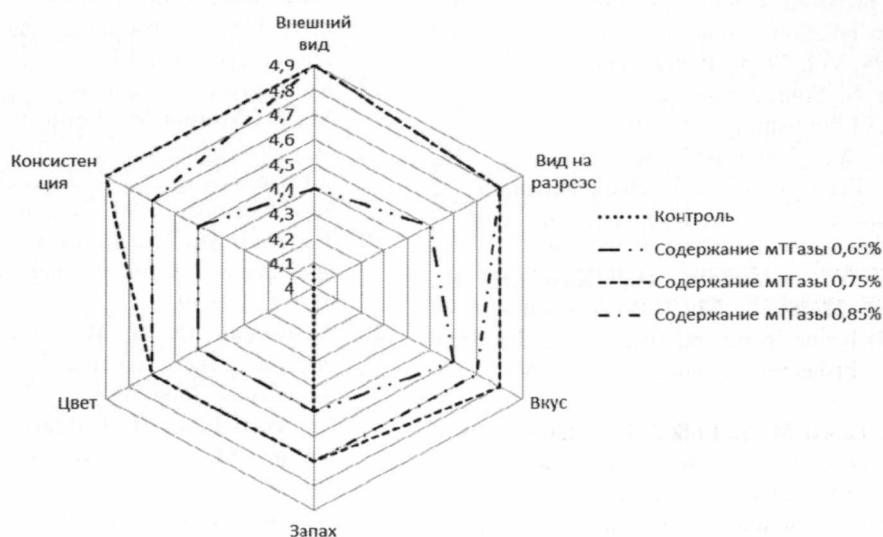


Рис. Органолептическая оценка модельных образцов ветчин в зависимости от содержания микробиальной трансглутаминазы

Fig. Organoleptical estimation of modal samples of hams in dependence of microbial transglutaminase content

Выводы

1. Использование микробиальной трансглутаминазы в производстве мясных реструктурированных продуктов из говядины позволяет перерабатывать недостаточно используемое в мясоперерабатывающем производстве высокоценное сырье.
2. В качестве белка-субстрата выбран сывороточный белковый препарат "Drip free cas", который характеризуется низким содержанием лактозы и высоким содержанием белка, высокой растворимостью

и высокими органолептическими показателями.

3. Рациональным количеством, способствующим улучшению цветовых и вкусовых характеристик готового продукта, является внесение 6 % гидратированного белкового препарата.
4. Внесение трансглутаминазы в количестве 0,75 % в сочетании с сывороточным белковым препаратом "Drip free cas" обеспечивает реструктурированным продуктам монолитность, эластичность,

термостабильность, улучшает их органолептические характеристики, способность к нарезанию, повышает влагоудерживающую способность (ВУС), что было подтверждено проведенными исследованиями: ВУС опытного образца – 64,72 %, контрольного – 62,35 %, напряжение среза соответственно – 204,49 кПа и 189,86 кПа.

Литература

1. **Ando H., Adachi M., Umeda K., Matsuura A., Nonaka M., Uchio R.** Purification and characteristics of a novel transglutaminase derived from microorganisms // *Agricultural Biological Chemistry*. 1989. Vol. 53. P. 2613–2617.
2. **Icekson I., Apelbaum A.** Evidence for transglutaminase activity in plant tissue // *Plant Physiology*. 1987. Vol. 84. P. 972–974.
3. **Sakamoto H., Kumazawa Y., Motoki M.** Strength of protein gels prepared with microbial transglutaminase as related to reaction conditions // *Journal of Food Science*. 1994. Vol. 59 (4). P. 866–871.
4. **Schwimmer S.** Source book, of food enzymology. Westport: AVI Publishing, 1981. 986 p.
5. **Kumazawa Y., Nakanishi K., Yasueda H., Motoki M.** Purification and characterization of transglutaminase from walleye pollack liver // *Fisheries Science*. 1996. Vol. 62. P. 959–964.
6. **Kumazawa Y., Sakamoto H., Kawajiri H., Seguro K., Motoki M.** Determination of γ -(-glutamyl) lysine in several fish eggs and muscle proteins // *Fisheries Science*. 1996. Vol. 62. P. 331–332.
7. **Chung S. I., Lewis M. S., Folk J. E.** Relationships of the catalytic properties of human plasma and platelet transglutaminases (activated blood coagulation factor XIII) to their subunit structures // *Journal of Biological Chemistry*. 1974. Vol. 249. P. 940–950.
8. **Carvajal-Vallejos P. K., Campos A., Fuentes-Prior P., V Villalobos E., Almeida A. M., Barbera E., Torne J., Santos M.** Purification and in vitro refolding of maize chloroplast transglutaminase over-expressed in *Escherichia coli* // *Biotechnology Letters*. 2007. Vol. 29. P. 1255–1262.
9. **Kim S.-H., Carpenter J. A., Lanier T. C., Wicker L.** Polymerization of beef actomyosin induced by transglutaminase // *Journal of Food Science*. 1993. Vol. 58. P. 473–474.
10. **Kuraishi C., Sakamoto J., Yamazaki K., Susa Y., Kuhara C., Soeda T.** Production of restructured meat using microbial transglutaminase without salt or cooking // *Journal of Food Science*. 1997. Vol. 62. P. 488–490.
11. **Ramirez-Suarez J. C., Xiong Y. L.** Rheological properties of mixed muscle/nonmuscle protein emulsions treated with transglutaminase at two ionic strengths // *Journal of Food Science and Technology*. 2003. Vol. 38. P. 777–785.
12. **Motoki M., Seguro K.** Transglutaminase and its use for food processing // *Trends in Food Science and Technology*. 1998. Vol. 9. P. 204–210.
13. **Sakamoto H., Kumazawa Y., Motoki M.** Strength of protein gels prepared with microbial transglutaminase as related to reaction conditions // *Journal of Food Science*. 1994. Vol. 59 (4). P. 866–871.
14. **Ramirez-Suarez J. C., Xiong Y. L.** Transglutaminase cross-linking of whey/myofibrillar proteins and the effect on protein gelation // *Journal of Food Science*. 2002. Vol. 67. P. 2885–2891.
15. **Kumazawa Y., Numazawa T., Seguro K., Motoki M.** Suppression of surimi gel setting by transglutaminase inhibitors // *Journal of Food Science*. 1995. Vol. 60. P. 715–717.
16. **Ramirez-Suarez J. C., Xiong Y. L.** Rheological properties of mixed muscle/nonmuscle protein emulsions treated with transglutaminase at two ionic strengths // *Journal of Food Science and Technology*. 2003. Vol. 38. P. 777–785.
17. **Ruiz-Carrascal J., Regenstein J.** Emulsion stability and water uptake ability of chicken breast muscle proteins as affected by microbial transglutaminase // *Journal of Food Science*. 2002. Vol. 67. P. 734–739.
18. **Kumazawa Y., Sano K., Seguro K., Yasueda H., Nio N., Motoki M.** Purification and characterization of transglutaminase from Japanese oyster (*Crassostrea gigas*) // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1997. Vol. 45. P. 604–610.
19. **Тиченко М., Циганков С., Новак А.** Ферментні препарати // *Харчова і переробна пром-сть*. 2004. № 4. С. 29–30.
20. **Ахмичева О. В.** Использование энзимов при производстве мясных изделий // *Мясная индустрия*. 2004. № 6. С. 35.
21. **Castro-Briones M., Calderon G. N., Velazquez G., Rubio M. S., Vazques M., Ramirez J. A.** Mechanical and functional properties of beef products obtained using microbial transglutaminase with treatments of pre-heating followed by cold binding // *Meat Science*. 2009. Vol. 83 (2). P. 229–238.
22. **Dimitralopoulou M. A., Ambrosiadis J. A., Zetou F. K., Bloukas J. G.** Effect of salt and trasglutaminase (TG) level and processing conditions on quality characteristics of phosphate-free, cooked, restructured pork shoulder // *Meat Science*. 2005. Vol. 703. P. 743–749.
23. **Mugurama M., Tsuruoka K., Erwanto Y., Kawahara S., Yamauchi K., Sathe S. K., Soeda T.** Soybean and milk proteins modified by transglutaminase improves chicken sausage texture even at reduced levels of phosphate // *Meat Science*. 2003. Vol. 63. P. 191–197.

Pateikta spaudai 2016-02

I. Kishenko, Yu. Kryzhova, M. Filonenko

CHARACTERISTICS OF THE USE OF TRANSGLUTAMINASE IN THE TECHNOLOGY OF RESTRUCTURED BEEF HAMS

Summary

Scientific-practical solution of the transformation problem of the restructured meat system up to heat treating, and obtaining structural qualities of the whole muscle tissue is an actual assignment of the modern technologies development, as well as a science about meat. While studying this problem, the best result was achieved with the use of fermented compounds and, primarily, transglutaminase enzyme (TG).

Microbial transglutaminase in the quantity of 0.75 % provides consolidation of restructured products and improves their ability of cutting.

Earlier conducted scientific studies proved the fact that transglutaminase can increase the functionality of whey proteins in products with milled meat. For this research trial examples of restructured hams from the first sort beef with the substitution of processing meat 3.0; 4.5; 6.0; 7.5 % by hydrated protein compound "Drip free cas" were produced.

The study of color formation of the structured hams showed that with gradual substitution of processing meat, the amount of redness decreases for 12.2 %, and that of yellowness increases for 18.2 %. It was established that a sustainable quantity of the introduced hydrated protein compound "Drip free cas", that provides the improvement in the color and taste characteristics of the restructured hams from beef of the first sort is 6 %.

The studies of the structural and mechanical characteristics showed that the developed samples with the substitution of 6% and 7.5 % of processed meat by hydrated protein compound proved to be better than

control ones with regard to indicators of shear stress by 7 % and 7.6 %, accordingly.

Measure of water activity in the samples with transglutaminase and with substitution of processing meat by protein compound "Drip free cas" made out 0.849–0.876, which proved the firmness of the developed products for a longtime storage.

Keywords: ham, enzyme, protein compound, restructured products, transglutaminase, aggregation, structure.

I. Kišenko, J. Kryžova, M. Filonenko

TRANSGLIUTAMINAZĖS PANAUDOJIMAS RESTRUKTŪRIZUOTO JAUTIENOS KUMPIO TECHNOLOGIJOJE

Santrauka

Tirti restrukturizuoto kumpio iš I rūšies jautienos mėginiai, pagaminti pakeitus 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 % mėsos žaliavos hidratuotu baltymų preparatu „Drip free cas“. Nustatyta, kad optimalus pridėto preparato kiekis sudaro 6 %, tokiu atveju gaminių spalvinės ir skoninės savybės buvo geresnės nei kontrolinio mėginio (be hidratuoto baltymų preparato „Drip free cas“ pridėjimo). Vandens aktyvumo rodiklis mėginiuose su transgliutaminaze ir hidratuotu baltymų preparatu „Drip free cas“ nustatytas 0,849–0,876, kas patvirtina, kad sukurtas produktas tinkamas ilgai laikyti.

Raktažodžiai: kumpis, fermentas, baltymų preparatas, restrukturizuoti produktai, transgliutaminazė, struktūra.