

М.А. Абсалимова^{1*}, А.М. Таева¹, Б.А. Рскелдиев¹, О.В. Перегончая², И.А. Глотова²

¹Алматинский технологический университет,

050012, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би, 100

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1

*e-mail: m.absalimova@atu.kz

СООТНОШЕНИЕ ФОРМ СВЯЗИ ВЛАГИ В РЕЦЕПТУРАХ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОЙ КОМПОЗИЦИИ

Аннотация: Популярными продуктами на потребительском рынке Республики Казахстан являются мясные полуфабрикаты. При этом приоритетные позиции, согласно трендам потребительского спроса, сохраняют рубленые полуфабрикаты. Эффективным подходом для замены части мясного сырья в рецептурах рубленых полуфабрикатов является разработка функциональных аналогов мясного сырья и продуктов на его основе за счет использования растительных сырьевых источников. Важной задачей является обеспечение гидратационных характеристик пищевой системы, не уступающим базовым рецептурам мясных полуфабрикатов традиционного состава. Цель работы – исследовать влияние белково-углеводной композиции (БУК) из соевой окары, нутовой муки и концентрата сывороточного белка КСБ-80 на влагоемкость и соотношение форм связи влаги в мясных рубленых полуфабрикатах с использованием актуальных для Республики Казахстан видов мясного сырья – говядины, баранины, мяса птицы. Результаты позволяют сравнить температурные интервалы ступеней теплового превращения и количества удаляемой на отдельных стадиях дегидратации воды из фазы исследованных образцов. Первая ступень, соответствующая удалению физико-механически связанной влаги, протекает в интервале температур от комнатной до 32-34°C для всех образцов. Количество такой воды в фазе проб не превышает 2%. Осмотически связанная влага, удаляемая на второй ступени, составляет основу всей воды, насыщающей пробы. Ее количество максимально в составе образцов № 2 и 3. При этом для образцов № 2 и 3 также характерен самый широкий температурный интервал второй ступени дегидратации: 94°C и 103°C соответственно. Удаление адсорбционно и химически связанной влаги на третьей ступени теплового превращения происходит при высоких температурах и может сопровождаться термолизом компонентов проб. Доля удаляемой на данной стадии процесса влаги из фазы образцов не превышает 16,3%, максимальна для БУК и минимальна для образца № 4 (13,7%). Результаты свидетельствуют о более высоком уровне гидратации образцов, приготовленных по модифицированным рецептурам с БУК, по сравнению с контрольным образцом. Это обусловлено влиянием на степень связанности молекул воды белково-углеводного комплекса, содержащего в своем составе полисахариды, а также простые сахара и дисахариды.

Ключевые слова: свободная вода, связанная вода, влагосодержание, влагоемкость, дегидратация, неизотермический термический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия

Введение

Вода играет важную роль в технологии живых систем и полученных на их основе пищевых систем, в том числе в технологии формирования и сохранения потребительских свойств продовольственных товаров [1].

Популярными продуктами на потребительском рынке Республики Казахстан являются мясные полуфабрикаты. При этом приоритетные позиции, согласно трендам потребительского спроса, сохраняют рубленые полуфабрикаты [2]. Эффективным подходом для замены части мясного сырья в рецептурах рубленых полуфабрикатов является разработка функциональных аналогов мясного сырья и продуктов на его основе за счет

использования растительных сырьевых источников, как с позиций снижения антропологической нагрузки сельскохозяйственных предприятий на окружающую природную среду, так и с позиций экономической целесообразности.

Важной задачей является не только обеспечение адекватности аминокислотного состава суммарного белка продукта физиологическим потребностям организма человека, но и обеспечение гидратационных характеристик пищевой системы, не уступающим базовым рецептурам мясных полуфабрикатов традиционного состава. Поставленным задачам отвечает использование растительных и животных биополимеров в составе белково-углеводных композиций (БУК). Имеется положительный опыт использования БУК в технологии эмульсионных продуктов [3], паштетов [4], мясо-растительных рубленых полуфабрикатов для геродиетического питания [5]. В качестве альтернативного мясу растительного сырья, в том числе в составе БУК, перспективу имеет вторичный продукт технологического процесса переработки соевых бобов с получением соевого молока и его производных, а именно, соевая окара [6].

Цель работы – исследовать влияние белково-углеводной композиции из соевой окары, нутовой муки и концентрата сывороточного белка КСБ-80 на влагоемкость и соотношение форм связи влаги в мясных рубленых полуфабрикатах с использованием актуальных для Республики Казахстан видов мясного сырья – говядины, баранины, мяса птицы.

Условия и методы исследования

Для проведения исследований были приготовлены четыре образца, характеристика которых представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика образцов

Номер образца	Характеристика образца
Образец 1	Белково-углеводная композиция (БУК) состава: соевый фарш Окара – мука нутовая – концентрат сывороточного белка (КСБ 80) в соотношении 9:5:10 в виде гидратированной смеси
Образец 2	Базовая рецептура фарш для котлет состава, кг /100 кг: мясо котлетное говяжье – 54; мясо котлетное свиное – 10; хлеб пшеничный – 12
Образец 3	Модифицированная рецептура № 1 – фарш для котлет состава, кг / 100 кг: мясо котлетное говяжье – 41; мясо птицы – 10; БУК – 25
Образец 4	Модифицированная рецептура № 2 – фарш для котлет состава, кг/ 100 кг: мясо котлетное говяжье – 46; фарш бараний – 10; БУК – 20

Исследования проводили на приборе ТГ-ДСК модели STA 449 F3 Jupiter. Для четырех образцов проводили сравнительную оценку следующих параметров: удельной энергии испарения, окончательной температуры испарения, зависимости степени превращения вещества (α) от абсолютной температуры нагрева образцов (Т, К), численных параметров комплексных пиков на кривых дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) и термогравиметрии (ТГ).

Кинетику удаления летучих компонентов из образцов в неизотермических условиях исследовали на приборе синхронного термического анализа модели STA 449 F3 Jupiter с держателем образца (ДСК/ТГ) типа S в алюминиевом тигле с проколотой крышкой (в качестве эталона использовался пустой алюминиевый тигель с проколотой крышкой). Измерения проводились в среде азота класса 5,0 (расход активного газа 50 мл/мин, расход защитного газа 20 мл/мин). Программное обеспечение: NETZSCHProteus – Термический анализ. Программа нагрева: нагрев от 25°С до 200°С со скоростью 2 град/мин.

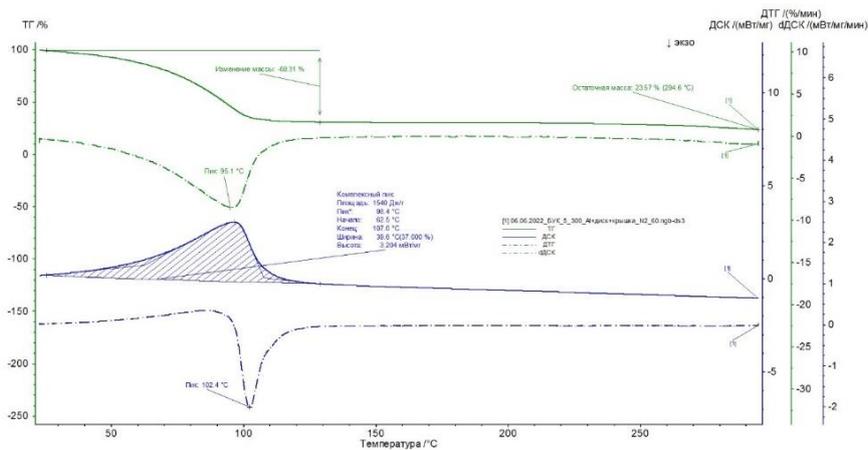
Для получения сведений о механизме дегидратации и количественном содержании в образцах свободной и связанной воды полученные данные кривых ТГ были обработаны по методикам, описанным в работах [7-9].

Результаты исследований

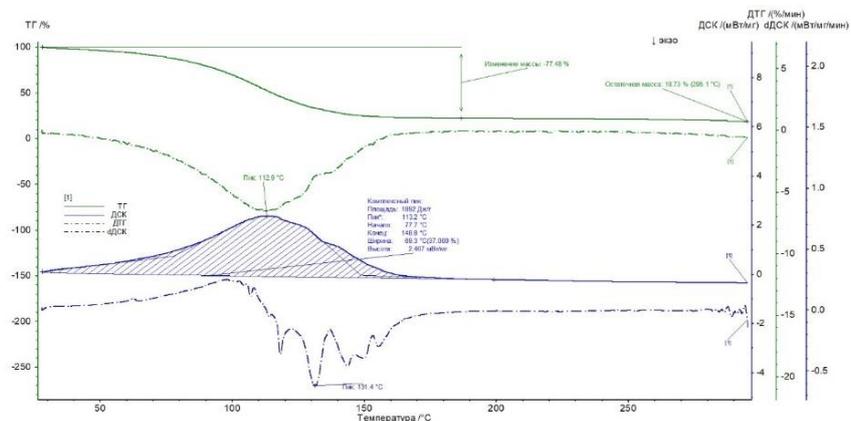
Общая влагоемкость продуктов питания является важнейшей характеристикой, влияющей на структуру, консистенцию и микробиологические показатели [10]. В зависимости от способности молекул воды к участию в химических, биохимических и микробиологических изменениях пищевых систем воду принято подразделять на свободную и связанную [11, 12].

Исследование общего влагосодержания и количественного соотношения различных форм связи воды в продуктах питания возможно путем неизотермического термического

анализа. Первичная информация, полученная на приборе STA 449 F3 Jupiter, представлена на рисунках 1 и 2.

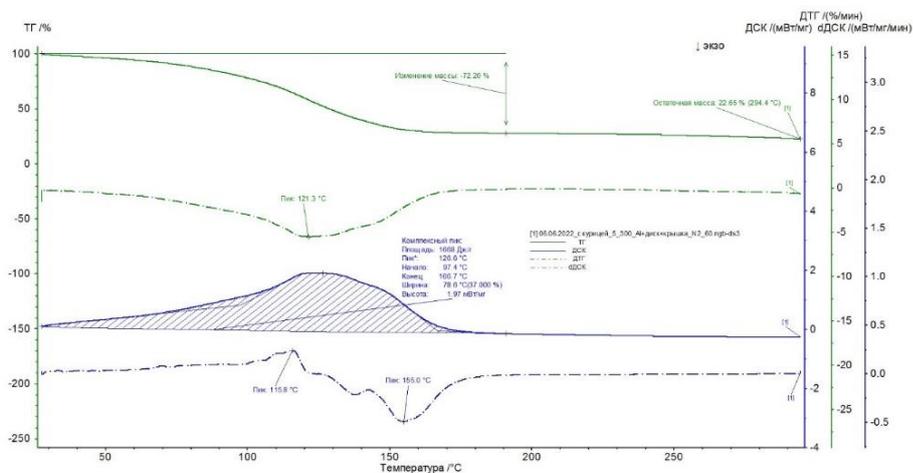


а

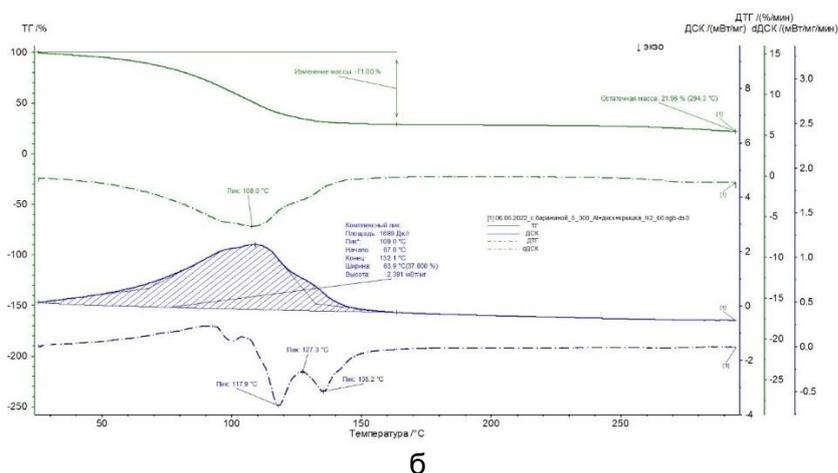


б

а – белково-углеводный концентрат (БУК), б – базовая рецептура фарша (контроль)
Рисунок 1 – Термограммы образцов



а



б

а – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса птицы и содержащая 25% БУК, б – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса баранины и содержащая 20% БУК

Рисунок 2 – Термограммы образцов

На всех термограммах (рис. 1, 2) кривые ТГ образцов демонстрируют активное снижение массы в интервале от 30°C до 107-167°C, которое связано с удалением летучих компонентов. Температуры пика и окончания теплового превращения зависят от природы, состава и структурной неоднородности образцов (табл. 2). Данное изменение массы сопровождается пиком эндотермического теплового превращения на кривых ДСК для всех образцов. Нагревание до более высоких температур к существенным изменениям массы не приводит. В таблице 2 представлены параметры термограмм исследованных образцов: № 1 – белково-углеводная композиция (БУК), № 2 – базовая рецептура фарша (контроль), № 3 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса птицы и содержащая 25% БУК, № 4 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса баранины и содержащая 20% БУК.

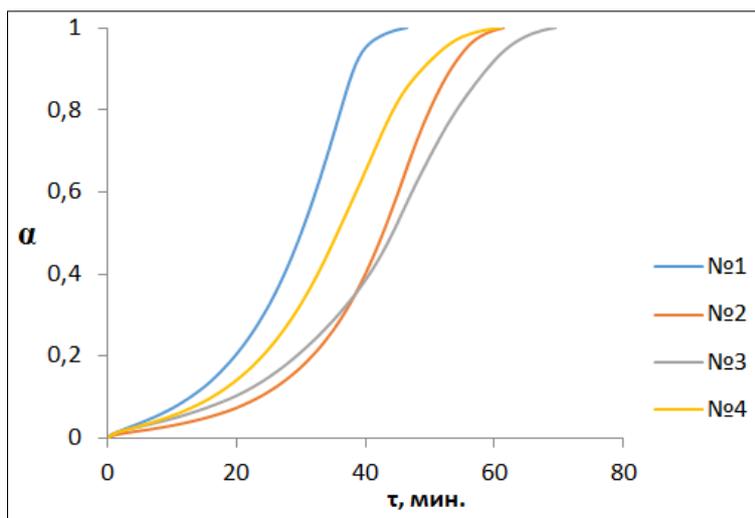
Таблица 2 – Параметры термограмм, исследованных образцов по данным рисунков 1 и 2

Параметры комплексных пиков	Образцы			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 5
Кривые ДСК				
Температурный интервал пика, °C	62,5-107,6	80,7-149,7	97,4-166,7	67,8-147,0
Температура экстремума пика, °C	96,4	120,9	126,6	109,0
Площадь, Дж/г	1540	1858	1668	1689
Кривые ТГ				
Остаток массы образца в конце теплового превращения, %	31,64	21,54	28,78	29,75
Температура окончания теплового превращения, °C	115,9	149,7	166,7	147,0
Температура экстремума теплового превращения, °C	96,4	119,9	121,3	108,0

Нагревание приводит к удалению из фазы исследованных образцов кинетически активных в данных условиях частиц. Поэтому на начальном этапе термолиза удаляется свободная вода. По мере роста температуры в процессе снижения массы образца будут участвовать всё менее и менее активные частицы. В температурном интервале 60-80°C большинство белков подвергаются денатурации без потери массы, а при температурах выше 100-120°C дегидратация может сопровождаться термическим разложением полипептидов с выделением летучих продуктов распада [7, 8].

Для выявления механизма и значений кинетических параметров процесса термолиза исследованных образцов применяли метод, основанный на зависимости степени превращения вещества (α) от времени (τ) [7-9]. Величину α рассчитывали по кривым ТГ как

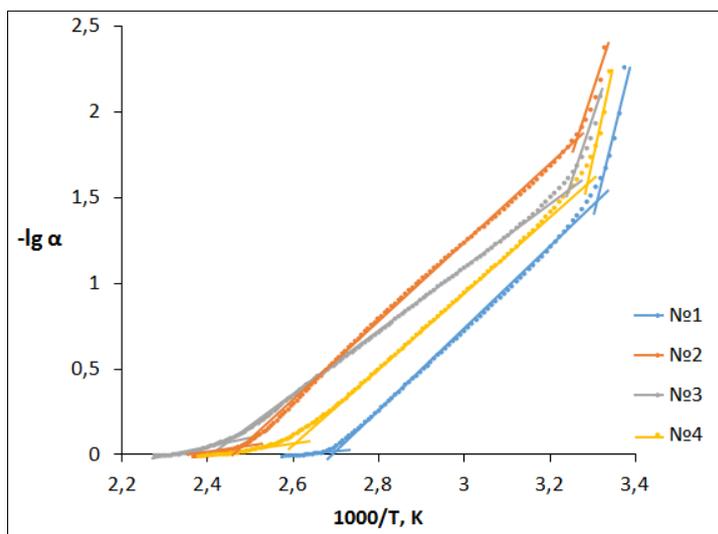
отношение количества удаленного при данной температуре летучего компонента к общей потере массы образца в конце теплового превращения.



№ 1 – БУК, № 2 – базовая рецептура фарша (контроль), №3 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса птицы и содержащая 25% БУК, №4 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса баранины и содержащая 20% БУК.

Рисунок 3 – Зависимость степени превращения α от времени τ для образцов

На рисунке 3 представлена кинетическая кривая изменения степени превращения вещества (α) в процессе термолиза исследованных образцов. Зависимость имеет S-образный вид для всех образцов, что подтверждает наличие различий в скорости удаления летучих компонентов на разных этапах (степенях) процесса. Малая скорость нагрева (2 град/мин) и небольшой температурный интервал, в котором происходит дегидратация образцов, позволяют применить для описания механизма этого процесса положения изотермической кинетики. С целью выявления температурных характеристик ступеней дегидратации для образцов № 1-4 (рис. 3) были построены зависимости в координатах $\lg \alpha$ от $1/T$ (рис. 4).



№1 – БУК, №2 – базовая рецептура фарша (контроль), №3 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса птицы и содержащая 25% БУК, №4 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса баранины и содержащая 20% БУК.

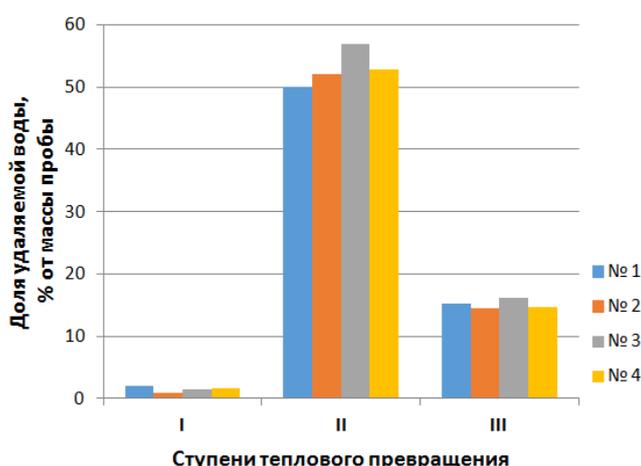
Рисунок 4 – Зависимость степени превращения α от температуры T для образцов

Данные о кинетике дегидратации образцов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Кинетические характеристики дегидратации образцов № 1-4

Образец	Степень дегидратации	ΔT , К	Δt , °С	$\Delta \alpha$, % от массы удаленной воды	Доля удаленной воды, % от массы пробы
№ 1	I	295-304	22-31	0,0-3,00	2,04
	II	304-367	31-94	3,00-76,2	50,1
	III	367-389	94-116	76,2-100	15,3
№ 2	I	300-305	27-32	0-1,08	0,80
	II	305-399	32-126	1,08-78,4	52,1
	III	399-423	126-150	78,4-100	14,4
№ 3	I	300-307	27-34	0-2,01	1,44
	II	307-410	34-137	2,01-80,8	56,9
	III	410-440	137-167	80,8-100	16,1
№ 4	I	298-305	25-32	0-2,25	1,58
	II	305-385	32-112	2,25-77,4	52,8
	III	385-420	112-147	77,4-100	14,7

Таким образом, исследованные образцы преимущественно содержат в своем составе свободную воду, удаляемую на первой и второй ступенях дегидратации, ее доля достигает 57%. Содержание связанной воды в образцах находится на уровне 14-16%. Распределение удаленной воды по ступеням дегидратации для исследованных образцов в процессе термолиза представлено на рисунке 5.



№1 – БУК, №2 – базовая рецептура фарша (контроль), №3 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса птицы и содержащая 25% БУК, №4 – рецептура фарша, модифицированная с использованием мяса баранины и содержащая 20% БУК.

Рисунок 5 – Распределение удаленной воды по ступеням дегидратации при термолизе образцов

Обсуждение научных результатов

Площадь комплексных пиков на кривых ДСК пропорциональна значению тепловых эффектов наблюдаемых процессов. Сравнение параметров термограмм для образцов № 1-4 (рис. 1, табл. 2) показывает самое низкое значение площади комплексного пика для БУК по сравнению с другими образцами. При этом самое большое значение теплового эффекта демонстрирует контрольный образец. Образцы № 3 и № 4, представляющие собой композиты базовой рецептуры фарша с мясом птицы и баранины соответственно, а также включающие БУК, демонстрируют близкие значения площадей пиков тепловых превращений (рис. 2, табл. 2). Полученные данные свидетельствуют о выравнивании и снижении комплексных тепловых эффектов удаления летучих компонентов из фазы образцов № 3 и № 4 по сравнению с контрольным образцом № 2 при добавлении в мясной фарш белково-углеводного концентрата.

Температурные зависимости степени превращения для образцов № 1-4 имеют по три линейных участка (рис. 4), каждый из которых соответствует ступени удаления летучих

компонентов из фазы образца. Имеющиеся в литературе сведения и применяемая в сушильных технологиях классификация форм связи влаги [11-13] позволяют предположить, что первая ступень дегидратации соответствует удалению физико-механически связанной влаги, заполняющей капилляры и узкие поры образца. Это молекулы, обладающие наибольшей кинетической активностью вследствие малой энергии связи с материалом. Переход ко второй ступени дегидратации для всех образцов происходит плавно ввиду наложения друг на друга процессов удаления влаги разной степени связанности (рис.4).

Второй этап дегидратации является самым продолжительным и связан с удалением осмотически связанной влаги, локализованной внутри клеток и формирующей гель. Молекулы осмотически связанной воды обладают высокой кинетической активностью и небольшой степенью связанности с материалом образца.

Дальнейшее увеличение температуры до 130-150°C и более приводит к удалению прочно связанной с гидратационными центрами адсорбционной и химически связанной влаги, а также к частичному термолизу матрицы образцов. Последнее подтверждается сложной формой пиков ДСК на термограммах в области высоких температур (рис. 1 и 2).

Результаты, представленные в таблице 3, позволяют сравнить температурные интервалы ступеней теплового превращения и количества удаляемой на отдельных стадиях дегидратации воды из фазы исследованных образцов. Первая ступень, соответствующая удалению физико-механически связанной влаги, протекает в интервале температур от комнатной до 32-34°C для всех образцов. Количество такой воды в фазе проб не превышает 2%. Осмотически связанная влага, удаляемая на второй ступени, составляет основу всей воды, насыщающей пробы. Ее количество максимально в составе образцов № 2 и 3. При этом для образцов 2 и 3 также характерен самый широкий температурный интервал второй ступени дегидратации: 94°C и 103°C соответственно. Удаление адсорбционно и химически связанной влаги на третьей ступени теплового превращения происходит при высоких температурах и может сопровождаться термолизом компонентов проб. Доля удаляемой на данной стадии процесса влаги из фазы образцов не превышает 16,3%, максимальна для БУК и минимальна для образца № 4 (13,7%).

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о более высоком уровне гидратации образцов № 3 и № 4, приготовленных по модифицированным рецептурам с БУК, по сравнению с контрольным образцом. Данный факт обусловлен влиянием на степень связанности молекул воды белково-углеводного комплекса, содержащего в своем составе полисахариды, а также простые сахара и дисахариды. Благодаря способности низкомолекулярных углеводов, формировать дополнительные водородные связи с водой и белковыми компонентами, показанное в работе [14], дисахариды БУК увеличивают гидратацию модифицированных образцов.

Помимо вещественного состава, на гидратацию и влагоудерживающую способность фаршей при термической обработке влияют их микроструктурные особенности.

Список литературы

1. Красуля О.Н., Николаева С.В., Токарев А.В., Краснов А.Е., Панин И.Г. Моделирование рецептур пищевых продуктов и технологий их производства: теория и практика. – Санкт-Петербург, Издательство: ГИОРД. – 2015. – 320 с.
2. Таипов Т.А. Опыт и экономические проблемы производства мяса и продуктов его переработки в Казахстане // Фундаментальные исследования. – 2018. – № 8. – С. 105-109; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42247> (дата обращения: 07.12.2023).
3. Письменный С.А., Варивода А.А. Разработка технологии эмульсионных продуктов с белково-углеводной композицией // Ползуновский вестник. – 2022. – № 1. – С. 15-22.
4. Попова Я.А., Курчаева Е.Е., Бутко В.В. Перспективы использования белково-углеводных композиций в производстве эмульгированных мясных изделий // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2021. – № 1(16). – С. 54-59.
5. Гартованная Е.А., Иванова К.С. Биологическая безопасность фарша на основе мяса перепела, обогащенного белково-углеводной композицией и ферментом трансклутаминазой // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 1(154). – С. 139-145.

6. Способ производства мясных рубленых полуфабрикатов с добавлением белково-углеводной композиции. Патент №7277, Республика Казахстан, 2022/0376.2 (22) 03.05.2022 (45) 08.07.2022.
7. Шахов С.В., Саранов И.А., Садибаев А.К., Малибеков А.А., Литвинов Е.В., Груздов П.В. Исследование форм связи влаги в рапсе методом термогравиметрического анализа // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81. № 1 (79). – С. 27-31.
8. Глотова И.А., Кусакина О.С., Перегончая О.В., Синяева Л.А. Дегидратация мяса виноградной улитки "Helix pomatia" при исследовании методами ИК-спектроскопии и термического анализа // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2017. – Т. 17. – № 3. С. 460-465.
9. Курчаева Е.Е., Перегончая О.В. Влияние добавок пищевых волокон на влагоемкость мясных полуфабрикатов по данным синхронного термического анализа // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2018. – № 2(11). – С. 165-170.
10. Cherednichenko, O., Val-Prylypko, L., Paska, M., & Nikolaenko, M. (2021). Expediency of creation of technology of production of meat products of long term of storage of the combined structure. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 723, Issue 3, p. 032086). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/723/3/032086>
11. Вода в полимерах / Под ред. Роуланда. – М.: Мир, 1984. – 315 с.
12. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. Пищевая химия. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 640 с.
13. Рогов И.А., Митасева Н.С., Николаев Н.С., Юзов С.Г. Активность воды в многокомпонентных пищевых системах – М.: МГУПБ, 2009. – 67 с.
14. Liu F., Teodorowicz M., van Boekel M.A.J.S., Wichers H.J., & Hettinga K.A. (2016). The decrease in the IgG-binding capacity of intensively dry heated whey proteins is associated with intense Maillard reaction, structural changes of the proteins and formation of RAGE-ligands. In Food & Function. – 2016. – Vol. 7, Issue 1. – P. 239-249. Royal Society of Chemistry (RSC). <https://doi.org/10.1039/c5fo00718f>

References

1. Krasulya O.N., Nikolaeva S.V., Tokarev A.V., Krasnov A.E., Panin I.G. Modelirovanie receptur pishchevykh produktov i tekhnologij ih proizvodstva: teoriya i praktika. – Sankt-Peterburg, Izdatel'stvo: GIORД. – 2015. – 320 p. (In Russian).
2. Таіпов Т.А. Опыт і економіческіе проблемы производства мяса і продуктов его переработки в Казахстане // Fundamental'nye issledovaniya. – 2018. – № 8. – P. 105-109; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42247> (data obrashcheniya: 07.12.2023). (In Russian).
3. Pis'mennyj S.A., Varivoda A.A. Razrabotka tekhnologii emul'sionnykh produktov s belkovo-uglevodnoj kompoziciej // Polzunovskij vestnik. – 2022. – № 1. – P. 15-22. (In Russian).
4. Popova YA.A., Kurchaeva E.E., Butko V.V. Perspektivy ispol'zovaniya belkovo-uglevodnykh kompozicij v proizvodstve emul'gированных мясных изделий // Tekhnologii i tovarovedenie sel'skohozyajstvennoj produkcii. – 2021. – № 1(16). – P. 54-59. (In Russian).
5. Gartovannaya E.A., Ivanova K.S. Biologicheskaya bezopasnost' farsha na osnove myasa perepela, obogashchennogo belkovo-uglevodnoj kompoziciej i fermentom transglyutaminazoj // Vestnik KrasGAU. – 2020. – № 1(154). – P. 139-145. (In Russian).
6. Sposob proizvodstva myasnyh rublenykh polufabrikatov s dobavleniem belkovo-uglevodnoj kompozicii. Patent №7277, Respublika Kazahstan, 2022/0376.2 (22) 03.05.2022 (45) 08.07.2022. (In Russian).
7. Shahov S.V., Saranov I.A., Sadibaev A.K., Malibekov A.A., Litvinov E.V., Gruzдов P.V. Issledovanie form svyazi vlagi v rapse metodom termogravimetriceskogo analiza // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologij. – 2019. – Т. 81. – № 1(79). – P. 27-31. (In Russian).
8. Glotova I.A., Kusakina O.S., Peregonchaya O.V., Sinyaeva L.A. Degidratsiya myasa vinogradnoj ulitki "Helix pomatia" pri issledovanii metodami IK-spektrskopii i termicheskogo analiza // Sorbcionnye i hromatograficheskie processy. – 2017. – Т. 17. – № 3. – P. 460-465. (In Russian).

9. Kurchaeva E.E., Peregonchaya O.V. Vliyanie dobavok pishchevyyh volokon na vlaguemkost' myasnyh polufabrikatov po dannym sinhronnogo termicheskogo analiza // Tekhnologii i tovarovedenie sel'skohozyajstvennoj produkcii. – 2018. – № 2 (11). – P. 165-170. (In Russian).
10. Cherednichenko O., Bal-Prylypko L., Paska M., & Nikolaenko M. Expediency of creation of technology of production of meat products of long term of storage of the combined structure. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021 (Vol. 723, Issue 3, p. 032086). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/723/3/032086>. (In English).
11. Voda v polimerah / Pod red. Roulenda. – M.: Mir, 1984. – 315 p. (In Russian).
12. Nechaev A.P., Traubenberg S. E., Kochetkova A.A. Pishchevaya himiya. – SPb.: GIOR, 2003. – 640 p. (In Russian).
13. Rogov I.A., Mitaseva N.S., Nikolaev N.S., YUzov S.G. Aktivnost' vody v mnogokomponentnyh pishchevyyh sistemah – M.: MGUPB. – 2009. – 67 p. (In Russian).
14. Liu F., Teodorowicz, M., van Boekel M.A.J.S., Wichers H.J., & Hettinga K.A. The decrease in the IgG-binding capacity of intensively dry heated whey proteins is associated with intense Maillard reaction, structural changes of the proteins and formation of RAGE-ligands. In Food & Function. – 2016. – Vol. 7, Issue 1. – P. 239-249. Royal Society of Chemistry (RSC). <https://doi.org/10.1039/c5fo00718f>. (In English).

М.А. Абсалимова^{1*}, А.М. Таева¹, Б.А. Рскелдиев¹, О.В. Перегончая², И.А. Глотова²

¹Алматы технологиялық университеті,

050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Төле би к-сі, 100

²Император Петр I атындағы Воронеж мемлекеттік аграрлық университеті,
394087, Ресей, Воронеж қаласы, Мичурин көшесі, 1

*e-mail: m.absalimova@atu.kz

АҚУЫЗ-КӨМІРСУ ҚҰРАМЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ӨЗГЕРТІЛГЕН, ТУРАЛҒАН ЕТ ЖАРТЫЛАЙ ФАБРИКАТТАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫНДАҒЫ ЫЛҒАЛ БАЙЛАНЫСЫНЫҢ ФОРМАЛАРЫНЫҢ АРАҚАТЫНАСЫ

Қазақстан Республикасының тұтыну нарығында ет жартылай фабрикаттары танымал өнімдер болып табылады. Бұл ретте тұтынушылық сұраныс трендтеріне сәйкес басым позицияны туралған жартылай фабрикаттар алады. Туралған жартылай фабрикаттардың рецептураларында ет шикізатының бір бөлігін ауыстырудың тиімді тәсілі өсімдік шикізатын пайдалану арқылы ет шикізаты мен оның негізіндегі өнімдердің функционалды аналогтарын жасау болып табылады. Дәстүрлі құрамдағы ет жартылай фабрикаттарының негізгі рецептураларынан кем түспейтін тамақ жүйесінің гидратациялық сипаттамаларын қамтамасыз ету маңызды міндет болып табылады. Жұмыстың мақсаты-соя оқарасынан, ноқат ұнынан және КСБ-80 сарысуы ақуызының концентратынан алынған ақуыз-көмірсу құрамының (АКК) ет шикізатының-сыыр етінің, қой етінің, құс етінің Қазақстан Республикасы үшін өзекті түрлерін пайдалана отырып, тартылған ет жартылай фабрикаттарындағы ылғал сыйымдылығына және ылғал байланысының формаларының арақатынасына әсерін зерттеу. Нәтижелер термиялық түрлендіру сатыларының температуралық интервалдарын және зерттелген үлгілер фазасынан судың дегидратациясының жекелеген сатыларында жойылатын мөлшерді салыстыруға мүмкіндік береді. Физикалық-механикалық байланысқан ылғалды кетіруге сәйкес келетін бірінші кезең барлық үлгілер үшін бөлме температурасынан 32-34°C температураға дейінгі аралықта өтеді. Сынама фазасындағы мұндай судың мөлшері 2%-дан аспайды. Екінші сатыда алынған осмотикалық байланысқан ылғал сынамаларды қанықтыратын барлық судың негізін құрайды. Оның саны № 2 және №3 үлгілердің құрамында барынша көп. Сонымен қатар, № 2 және № 3 үлгілер дегидратацияның екінші сатысының ең кең температуралық интервалымен сипатталады: сәйкесінше 94 °C және 103°C. Жылу конверсиясының үшінші сатысында адсорбциялық және химиялық байланысқан ылғалды кетіру жоғары температурада жүреді және сынама компоненттерінің термолізімен бірге жүруі мүмкін. Процестің осы кезеңінде үлгілер фазасынан алынатын ылғалдың үлесі 16,3%-дан аспайды, бұл АКК үшін өте жоғары және №4 үлгі үшін аз (13,7 %) болып табылады. Нәтижелер бақылау үлгісімен салыстырғанда

АКК-мен модификацияланған рецептуралар бойынша дайындалған үлгілерді ылғалдандырудың жоғары деңгейін көрсетеді. Бұл құрамында полисахаридтер, сондай-ақ қарапайым қанттар мен дисахаридтер бар ақуыз-көмірсулар кешенінің су молекулаларының байланыс дәрежесіне әсер етуіне байланысты.

Түйін сөздер: бос су, байланысқан су, ылғалдылық, ылғал сыйымдылығы, дегидратация, изотермиялық термиялық талдау, дифференциалды сканерлеу калориметриясы.

M.A. Absalimova^{1*}, A.M. Taeva¹, B.A. Rskeldiev¹, O.V. Peregonchaya², I.A. Glotova²

¹Almaty Technological University,
100, Tolebi str., Almaty, 050012, Republic of Kazakhstan.

²Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great,

²Michurina str., Voronezh, 394087, Russia.

*e-mail: m.absalimova@atu.kz

MOISTURE BINDING RATIO FORMS IN FORMULATIONS OF MINCED MEAT SEMI-FINISHED PRODUCTS MODIFIED USING PROTEIN-CARBOHYDRATE COMPOSITION

Abstract: Popular products in the consumer market of the Republic of Kazakhstan are meat semi-finished products. At the same time, according to trends in consumer demand, chopped semi-finished products retain priority positions. An effective approach to replace part of meat raw materials in the formulations of chopped semi-finished products is the development of functional analogs of meat raw materials and products on its basis using vegetable raw material sources. An important task is to ensure the hydration characteristics of the food system, are not inferior to the basic recipes of meat semi-finished products of traditional composition. The work aims to investigate the influence of protein-carbohydrate composition (PCC) from soya okara, chickpea flour, and whey protein concentrate WPC-80 on moisture capacity and the ratio of forms of moisture binding in meat minced semi-finished products with the use of actual for the Republic of Kazakhstan types of meat raw materials - beef, mutton, poultry meat. The results allow for comparing temperature intervals of stages of thermal transformation and the quantity of water removed at separate stages of dehydration from the phase of investigated samples. The first stage, corresponding to the removal of physico-mechanically bound moisture, occurs in the temperature range from room temperature to 32-34°C for all samples. The amount of such water in the sample phase does not exceed 2 %. Osmotically bound moisture removed at the second stage is the basis of all water saturating the samples. Its quantity is maximum in the composition of samples № 2 and № 3. At the same time, the widest temperature range of the second stage of dehydration also characterizes samples № 2 and 3: 94 °C and 103 °C, respectively. Removal of adsorption and chemically bound moisture at the third stage of thermal transformation occurs at high temperatures and may be accompanied by thermolysis of sample components. The share of moisture removed at this stage of the process from the phase of the sample does not exceed 16.3 %, which is maximum for PCC and minimum for sample № 4 (13.7 %). The results indicate a higher hydration level of the samples prepared according to the modified formulations with PCC, compared to the control sample. This is due to the influence of protein-carbohydrate complexes containing polysaccharides, simple sugars, and disaccharides on the degree of water molecules binding.

Key words: free water, bound water, moisture content, moisture capacity, dehydration, non-isothermal thermal analysis, differential scanning calorimetry

Сведения об авторах

Мамура Абсаттарқызы Абсалимова* – магистр техники и технологии, ассистент кафедры «Технология пищевых продуктов»; Алматинский технологический университет города Алматы, Республика Казахстан; e-mail: m.absalimova@atu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2856-1013>.

Айгуль Маратовна Таева – доктор технических наук, профессор кафедры «Технология пищевых продуктов», Алматинский технологический университет города Алматы, Республика Казахстан; e-mail: aigul_tueva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4766-9364>.

Бердикул Абдазимович Рскелдиев – доктор технических наук, профессор кафедры «Технология пищевых продуктов», Алматинский технологический университет города Алматы, Республика Казахстан; e-mail: berdan_r@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2133-0538>.

Ольга Владимировна Перегончая – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры химии, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I города Воронеж, Российская Федерация; e-mail: ovp177@yandex.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8779-9027>.

Ирина Анатольевна Глотова – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I города Воронеж, Российская Федерация; e-mail: glotova-irina@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9991-1183>.

Авторлар туралы мәліметтер

Мамура Абсаттарқызы Абсалимова* – техника және технология магистрі, «Тамақ өнімдерінің технологиясы» кафедрасының ассистенті; Алматы қаласының Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: m.absalimova@atu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2856-1013>.

Айгүль Маратқызы Таева – техника ғылымдарының докторы, «Тамақ өнімдерінің технологиясы» кафедрасының профессоры, Алматы қаласының Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: aigul_taeва@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4766-9364>.

Бердіқұл Әбдәзімұлы Рскелдиев – техника ғылымдарының докторы, «Тамақ өнімдерінің технологиясы» кафедрасының профессоры, Алматы қаласы Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: berdan_r@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2133-0538>.

Ольга Владимировна Перегончая – химия ғылымдарының кандидаты, доцент, химия кафедрасының доценті, Воронеж қаласының император Петр I атындағы Воронеж мемлекеттік аграрлық университеті, Ресей Федерациясы; e-mail: ovp177@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8779-9027>.

Ирина Анатольевна Глотова – техника ғылымдарының докторы, «Ауыл шаруашылығы өнімдерін сақтау және қайта өңдеу технологиялары» кафедрасының профессоры, Воронеж қаласының император Петр I атындағы Воронеж мемлекеттік аграрлық университеті, Ресей Федерациясы; e-mail: glotova-irina@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9991-1183>.

Information about the authors

Mamura Absattarkyzy Absalimova* – Master of Engineering and Technology, assistant of the department «Technology of food products»; Almaty Technological University of Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: m.absalimova@atu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2856-1013>.

Aigul Maratovna Taeva – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of «Technology of food products», Almaty Technological University of Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: aigul_taeва@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4766-9364>.

Berdikul Abdazimovich Rskeldiev – Doctor of Technical Sciences, Professor, Food Technology Department, Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: berdan_r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2133-0538>.

Olga Vladimirovna Peregonchaya – Olga Vladimirovna Peregonchaya – PhD in Chemistry, Associate Professor, Associate Professor, Department of Chemistry, Emperor Peter the Great Voronezh State Agrarian University, Voronezh, Russian Federation; e-mail: ovp177@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8779-9027>.

Irina Anatolievna Glotova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of «Technologies of storage and processing of agricultural products», Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, Russian Federation; e-mail: glotova-irina@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9991-1183>.

Материал поступил в редакцию 08.12.2023 г.