

УДК 637.073

UDC 637.073

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕГИДРАТАЦИИ БИОПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ В СОСТАВЕ ПТИЦЕПРОДУКТОВ**

**RESEARCH OF THE DEHYDRATION PROCESSES OF BIOPOLYMER SYSTEMS IN POULTRY PRODUCTS**

Глотова Ирина Анатольевна  
д.т.н., доцент  
РИНЦ SPIN-код=5093-3368 Author ID=134511  
Scopus Author ID=55996327600  
[glotova-irina@yandex.ru](mailto:glotova-irina@yandex.ru)

Glotova Irina Anatolyevna  
Dr.Sci.Tech., Associate Professor  
RSCI SPIN code=5093-3368 Author ID=134511  
Scopus Author ID=55996327600  
[glotova-irina@yandex.ru](mailto:glotova-irina@yandex.ru)

Литовкин Артём Николаевич  
Аспирант  
РИНЦ SPIN-код=3991-9594 Author ID=801925  
[litovkin1990@mail.ru](mailto:litovkin1990@mail.ru)

Litovkin Artem Nikolaevich  
Graduate student  
RSCI SPIN code=3991-9594 Author ID= 801925  
[litovkin1990@mail.ru](mailto:litovkin1990@mail.ru)

Артёмов Евгений Сергеевич  
Старший преподаватель  
РИНЦ SPIN-код=5896-1623 Author ID=617749  
[evgeartemov@yandex.ru](mailto:evgeartemov@yandex.ru)

Artemov Evgeny Sergeevich  
Senior lecturer  
RSCI SPIN code=5896-1623 Author ID=617749  
[evgeartemov@yandex.ru](mailto:evgeartemov@yandex.ru)

Ермолова Анастасия Викторовна  
Студентка  
[nastya-ermolova@yandex.ru](mailto:nastya-ermolova@yandex.ru)  
*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Воронеж, Россия*

Ermolova Anastasiya Viktorovna  
Student  
[nastya-ermolova@yandex.ru](mailto:nastya-ermolova@yandex.ru)  
*Voronezh State Agricultural University n.a. Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia*

Шахов Сергей Васильевич  
д.т.н., профессор  
РИНЦ SPIN-код=2465-3674 Author ID=106083  
Scopus Author ID=57078826300  
[s\\_shahov@mail.ru](mailto:s_shahov@mail.ru)

Shahov Sergey Vasilyevich  
Dr.Sci.Tech., Professor  
RSCI SPIN code=2465-3674 Author ID=106083  
Scopus Author ID=57078826300  
[s\\_shahov@mail.ru](mailto:s_shahov@mail.ru)

Саранов Игорь Александрович  
Аспирант  
РИНЦ SPIN-код=9537-2659 Author ID=751082  
[mr.saranov@mail.ru](mailto:mr.saranov@mail.ru)  
*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж, Россия*

Saranov Igor Aleksandrovich  
Graduate student  
RSCI SPIN code=9537-2659 Author ID=751082  
[mr.saranov@mail.ru](mailto:mr.saranov@mail.ru)  
*Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia*

Представлены результаты исследования соотношения водных фракций, различающихся по энергии связи с биоматериалом в составе птицепродуктов различного тканевого и биополимерного состава. Использован метод дифференциальной сканирующей калориметрии. В качестве объектов исследования использованы экспериментальные и промышленные образцы птицепродуктов. Экспериментальные образцы получали путем термовлажностной обработки голов и ног цыплят-бройлеров под избыточным давлением 0,24 МПа. Объектами сравнения служили промышленные образцы птицепродуктов: паштет из куриного мяса многокомпонентного состава (фарш куриный, жир свиной, вода, печень свиная, лук, мука пшеничная, соевый белок, эмульгирующие, вкусоароматические, цвето-

The article presents the results of the study of the ratio of the water fractions, which differ on binding energy with the biomaterial in the composition of poultry products having various fabric and polymeric structure. The authors used the method of differential scanning calorimetry. The objects for the research were experimental and industrial samples of poultry products. We prepared the experimental samples by wet thermal treatment of broilers heads and feet at the pressure of 0.24 MPa. The objects for comparison were the products of industrial production of poultry meat: the paste of chicken meat with multicomponent composition (minced chicken, pork fat, water, pork liver, onions, wheat flour, soy protein, emulsifying, the taste and flavor food additives, color correction sup-

корректирующие пищевые добавки); натуральные мясные консервы «Мясо цыпленка в собственном соку» (ГОСТ 28589-90). Анализ показал, что головы цыплят-бройлеров, ноги цыплят-бройлеров, паштет многокомпонентного состава характеризуются близкими значениями массового соотношения водных фракций на трех ступенях дегидратации, соответствующим участкам на кривых зависимости степени превращения вещества  $\alpha$  от температуры нагрева в логарифмических координатах. Результаты могут быть использованы при разработке рецептур пищевых модулей для производства мясных эмульгированных продуктов из сырья, подвергнутого предварительной термической обработке. Прогнозируемый эффект состоит в повышении степени использования вторичного сырья при переработке птицы в основном производстве, расширении ассортимента продуктов питания обогащенного состава за счет натуральных сырьевых источников, повышении устойчивости сырьевой базы птицеперерабатывающих предприятий

Ключевые слова: ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ СКАНИРУЮЩАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ, ВОДНЫЕ ФРАКЦИИ, ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ, ДЕГИДРАТАЦИЯ, ПТИЦЕПРОДУКТЫ, ЦЫПЛЯТА-БРОЙЛЕРЫ, ГОЛОВЫ, НОГИ, ПАШТЕТНЫЕ МАССЫ  
**Doi: 10.21515/1990-4665-121-045**

plements); natural canned meat "Chicken in the own juice" (GOST 28589-90). The analysis showed that the investigated samples (broiles heads, broilers feet, multicomponent paste) were characterized by the similar values of the mass ratio of the water fractions at three stages of dehydration, the relevant sections of the curves based on the degree of conversion of the substance  $\alpha$  from the heating temperature in logarithmic coordinates. The results can be use in the development of formulations of food modules for the production of emulsified meat products from raw materials, subjected to preliminary heat treatment. We expect that the positive effect will be to increase the degree of utilization of secondary raw materials in the processing of poultry in primary production, expanding the range of foods enriched composition due to the natural raw material sources, improving sustainability of raw material base of processing companies

Keywords: DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETRY, THE WATER FRACTION, BINDING ENERGY, DEHYDRATION, POULTRY PRODUCTS, BROILER CHICKENS, HEADS, FEET, PASTE MASS

Процессы управляемой гидратации играют важную роль в технологии продуктов питания из сырья животного происхождения [3, 5, 8]. Не менее важно знать закономерности процессов дегидратации сырья животного происхождения и продуктов их переработки в условиях программируемого нагрева, так как это позволяет имитировать ключевые технологические процессы и моделировать их параметры, влияющие как на потребительские свойства производимых продуктов, так и на технико-экономические показатели производства [10, 12]. При этом приоритетная доля основного сырья в структуре себестоимости таких продуктов, с одной стороны, темпы роста рынка продуктов производства и переработки птицы, высокие уровни оценки биотехнологического потенциала не только основного, но и вторичного сырья при переработке птицы делают актуальной задачу научного обоснования процессов комплексной переработки ресурсов птицеперерабатывающей промышленности.

Приоритет и перспективу в данном направлении имеет разработка пищевых модулей с использованием голов и ног цыплят-бройлеров как

сырья с высокой степенью ресурсной обеспеченности и потенциальной доступности детерминированным группам потребителей, нуждающихся в коррекции пищевых рационов по аминокислотному, жирнокислотному, макроэлементному составу [1, 2, 6, 9].

Цель работы – сравнительная оценка соотношения водных фракций, различающихся формой и энергией связи с биополимерным матриксом в составе пищевых модулей из голов и ног цыплят-бройлеров, играющих роль в формировании функционально-технологических свойств (ФТС) и потребительских свойств эмульгированных продуктов типа паштетных масс. Этот фактор определяет такие важные ФТС гидратированных биополимерных систем мясного сырья, как водосвязывающая (ВСС) и влагоудерживающая (ВУС) способность, стабильность эмульсий жир - белок с участием водной фазы.

Вторичные продукты переработки птицы, такие как ноги и головы цыплят-бройлеров, характеризуются высокой массовой долей влаги – 59 и 69 % массы сырья соответственно. В качестве объектов исследования использованы экспериментальные и образцы птицепродуктов, полученные путем термовлажностной обработки голов и ног цыплят-бройлеров под избыточным давлением 0,24 МПа.

В качестве объектов сравнения использовали промышленные образцы птицепродуктов: паштет из куриного мяса «Нежный» (ТУ-9216-03470833990-14, производитель ОАО «Великоновгородский мясной двор», г. Великий Новгород); натуральные консервы «Консервы мясные. Мясо цыпленка в собственном соку» (ГОСТ-28589-90, производитель ООО «БалтРыбТех», Калининградская область, г. Гвардейск). Промышленный образец паштета отличается многокомпонентным составом (фарш куриный, жир свиной, вода, печень свиная, лук, мука пшеничная, соевый белок, а также эмульгирующие, вкусоароматические, цветокорректирующие пищевые добавки).

Характеристика образцов представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-химические и органолептические показатели исследуемых образцов птицепродуктов

Наименование и характеристика образца	Наименование, характеристика или значение показателя					Вкус и запах	Цвет
	Мас-совая доля жира, %	Мас-совая доля белка, %	Энергетическая ценность 100 г продукта		Внешний вид и консистенция		
			ккал	кДж			
Ноги цыплят-бройлеров (пищевой модуль, экспериментальный образец)	11,80	24,20	203,0	850,6	Фарш равномерно перемешан, без серых пятен и пустот	Вкус приятный, свойственный данному продукту, без посторонних запахов и привкуса	Светло-коричневый
Паштет из куриного мяса «Нежный» (промышленный образец)	35,0	5,0	335	1380	Пастообразная однородная масса		Светло-коричневый
«Консервы мясные. Мясо цыплёнка в собственном соку» (промышленный образец)	16,0	15,0	204	855	Плотные куски мяса в желеобразном бульоне		Коричневый
Головы цыплят-бройлеров (пищевой модуль, экспериментальный образец)	12,00	15,40	169,6	710,6	Фарш равномерно перемешан, без серых пятен и пустот		Светло-коричневый

Сосредоточившись большей частью в клетках тканей, вода находится в свободном и связанном состоянии. Массовая доля воды, а точнее соотношение её свободной и связанной форм является одной из важнейших характеристик продукта, влияющую на структуру, консистенцию и микробиологические показатели, в том числе при разработке пищевых модулей из голов и ног цыплят-бройлеров для получения паштетных масс.

Количество свободной и связанной влаги в образцах определяли дифференциальной сканирующей калориметрией (ДСК) и термогравиметрией (ТГ). ДСК основан на регистрации тепловых эффектов превращений, протекающих в исследуемом образце в условиях программированного воздействия температуры. Термогравиметрия позволяет установить изменения, протекающие в продукте, в том числе потерю массы в процессе повышения температуры [4, 7].

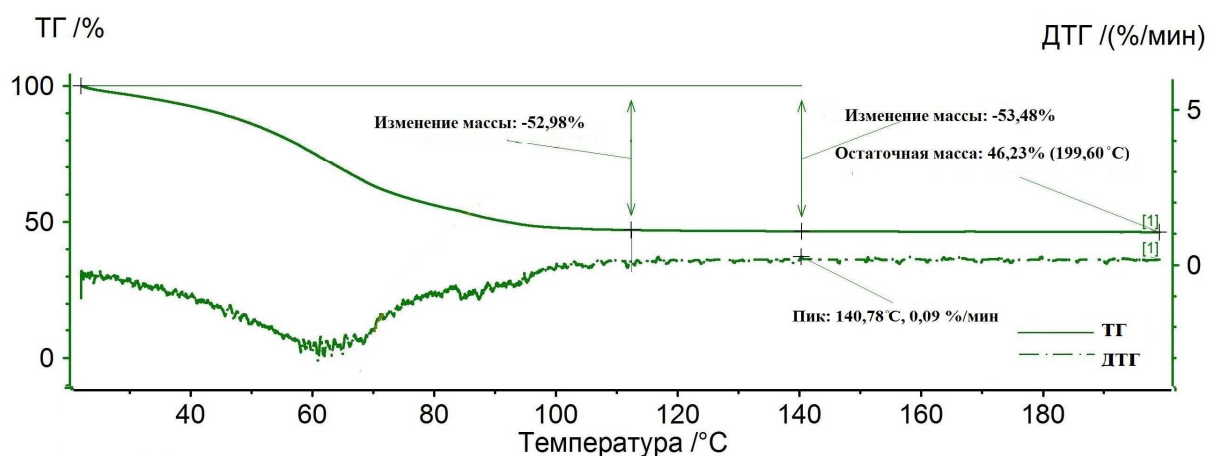
Исследования проведены в лаборатории центра коллективного пользования «Контроль и управление энергоэффективных проектов» ФГБОУ

ВО "Воронежский государственный университет инженерных технологий" 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).

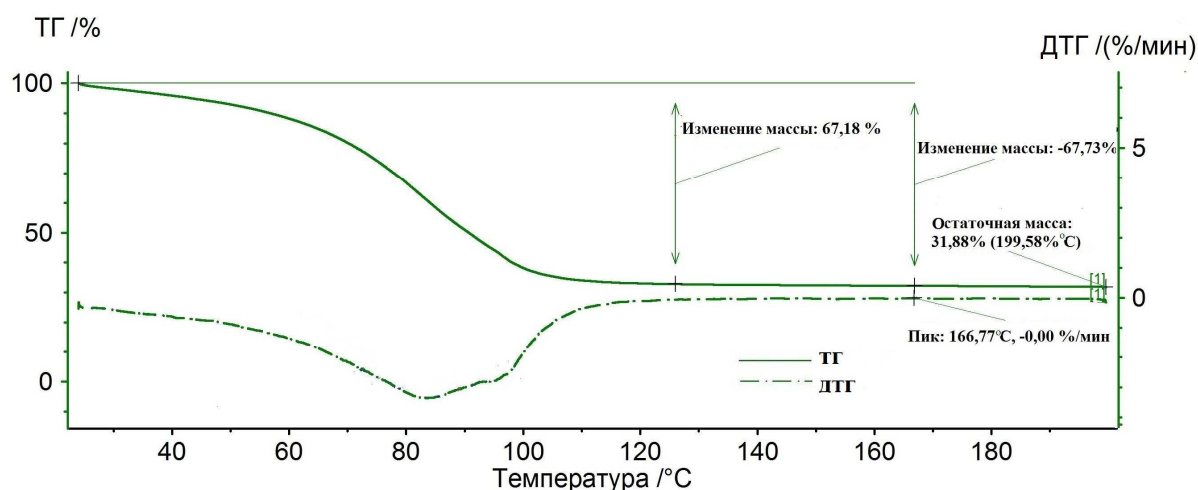
Программное обеспечение: NETZSCHProteus – Термический анализ.

Программа нагрева: нагрев от 25°C до 200 °C со скоростью 2 °C/мин.

Полученные данные представлены в виде кривых ТГ и ДТГ (рис. 1-2).



а



б

Рис. 1. Кривые потери массы (ТГ) и зависимость скорости изменения

массы (ДТГ) для образцов: а - ноги цыплят-бройлеров (пищевой модуль, экспериментальный образец); б – паштет «Нежный»

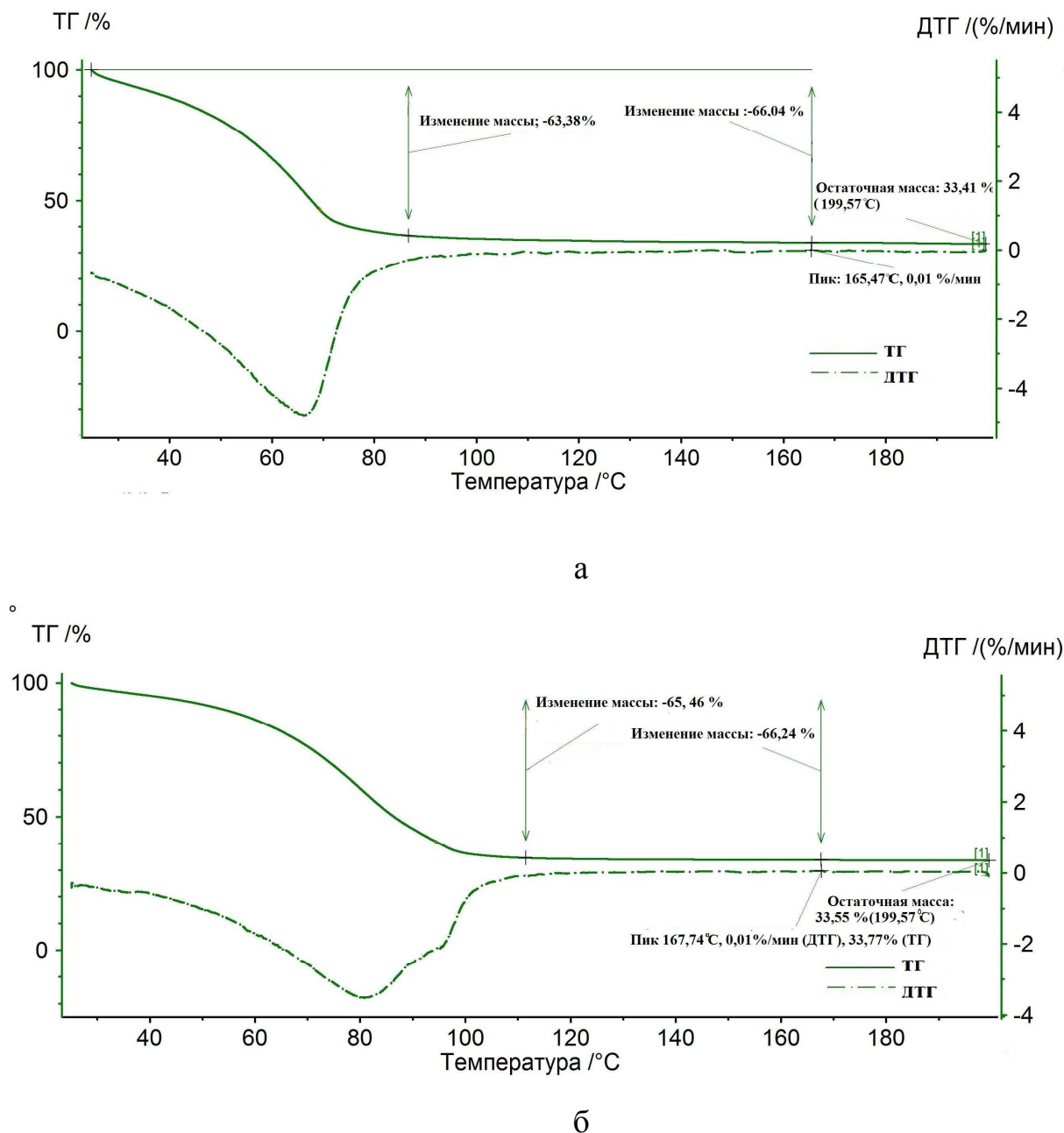


Рис. 2. Кривые потери массы (ТГ) и зависимость скорости изменения массы (ДТГ) для образцов: а – консервы мясные, мясо цыпленка в собственном соку; б – головы цыплят-бройлеров (пищевой модуль, экспериментальный образец)

Результатом температурного воздействия, оказанного на образцы, являлось монотонное убывание их массы, весовая потеря которой наблюдалась с температуры 30 °С и заканчивалась при 120 °С. Дальнейшее тем-

пературное воздействие существенное влияние на массу образцов не оказывает. Скорость изменения массы в исследуемых графически образцах представлена на кривых ДТГ.

В соответствии с методикой ДСК биообъектов [4, 7], для количественной оценки кинетически неравноценных молекул по полученным кривым участок изменения массы преобразуется в зависимость степени превращения вещества  $\alpha$  от температуры (рис. 3).

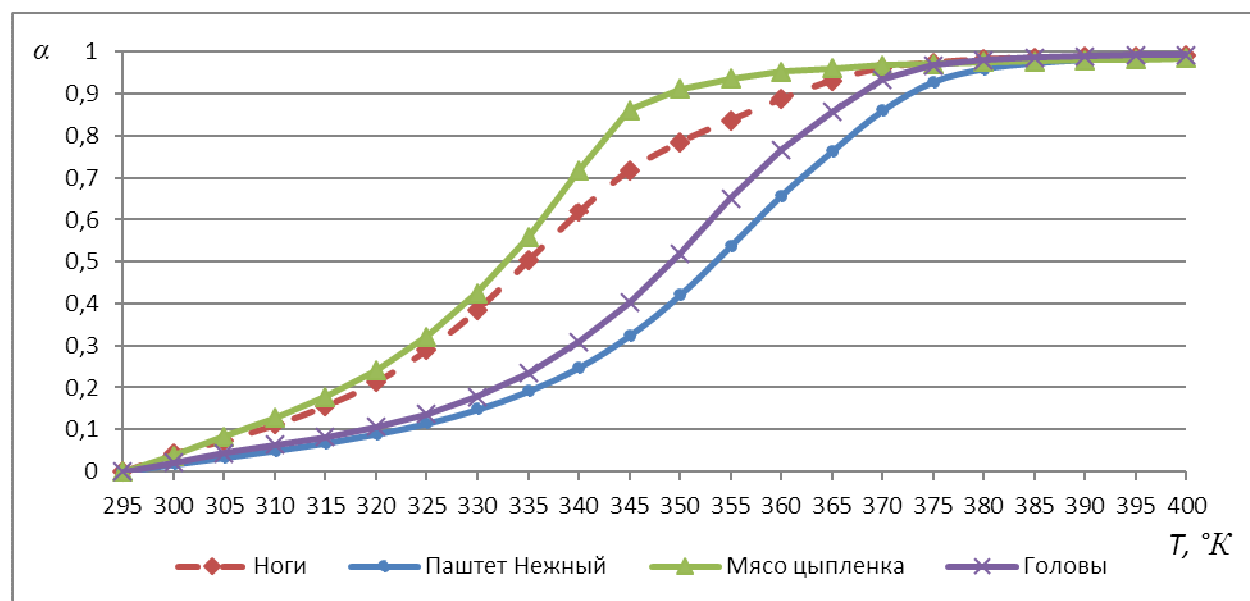


Рис. 3. Зависимость превращения вещества ( $\alpha$ ) от температуры ( $T$ )

Полученная в координатах  $\alpha$ - $T$  кривая ТГ имеет S-образный вид, отражающий сложный характер взаимодействия воды и сухих веществ образцов, и предполагает различия в скорости дегидратации на разных участках кривой.

Для более наглядного интервала температур дегидратации с примерно одинаковой скоростью строится графическая зависимость  $(-lg\alpha)$  от величины  $1000/T$  (рис. 4).

На первом участке кривой происходит нагрев и высвобождение первой водной фракции - воды, содержащейся в пустотах и капиллярах. На вто-

ром участке начинается удаление второй водной фракции, причём при удалении первой и второй фракций просматривается единая закономерность.

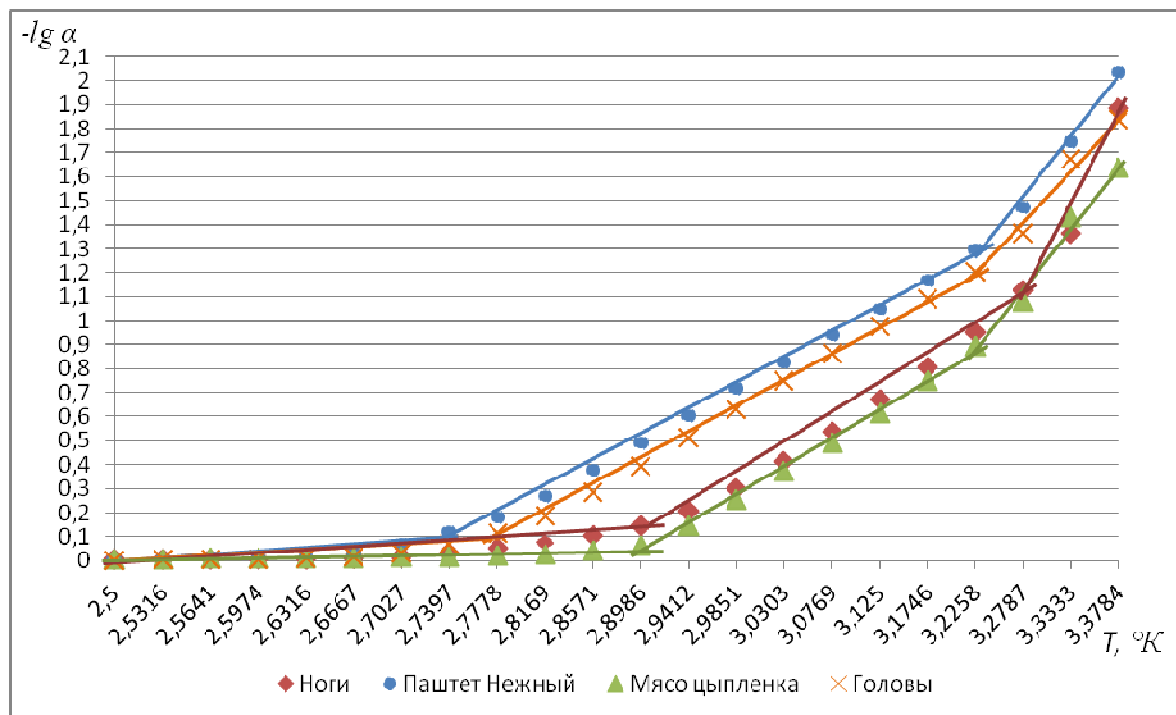


Рис. 4. Зависимость  $(-lg \alpha)$  от величины  $1000/T$  при нагревании исследуемых образцов

Скорость удаления влаги из образцов пропорциональна увеличению температуры. На третьем участке скорость дегидратации снижается в независимости от увеличения температуры. Это демонстрирует значительное различие величины энергии связи третьей водной фракции от первой и второй. Удаление первой и второй водных фракций из образцов 1 и 3 (пищевой модуль, ноги цыплят-бройлеров и мясо цыпленка) осуществляется при более низком температурном воздействии, это объясняется более рыхлой пространственной структурой образцов.

Данные о кинетике дегидратации исследуемых образцов представлены в таблице 2.

Имеющиеся в литературных источниках сведения и применяемые методы оценки позволяют предположить, что первая и вторая водные фракции соответствуют физико-механически связанной влаге, которая



имеет небольшую энергию связи с образцом, и осмотически связанной влаге соответственно [4, 7, 11]. В связи с этим испарение этих фракций происходит достаточно активно. Третья водная фракция соответствует адсорбционно связанной влаге, в результате чего частичное удаление этой фракции протекает медленно.

Таблица 2 - Кинетика дегидратации образцов птицепродуктов

Наименование и характеристика образца	Номер ступени дегидратации	$\Delta T$ , К	$\Delta t$ , °С	$\Delta \alpha$ , %	Массовая доля удаляемой воды, %
Ноги цыплят-бройлеров (пищевой модуль, экспериментальный образец)	I (Первая фракция)	295-305	22-32	0-7,49	7,49
	II (Вторая фракция)	305-345	32-72	7,49-71,72	64,23
	III (Третья фракция)	345-470	72-197	71,72-100	28,28
Паштет из куриного мяса «Нежный» (промышленный образец)	I (Первая фракция)	295-310	22-37	0-5,37	5,37
	II (Вторая фракция)	310-365	37-92	5,37-78,18	72,81
	III (Третья фракция)	365-470	92-197	78,18-100	21,82
Консервы мясные. Мясо цыпленка в собственном соку (промышленный образец)	I (Первая фракция)	295-310	22-37	0-12,73	12,73
	II (Вторая фракция)	310-345	37-72	12,73-86,17	73,44
	III (Третья фракция)	345-470	72-197	86,17-100	13,83
Головы цыплят-бройлеров (пищевой модуль, экспериментальный образец)	I (Первая фракция)	295-310	22-37	0-6,28	6,28
	II (Вторая фракция)	310-360	37-87	6,28-76,72	70,44
	III (Третья фракция)	360-470	87-197	76,72-100	23,28

Таким образом, исследуемые образцы (голова цыплят-бройлеров, ноги цыплят-бройлеров, паштет многокомпонентного состава) характеризуются близкими значениями массового соотношения водных фракций на трех ступенях дегидратации.

Наиболее низким уровнем энергетических характеристик связи водных фракций с биополимерами тканевых структур птицепродуктов обладает образец мясных консервов «Мясо цыпленка в собственном соку».

Результаты могут быть использованы при разработке рецептурно-компонентных решений пищевых модулей применительно к технологии мясных эмульгированных продуктов, в частности, паштетных масс, предусматривающих первичную термическую обработку исходного сырья без дополнительного внесения пищевых источников биополимерных структур, обеспечивающих стабильное сохранение водных фракций в составе мясных продуктов в процессах тепловой обработки и хранения.

Ожидаемый технико-экономический эффект связан с повышением степени использования вторичного сырья при переработке птицы в основном производстве, расширением ассортимента продуктов питания обогащенного состава за счет натуральных сырьевых источников, повышении устойчивости сырьевой базы птицеперерабатывающих предприятий.

#### **Литература:**

1. Глотова И.А. Переработка голов и ног птицы с получением пищевых модулей / И.А. Глотова, А.Н. Литовкин // Мясная индустрия. 2016. № 6. С. 48-50.
2. Гуринович Г.В. Изучение состава и свойств белкового сырья от переработки птицы/ Г.В. Гуринович, Р.Н. Абдрахманов // Техника и технология пищевых производств. 2011. Т. 20. № 1. С. 22а-26.
3. Дудкина А.С. Особенности связывания цвиттер-ионных липосом с водорастворимыми белками / А.С. Дудкина, А.А. Селищева, Н.И. Ларионова // Биохимия. 2010. Т. 75. № 2. С. 275-285.
4. Магомедов Г.О. Исследование изменения соотношений форм связи влаги в мякише хлеба с мучными композитными смесями/ Г.О. Магомедов, Е.И. Пономарева, О.Н. Воропаева, И.В. Кузнецова // Хранение и переработка сельхозсырья. 2009. № 3. С. 26-27.
5. Марков Д.И. Влияние «существенной» легкой цепи  $\alpha 1$  миозина на агрегационные свойства миозиновой головки / Д.И. Марков, О.П. Николаева, Д.И. Левицкий // ActaNaturae (русскаяязычная версия). 2010. Т. 2. № 2. С. 81-86.
6. Махонина В.Н. К вопросу оценки качества мяса птицы механической обвалки / В.Н. Махонина, Д.А. Росликов // Птица и птицепродукты. 2013. № 1. С.28–30.
7. Патент 2312328 (Российская Федерация), МКИ G 01 N 25/56 Способ определения количества водных фракций, отличающихся энергией связи влаги с веществом / В.М. Арапов, С.В. Шахов, М.В. Арапов, С.В. Бутурлин - № 2006100224/13, Заявл. 20.01.2006, Оpubл. в Б.И., 2007, № 34.
8. Титов С. А. Гидратация в пищевых системах: физические основы и технология продуктов с заданными свойствами : автореферат дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.07 / С.А. Титов; [Место защиты: Воронеж. гос. ун-т инж. технологий].- Воронеж, 2011.
9. Торшков А.А. Органолептические показатели и химический состав мяса цыплят-бройлеров [Электронный ресурс] / А.А. Торшков, Н.Е. Кондратенко // URL:<http://webpticeprom.ru/ru/articles-processing-production.html?pageID=1295076552> (Дата обращения 18.04.2016)

10. Управляемая гидратация пищевых биополимеров для экономии сырья на предприятиях общественного питания/ С.Д. Шестаков, Т.В. Баулина, И.Г. Щербакова, Ю.И. Зубцова // Модернизационный вектор развития науки в XXI веке: традиции, новации, преемственность: Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции. НОУ ДПО "Санкт-Петербургский институт проектного менеджмента", 2016. С. 175-179.

11. Шахов С.В. Дериватографический способ анализа видов связи влаги с материалом [Текст] / С.В. Шахов, А.Г. Вострикова, Д.О. Ефременко // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ), 2014. № 6. Часть 3 С. 114 - 116.

12. Шестаков С.Д. Управляемая гидратация белка - новая концепция производства безопасных мясных продуктов / С.Д. Шестаков, О.Н. Красуля // Мясная индустрия. 2007. № 2. С. 20-22.

### References:

1. Glotova I.A. Pererabotka golov i nog pticy s polucheniem pishhevyh modulej / I.A. Glotova, A.N. Litovkin // Mjasnaja industrija. 2016. № 6. S. 48-50.

2. Gurinovich G.V. Izuchenie sostava i svojstv belkovogo syr'ja ot pererabotki pticy / G.V. Gurinovich, R.N. Abdrahmanov // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv. 2011. T. 20. № 1. S. 22a-26.

3. Dudkina A.S. Osobennosti svjazyvanija cvitter-ionnyh liposom s vodorastvorimymi belkami / A.S. Dudkina, A.A. Selishheva, N.I. Larionova // Biohimija. 2010. T. 75. № 2. S. 275-285.

4. Magomedov G.O. Issledovanie izmenenija sootnoshenij form svjazi vlagi v mjakishe hleba s muchnymi kompozitnymi smesjami / G.O. Magomedov, E.I. Ponomareva, O.N. Voropaeva, I.V. Kuznecova // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja. 2009. № 3. S. 26-27.

5. Markov D.I. Vlijanie «sushhestvennoj» legkoj cepi  $\alpha$ 1 miozina na agregacionnye svojstva miozinovoj golovki / D.I. Markov, O.P. Nikolaeva, D.I. Levickij // Acta Naturae (russkojazychnaja versija). 2010. T. 2. № 2. S. 81-86.

6. Mahonina V.N. K voprosu ocenki kachestva mjasa pticy mehanicheskoj obvalki / V.N. Mahonina, D.A. Roslikov // Ptica i pticeprodukty. 2013. № 1. S. 28-30.

7. Patent 2312328 (Rossijskaja Federacija), MKI G 01 N 25/56 Sposob opredelenija kolichestva vodnyh frakcij, otlichajushhijhsja jenergiej svjazi vlagi s veshhestvom / V.M. Arapov, S.V. Shahov, M.V. Arapov, S.V. Buturlin - № 2006100224/13; Zajavl. 20.01.2006, Opubl. v B.I., 2007 № 34

8. Titov S. A. Gidratacija v pishhevyh sistemah: fizicheskie osnovy I tehnologij produktovszadannymisvojstvami : avtoreferat dis. ... d-ra tehn. nauk : 05.18.07 / Titov Sergej Aleksandrovich; [Mestozashhity: Voronezh. gos. un-tinzh. tehnologij].- Voronezh, 2011.- 38 s.

9. Torshkov A.A. Organolepticheskie pokazateli i himicheskij sostav mjasa cypljatrojlerov [Elektronnyj resurs] / A.A. Torshkov, N.E. Kondratenko // URL:<http://webpticeprom.ru/ru/articles-processing-production.html?pageID=1295076552> (Data obrashhenija 18.04.2016)

10. Upravljajemaja gidratacija pishhevyh biopolimerov dlja jekonomii syr'ja na predpriyatijah obshhestvennogo pitaniya / S.D. Shestakov, T.V. Baulina, I.G. Shherbakova, Ju.I. Zubcova // Modernizacionnyj vector razvitija nauki v XXI veke: tradicii, novacii, preemstvennost': Sbornik nauchnyh statej po itogam mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. NOUDPO "Sankt-Peterburgskij institute proektnogo menedzhmenta", 2016. S. 175-179.

11. Shahov S.V., Vostrikova A.G., Efremenko D.O. Derivatograficheskiy sposob analiza vidov svjazi vlagi s materialom [Tekst] / S.V. Shahov, A.G. Vostrikova, D.O. Efremenko // Evrazijskiy Sojuz Uchenyh (ESU), 2014. – № 6. Chast' 3 S. 114 - 116.

12. Shestakov S.D. Upravljaemaja gidratacija belka – novaja koncepcija proizvodstva bezopasnyh mjasnyh produktov / S.D. Shestakov, O.N. Krasulja / Mjasnajaindustrija. 2007. № 2. S. 20-22.