

ИССЛЕДОВАНИЕ ХРАНИМОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКТОВ
ИЗ КОЛЛАГЕНОВОГО ГИДРОЛИЗАТА

Н. К. Александров, О. П. Чернега

STUDY OF STORAGE STABILITY OF PRODUCTS MADE OF COLLAGEN HY-
DROLYZATE

N. K. Alexandrov, O. P. Chernega

Приведены результаты микробиологического исследования субпродуктов птицы (голов и ног цыпленка-бройлера), а также изготовленного из них коллагенового гидролизата (КГ) в процессе хранения при пониженных температурах (в охлажденном при 4 ± 2 °С и замороженном при минус 18 °С виде) по показателям желированного продукта из птицы. Подтверждена безопасность сырья (субпродуктов) по нормативным требованиям и КГ по показателям патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Описано изменение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных бактерий в КГ в процессе хранения. Получены продукты коллагенового гидролизата (ПГ) – лиофилизат КГ и КГ, высушенный при 50 °С (ВКГ). Установлена массовая доля влаги в КГ – $90,1 \pm 0,1$ %, в ВКГ – $10,7 \pm 1,2$ %, в лиофилизате – $11,1 \pm 0,3$ %. Определена активность воды: для КГ она составила более 0,95; для лиофилизата – $0,36 \pm 0,15$; для ВКГ – $0,32 \pm 0,14$. При хранении КГ в охлажденном состоянии на 10-е сутки органолептическим методом фиксировались процессы порчи продукта, в замороженном виде – на 72-е сутки. Прочность КГ при пониженных температурах увеличивалась. На основе полученных экспериментальных данных рекомендованы сроки годности КГ: 7 сут при температуре хранения (4 ± 2) °С, 60 сут – при минус 18 °С. Приведен вариант возможного использования ПГ в качестве добавки к соусу, причем при дозировке в 2 % из соуса было получено желе, что доказывает наличие у ПГ свойств желирующего агента.

коллагеновый гидролизат, сроки годности, микробиологические, реологические и органолептические исследования

The paper presents the results of microbiological studies of poultry offals (chicken feet and heads) and collagen hydrolysate (CH) stored at low temperatures (chilled (4 ± 2 °С) and frozen (minus 18 °С) form). The CH has been studied according to the indicators by which gelled poultry products are evaluated. Safety of raw materials (poultry offals) in accordance with regulatory requirements has been confirmed. Safety of CH in terms of pathogenic and presumptive pathogenic microorganisms has been confirmed as well. The paper also describes a change in the number of mesophilic aerobes and facultative anaerobes in CH in the process of storage. The CH products (HP) have been obtained, namely CH lyophilisate and CH that was dried at 50 °С (DCH). It

has been found that the moisture content in the CH is $90.1 \pm 0.1\%$, in the DCH it is $10,7 \pm 1,2\%$, in the lyophilisate it's $11,1 \pm 0,3\%$. The water activity has been determined: for the CH it is more than 0.95, for the lyophilisate it is $0,36 \pm 0,15$, for DCH $0,32 \pm 0,14$. With the use of organoleptic methods it has been found that chilled form of CH has signs of spoilage on the 10th day of storage, and the frozen form has them on 72th day of storage. The strength of CH increased during storage at low temperatures. On the basis of the research, the recommended shelf life for chilled (4 ± 2 °C storage) CH is 7 days, for frozen (minus 18 °C storage) – it's 60 days. The paper also presents a variant of HP use as an additive to sause. The dosage of 2% HP in the sauce produces a jelly, which confirms the gelling agent properties of the HP.

collagen hydrolysate, shelf life, microbiological, organoleptic and rheological researches

ВВЕДЕНИЕ

Приоритетом птицеводческой отрасли является получение белоксодержащего сырья животного происхождения, которое после переработки можно использовать в пищевых, кормовых, технических и медицинских целях. К пищевому сырью убоя сельскохозяйственной птицы относят мясо (полупотрошенные, потрошенные тушки и продукты ее разделки) и субпродукты (потроха, гребни, обработанные шея, голова, ноги), к техническому – перо и пух, жир и железистые желудки, к кормовому – отходы переработки (кровь, пищевод, зоб, желчный пузырь, трахея, селезенка, яичники, семенники, кутикула). Направление использования каждой группы сырья зависит от его гистологического строения, химического состава и пищевой ценности.

В настоящее время актуален вопрос максимально рационального применения вторичных продуктов переработки птицы, основными структурными белками которых являются склеропротеины – коллаген, эластин и ретикулин. Они преобладают в соединительной, костной, хрящевой и покровной тканях. Эти белки могут быть извлечены и использованы для различных целей. Повышение функциональности и усвояемости данных компонентов возможно путем модификации их структуры до пептидов и аминокислот, которая выполняется различными способами, вызывающими разной степени изменения нативной структуры (щелочно-солевая, кислотная, термическая и ферментативная обработка).

В данной работе в результате ферментного гидролиза компонентов субпродуктов птицы был получен коллагеновый гидролизат (КГ) [1]. Для рекомендаций по его использованию на пищевые цели необходимо оценить хранимоспособность КГ и его продуктов различной степени обезвоживания, определить возможность их применения в производстве пищевых продуктов.

Для достижения цели был поставлен технологический эксперимент, в ходе которого решались следующие задачи:

- изготовить КГ;
- получить на его основе продукты различного способа производства и степени обезвоживания (КГ, порошок);
- изучить влияние продолжительности хранения на качество, включая реологические и органолептические аспекты охлажденного и мороженого КГ;

- определить стабильность показателей гигиенической безопасности охлажденного и мороженого КГ, время хранения;
- установить сроки годности порошка из КГ различного способа производства;
- дать рекомендации возможного использования полученных продуктов гидролиза коллагена.

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории кафедры технологии продуктов питания Калининградского государственного технического университета (КГТУ).

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования явились сырье птицепереработки (голова и ноги цыпленка-бройлера), изготовленный из него КГ в виде геля в охлажденном ($4,0 \pm 2$ °С) и замороженном состоянии (минус 18 °С); КГ лиофилизированный и измельченный (пористый порошок); КГ, высушенный при температуре 50 °С и измельченный (порошок).

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении исследований использовали эмпирические методы-операции (наблюдение, измерение, экспертные оценки, изучение научной и патентной литературы) и методы действия (опытная работа, эксперимент). Для оценки качества выработанного КГ в процессе холодильного хранения применяли реологические, микробиологические и органолептические методы исследования. Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 33319, прочность студня – по ГОСТ 26185, органолептические показатели – по общепринятым методам исследования, активность воды в порошках различного способа сушки – методом Конвея [2].

Методики, в соответствии с которыми производилось определение санитарно-микробиологических показателей, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Нормативные документы на методы определения санитарно-микробиологических показателей исследуемых образцов

Table 1. Normative documents for methods that determine the sanitary and microbiological indicators of the test samples

Показатель	Нормирующий документ
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы	ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002)
<i>Listeria monocytogenes</i>	ГОСТ 32031-2012
КМАФАнМ	ГОСТ 10444.15-94
БГКП (колиформы)	ГОСТ 31747-2012
<i>S. aureus</i>	ГОСТ 31746-2012 (ISO 6888-1:1999, ISO 6888-2:1999, ISO 6888-3:2003)
Сульфитредуцирующие клостридии	ГОСТ 29185-2014 (ISO 15213:2003)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Получена экспериментальная партия КГ по технологии ферментативного гидролиза голов и ног цыпленка-бройлера [1]. Процесс осуществлялся с помощью

препарата сухого животного происхождения Энзи-микс У (протепсин) с протеолитической активностью 120 ед/г, оптимумом действия в мясных системах при 40 °С и рН 6,0. Для оценки сроков годности КГ была определена массовая доля влаги и активность воды (a_w) сразу после его выработки. Показатель активности воды выступает критерием оценки возможной продолжительности хранения продукта. На практике a_w характеризует прежде всего доступность воды для микроорганизмов, поэтому чем ниже a_w в продукте, тем менее вероятна жизнедеятельность микроорганизмов, тем сильнее подавляется их развитие. И наоборот, чем выше a_w , тем активнее те или иные виды микрофлоры. Содержание влаги в полученной партии КГ составило $90,1 \pm 0,1$ %, $a_w > 0,95$. Следовательно, в данном полуфабрикате остаточная микрофлора продукта на этапе хранения при определенных условиях способна к размножению и может привести к его порче.

Выработанная партия КГ была упакована в герметичную тару и заложена на холодильное хранение при температуре $4,0 \pm 2$ °С и минус 18 °С (рис. 1).



Рис. 1. Опытная партия КГ, заложённая на холодильное хранение
Fig. 1. Experimental batch of CH that was placed in cold storage

Оценка гигиенической безопасности КГ, хранившегося в охлажденном и замороженном виде, проводилась с учетом нормативных требований Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

В сырье, а также в охлажденном и замороженном КГ в процессе хранения контролировали количество КМАФАнМ, патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, бактерии группы кишечной палочки (БГКП, колиформы), *Listeria monocytogenes*. В КГ также определяли *S. aureus* и сульфитредуцирующие клостридии.

Так как данный полуфабрикат (КГ) не представлен в ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», критерием его оценки были выбраны показатели желированного продукта из мяса птицы как близкого по параметрам технологии производства и химическому составу.

Схема микробиологических исследований задана на основании рекомендаций МУК 4.2.1847-04. Продолжительность экспертизы продуктов должна превышать предполагаемый срок годности по нормативно-технической документации на время, определяемое коэффициентом резерва. Для охлажденного КГ длительность исследований составляет 10,5 сут (коэффициент резерва 1,5), для замороженного – 72 сут (коэффициент резерва 1,2) [3].

Результаты микробиологического исследования сырья, из которого был выработан КГ, представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты санитарно-микробиологического исследования сырья (размороженные головы и ноги цыпленка-бройлера) [4]

Table 2. Results of sanitary and microbiological research of raw materials (defrosted heads and feet of chicken) [4]

Показатель	Величина допустимого уровня по ТР ТС 021/2011	Значение
КМАФАнМ	Не более $1 \cdot 10^6$ КОЕ/г	$3,9 \cdot 10^5$ КОЕ/г
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы	Не допускается в 25 г продукта	н/о
<i>Listeria monocytogenes</i>	Не допускается в 25 г продукта	н/о
БГКП (колиформы)	Не допускается в 0,1 г продукта	н/о

Согласно данным микробиологического анализа сырье для получения КГ соответствовало нормативным требованиям.

Результаты исследования КГ, хранившегося в охлажденном и замороженном виде, отображены в табл. 3, 4.

Таблица 3. Результаты исследования КГ в процессе хранения при температуре $4,0 \pm 2$ °С [3, 4]

Table 3. Results of CH researches while storage at $4,0 \pm 2$ °С [3, 4]

Показатель	Величина допустимого уровня по ТР ТС 021/2011	Контрольные точки проведения исследований			
		Начало хранения	Сутки хранения		
			5	7	10
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы	Не допускается в 25 г продукта	н/о	–	–	н/о
<i>Listeria monocytogenes</i>	Не допускается в 25 г продукта	н/о	–	–	н/о
КМАФАнМ	Не более $2 \cdot 10^3$ КОЕ/г	$2,0 \cdot 10^5$	$2,52 \cdot 10^3$	$8,9 \cdot 10^4$	$2,2 \cdot 10^5$
БГКП (колиформы)	Не допускается в 0,1 г продукта	н/о	–	–	н/о
<i>S. aureus</i>	Не допускается в 1,0 г продукта	н/о	–	–	н/о
Сульфитредуцирующие клостридии	Не допускается в 0,1 г продукта	н/о	–	–	н/о

Примечание. « – » обозначает, что показатель не исследовался в данной точке.

Таблица 4. Результаты исследования КГ в процессе хранения при температуре минус 18 °С [3, 4]

Table 4. Results of CH researches while storage at minus 18 °С [3, 4]

Показатель	Величина допустимого уровня по ТР ТС 021/2011	Контрольные точки проведения исследований (сутки хранения)				
		Начало хранения	18	36	60	72
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы	Не допускается в 25 г продукта	н/о	–	–	–	н/о
<i>Listeria monocytogenes</i>	Не допускается в 25 г продукта	н/о	–	–	–	н/о
КМАФАнМ	Не более $2 \cdot 10^3$ КОЕ/г	$2,0 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^4$	$6,2 \cdot 10^4$	$3,2 \cdot 10^4$	$1,0 \cdot 10^4$
БГКП (колиформы)	Не допускается в 0,1 г продукта	н/о	–	–	–	н/о
<i>S. aureus</i>	Не допускается в 1,0 г продукта	н/о	–	–	–	н/о
Сульфитредуцирующие клостридии	Не допускается в 0,1 г продукта	н/о	–	–	–	н/о

Примечание. « – » обозначает, что показатель не исследовался в данной точке

В сырье и опытных образцах КГ при температуре хранения 4 °С и минус 18 °С патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, бактерии группы кишечной палочки (БГКП, колиформы), *Listeria monocytogenes*, *S. aureus* и сульфитредуцирующие клостридии не были обнаружены в течение всего периода наблюдений.

Динамика КМАФАнМ при холодильном хранении охлажденного и мороженого полуфабриката представлена на рис. 2.

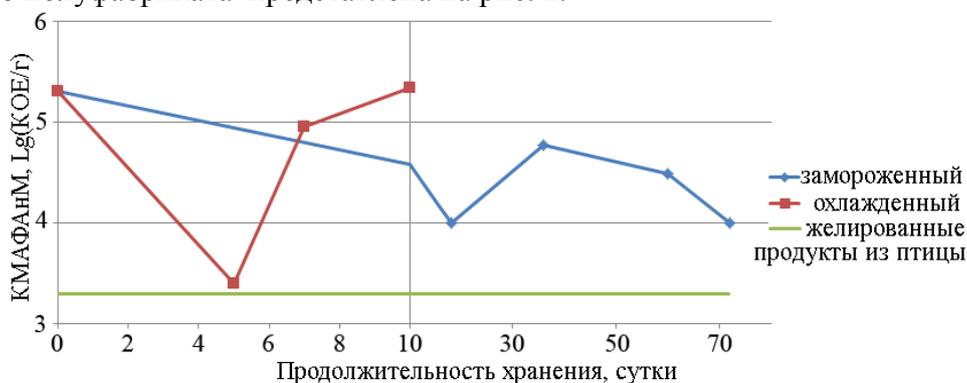


Рис. 2. Динамика КМАФАнМ КГ в процессе холодильного хранения

Fig. 2. Dynamics of QMAFAnM in CH in the process of cold storage

Как видно из графика, у охлажденного полуфабриката на 5-е сутки хранения зафиксирована минимальная обсемененность, затем происходит рост КМАФАнМ. На 10-е сутки количество микроорганизмов увеличивается до $2,2 \cdot 10^5$ КОЕ/г. Это можно объяснить тем, что в процессе понижения температуры от 25 до 4 °С одни виды бактерий начинают погибать, а другие продолжают активно размножаться, так как КГ является благоприятным субстратом для роста и развития микроорганизмов.

Изменения КМАФАнМ при хранении замороженного полуфабриката имеют несколько фаз. На 18-е сутки после замораживания КМАФАнМ уменьшилось до $1,0 \cdot 10^4$ КОЕ/г, затем был зафиксирован незначительный его рост, что связано с тем, что одни виды бактерии начинают погибать, а другие, преимущественно споровые бактерии, продолжают размножаться. На 60-е сутки хранения КМАФАнМ составило $3,2 \cdot 10^4$ КОЕ/г, на 72-е – показатель КМАФАнМ был зафиксирован на уровне $1,0 \cdot 10^4$ КОЕ/г. Снижение обсемененности замороженного продукта обусловлено созданием неблагоприятных условий для дальнейшего развития бесспорных форм микроорганизмов.

Важно отметить, что хотя КГ и был отнесен по показателям КМАФАнМ к желированной продукции из мяса птицы, в проводимых исследованиях он не рассматривался в качестве готового продукта и являлся полуфабрикатом для изделий колбасных вареных [1, 5]. В технологии этой продукции применяется высокотемпературная термическая обработка, при которой значительная часть микробных клеток погибает. Поэтому КГ, не имеющий патогенной микрофлоры, при внесении на этапе куттерования фарша не должен повлиять на рост обсемененности готовой продукции.

Параллельно микробиологическим проводились органолептические исследования полуфабриката. Изменения органолептических показателей КГ представлены в табл. 5, 6.

Таблица 5. Органолептические характеристики охлажденного КГ
Table 5. Organoleptic characteristics of chilled CH

Показатель	Контрольные точки проведения исследований (сутки холодильного хранения)			
	0	5	7	10
Внешний вид	Непрозрачная однородная масса с тонкой жировой пленкой на поверхности, сохраняющая форму, с незначительным количеством прозрачной жидкости			Непрозрачная однородная масса с тонкой жировой пленкой на поверхности, частично потерявшая форму, с незначительным количеством мутной жидкости
Консистенция	Плотная, упругая, сохраняет форму, не разрушается при надавливании, легко нарезается			Менее плотная и упругая, жир отделяется от поверхности, легко нарезается
Запах	Свойственный продуктам птицепереработки, слабовыраженный, без постороннего запаха			Ощущается присутствие постороннего запаха
Цвет	Кремово-бежевый			

Таблица 6. Органолептические характеристики замороженного КГ
Table 6. Organoleptic characteristics of frozen CH

Показатель	Контрольные точки проведения исследований (сутки морозильного хранения)			
	18	36	60	72
Внешний вид	Непрозрачная однородная масса с тонкой жировой пленкой на поверхности			
Консистенция	Твердая. После размораживания плотная, упругая, не разрушается при надавливании, легко нарезается			
Запах	После размораживания свойственный, слабовыраженный, без постороннего запаха		Ощущается слабый запах окислившегося жира	
Цвет	Кремowo-бежевый			

В рамках данного исследования в процессе холодильного хранения также оценивались реологические свойства КГ. Показатели снимались при комнатной температуре. Образцы замороженного КГ предварительно подвергались размораживанию. Изменение прочности студня при хранении представлено в табл. 7.

Таблица 7. Изменение прочности коллагенового геля при хранении (по Валенту)
Table 7. Change in the strength of CH during storage (according to Valent)

Сутки хранения	Нагрузка		
	г	г/см ²	Па
Охлажденный КГ			
0	404,0	202,0	19 809
5	509,0	254,5	24 958
7	656,0	328,0	32 166
10	649,0	324,5	31 752
Замороженный КГ			
18	237,0	118,5	11 621
36	306,0	153,0	15 004
60	639,0	319,5	31 332
72	547,0	273,5	26 821

Как видно из полученных данных, при холодильном хранении консистенция КГ уплотняется, прочность геля увеличивается. Это вызвано образованием дополнительных химических связей между отдельными аминокислотными цепями (агрегатами) гидролизованного коллагена. Под действием бактерий в охлажденном КГ верхний слой начинает разжижаться, прочность КГ незначительно уменьшается, что сопровождается и органолептическими изменениями, в том числе появлением резкого неприятного запаха.

Таким образом, установлено, что на протяжении 7 сут холодильного хранения охлажденный полуфабрикат характеризуется хорошими органолептическими показателями и высокой прочностью геля. Далее данные показатели начинают меняться. На 10-е сутки появляется неприятный запах, прочность уменьшается, значительно увеличивается КМАФАНМ, отделяющаяся жидкость становится

мутной и тягучей. Следовательно, рекомендуемый срок годности охлажденного полуфабриката не более 7 сут.

После 36 сут хранения у мороженого полуфабриката КМАФАНМ составило $6,2 \cdot 10^4$ КОЕ/г и в дальнейшем не возрастало. На 72-е сутки появился слабый запах окислившегося жира на поверхности. Таким образом, рекомендуемый срок годности замороженного КГ не более 72 сут. Увеличить период холодильного хранения можно за счет обезжиривания КГ.

В лабораториях кафедр технологии продуктов питания и пищевой биотехнологии КГТУ из данного полуфабриката были изготовлены образцы высушенного тонким слоем при температуре 50 °С гидролизата коллагена в виде пленки, измельченной в порошок (рис. 3), и лиофилизированного КГ в виде тонкого диска пористой структуры, который также был измельчен в порошок (рис. 4). Оба образца поместили в герметичную тару и положили на хранение при комнатной температуре.



Рис. 3. Лيوфилизат КГ пористой структуры (слева) и измельченный в порошок (справа)

Fig. 3. CH Lyophilisate with porous structure (left) and powdered (right)



Рис. 4. Высушенный при температуре 50 °С КГ в виде пленки (слева) и измельченный в порошок (справа)

Fig. 4. CH dried at 50 °С in the form of a thin layer (left) and crushed into powder (right)

После получения из КГ порошка различных видов сушки определяли в них активность воды и массовую долю влаги (W) для установления возможного срока

хранения. При доверительной вероятности $P=0,95$ показатель W для высушенного при $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ КГ составил $10,7 \pm 1,2\%$, для лиофилизата – $11,1 \pm 0,3\%$.

Таблица 8. Активность воды в продуктах КГ

Table 8. Water activity of CH products

Продукты коллагенового гидролиза			
Высушенный при $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ КГ (порошок)		Лиофилизат КГ (порошок)	
Номер опыта	Значение a_w	Номер опыта	Значение a_w
1	0,26	1	0,29
2	0,22	2	0,25
3	0,43	3	0,32
4	0,45	4	0,34
5	0,29	5	0,54
6	0,27	6	0,43

Как видим, активность воды в образце высушенного при $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ КГ составляет $0,32 \pm 0,14$ при надежности (α), равной $0,98$; в лиофилизированном КГ – $0,36 \pm 0,15$ при $\alpha = 0,98$. Абсолютным порогом для всех микроорганизмов является $a_w = 0,6$ – ниже этого значения они не развиваются и не размножаются, а химические и ферментативные реакции с их участием замедляются [2]. Следовательно, данные образцы могут иметь достаточно длительное время хранения. Точные сроки должны быть установлены с помощью дополнительных микробиологических исследований. Имеются данные о том, что полученные определенным способом гидролизаты коллагена обладают антиоксидантным действием, а также снижают бактериальную активность *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* [6].

Гидролизированный коллаген богат аминокислотами, такими как глицин, пролин и оксипролин [7]. Полученные продукты КГ из сырья птицы можно использовать в пищевой промышленности в виде коллагеновых пленок, например, в качестве пищевой оболочки при производстве вареных колбасных изделий и т. п. [1, 5]. Тепловая обработка коллагенового гидролизата при температуре до $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха менее 70% , предназначенная для получения пленок, является наиболее эффективным, а также экологически безопасным методом сшивания денатурированного коллагена, который улучшает технологические свойства пищевых пленок [8].

Полученные порошки КГ обладают желеобразующими свойствами, не имеют ярко выраженного специфического запаха, хорошо растворимы в воде. На основе исследуемого порошка было приготовлено желе из шпината и сливок с дозировкой КГ 2% на 100 г продукта (рис. 5). Данное направление использования сухого гидролизата может найти применение в рецептурах разнообразных блюд и кондитерских изделий.



Рис. 5. Желе с использованием порошка коллагенового гидролизата
Fig. 5. Jelly with collagen hydrolyzate powder use

Актуальность данной технологии подтверждается тем, что гидролизат коллагена, представляющий собой смесь биоактивных пептидов, часто используется как ингредиент для разработки нутрицевтиков. Например, коллагеновые пептиды применяют в качестве пищевых добавок при недостаточном питании или дегенеративных заболеваниях для восстановления плотности костной ткани, они благотворно влияют на эластичность кожи [9]. Пептиды связывают ионы кальция, способствуя большей их биодоступности [10]. Биоматериалы на основе коллагена используются для перевязки ран и их заживления [6].

Ожидается, что среднегодовой темп роста (CAGR) мирового производства коллагеновых пептидов в период 2019–2024 гг. составит 5,05 % [11]. Однако применение коллагеновых гидролизатов крупного рогатого скота ограничено ввиду возможности передачи прионных заболеваний, в частности, губчатой энцефалопатии [10, 11], поэтому очевидна перспективность использования сырья птицеводства для получения гидролизатов коллагена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценены экспериментальные значения микробиологических показателей охлажденного и мороженого КГ, изучена его гигиеническая безопасность согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». В комплексе с органолептической оценкой обоснованы сроки годности охлажденного (7 сут при температуре 4 ± 2 °С) и мороженого КГ (2,5 мес. при температуре минус 18 °С). Порошки из него различного способа сушки, имея значения $a_w = 0,32 \pm 0,14$ и $W = 10,7 \pm 1,2$ % (порошок из высушенного при 50 °С КГ), $a_w = 0,36 \pm 0,15$ и $W = 11,1 \pm 0,3$ % (порошок лиофилизата КГ), при определенных условиях могут храниться достаточно длительное время.

Продукты коллагенового гидролизата можно применять в пищевой промышленности, медицине и косметологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Александров, Н. К. Использование коллагенового геля из субпродуктов птицы в технологии производства колбасных хлебов / Н. К. Александров, О. П. Чернега // Вестник молодежной науки: электронный научный журнал. –

2021. – № 3 [Электронный ресурс]. – URL: <http://vestnikmolnauki.ru/3-30/> (дата обращения: 24.08.2021).

2. Чернега, О. П. Физико-химические и биохимические основы производства рыбных продуктов / О. П. Чернега, И. П. Ковалева. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. – 78 с.

3. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Методические указания. – Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 31 с.

4. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»: Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880. – 2011. – 242 с.

5. Чернега, О. П. Использование вторичного сырья переработки птицы в технологии вареных колбасных изделий / О. П. Чернега, С. С. Гудебская // Балтийский морской форум: VIII Междунар. науч.-практ. конф. «Инновации в технологии продуктов здорового питания» (5–10 октября 2020 г.): материалы. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2020. – С. 126–133.

6. Shomita, S. Mathew-Steiner. Collagen in Wound Healing / Shomita S. Mathew-Steiner, Sashwati Roy, Chandan K. Sen // Bioengineering. – 2021. – № 8 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.3390/bioengineering8050063> (дата обращения: 24.08.2021).

7. Бондаренко, Л. Б. Коллаген хряща цыплят при различной обеспеченности Са и витамином D₃ / Л. Б. Бондаренко, Р. И. Яхимович, В. К. Бауман // Биополимеры и клетка – 1992. – Т. 8, № 5. – С. 35–37.

8. Donghui, Shi. Effect of aging treatment on the physicochemical properties of collagen films / Donghui Shi, Fei Liu, Zhe Yu, Bingyu Chang, Douglas Goff, Fang Zhong // Food Hydrocolloids. – 2019. – № 87. – pp. 436–447.

9. Mihaela-Adi Lupu. Beneficial effects of food supplements based on hydrolyzed collagen for skin care (Review) / Mihaela-Adi Lupu, Gratiela Gradisteanu Pircalabioru, Mariana-Carmen Chifiriuc, Radu albulescu, Cristiana Tanase // Experimental and therapeutic medicine. – 2019. – № 1. – pp. 12–17.

10. Arely Leon-Lopez. Hydrolyzed Collagen – Sources and Applications / Arely Leon-Lopez, Alejandro Morales-Penalosa, Victor Manuel Martinez-Juarez, Apolonio Vargas-Torres, Dimitrios I. Zeugolis, Gabriel Aguirre-Alvarez // Molecules. – 2019. – № 24 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.3390/molecules24224031> (дата обращения: 24.08.2021).

11. Ragavy Radhakrishnan. Poultry spent wastes: an emerging trend in collagen mining / Ragavy Radhakrishnan, Muthiah Shanmugavel, Puja Ghosh, Thanganadar Apparam Selvakumar, Arumugam Gnanamani // Advances in Tissue Engineering and Regenerative Medicine. – 2020. – № 6. – pp. 26–35.

REFERENCES

1. Aleksandrov N. K., Chernega O. P. Ispolzovanie kollagenovogo gelya iz subproduktov ptitsy v tekhnologii proizvodstva kolbasnykh khlebov [Use of collagen gel from poultry offals in the technology of meat breads production]. *Vestnik molodezh-*

noy nauki, 2021, no. 3, available at: <http://vestnikmolnauki.ru/3-30/> (Accessed 06 August 2021).

2. Chernega O. P., Kovaleva I. P. *Fiziko-khimicheskie i biokhimicheskie osnovy proizvodstva rybnykh produktov* [Physicochemical and biochemical bases of the production of fish products]. Kaliningrad, FGBOU VO «KGTU» Publ., 2018, 78 p.

3. Sanitarno-epidemiologicheskaya otsenka obosnovaniya srokov godnosti i usloviy khraneniya pishchevykh produktov. Metodicheskie ukazaniya. Moscow, Federalnyy tsentr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004, 32 p.

4. Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza TR TS 021/2011 “O bezopasnosti pishchevoy produktsii” [Technical Regulations of the Customs Union TR CU 021/2011 “On the Safety of Food Products”]. Utverzhen resheniem Komissii Tamozhennogo soyuza ot 09 dekabrya 2011 g., no. 880, 2011, 242 p.

5. Chermega O. P., Gudebskaya S. S. Ispolzovanie vtorichnogo syrya pererabotki ptitsy v tekhnologii varenykh kolbasnykh izdeliy [Use of secondary raw materials of poultry processing in the technology of boiled sausage products]. *Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauch.-prakt. konf. “Innovatsii v tekhnologii produktov zdorovogo pitaniya” (5–10 oktyabrya 2020 g.)* [Materials of the 8th International Scientific and Practical Conference “Innovations in Healthy Food Technology” (5–10 October 2020)]. Kaliningrad, 2020, pp. 126–133.

6. Shomita S. Mathew-Steiner. Collagen in Wound Healing. Shomita S. Mathew-Steiner, Sashwati Roy, Chandan K. Sen. *Bioengineering*. 2021, no. 8, available at: <https://doi.org/10.3390/bioengineering8050063> (Accessed 24 August 2021).

7. Bondarenko L. B., Yakhimovich R. I., Bauman V. K. Kollagen khryashcha tsyplyat pri razlichnoy obespechennosti Ca i vitaminom D₃ [Chicken cartilage collagen with different levels of Ca and vitamin D₃]. *Biopolimery i kletka*, 1992, vol. 8, no. 5, pp. 35 – 37.

8. Donghui Shi. Effect of aging treatment on the physicochemical properties of collagen films. Donghui Shi, Fei Liu, Zhe Yu, Bingyu Chang, Douglas Goff, Fang Zhong. *Food Hydrocolloids*. 2019, no. 87, pp. 436–447.

9. Mihaela-Adi Lupu. Beneficial effects of food supplements based on hydrolyzed collagen for skin care (Review). Mihaela-Adi Lupu, Gratiela Gradisteanu Pircalabioru, Mariana-Carmen Chifiriuc, Radu albulescu, Cristiana Tanase. *Experimental and therapeutic medicine*. 2019, no. 1, pp. 12–17.

10. Arely Leon-Lopez. Hydrolyzed Collagen – Sources and Applications. Arely Leon-Lopez, Alejandro Morales-Penaloza, Victor Manuel Martinez-Juarez, Apolonio Vargas-Torres, Dimitrios I. Zeugolis, Gabriel Aguirre-Alvarez. *Molecules*. 2019, no. 24, available at: <https://doi.org/10.3390/molecules24224031> (Accessed 24 August 2021).

11. Ragavy Radhakrishnan. Poultry spent wastes: an emerging trend in collagen mining. Ragavy Radhakrishnan, Muthiah Shanmugavel, Puja Ghosh, Thanganadar Appapalam Selvakumar, Arumugam Gnanamani. *Advances in Tissue Engineering and Regenerative Medicine*. 2020, no. 6, pp. 26–35.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Александров Никита Константинович – Калининградский государственный технический университет; магистрант кафедры технологии продуктов питания;
E-mail: nikesha98@mail.ru

Aleksandrov Nikita Konstantinovich – Kaliningrad State Technical University; Master student of the Department of Food Technology; E-mail: nikesha98@mail.ru

Чернега Ольга Павловна – Калининградский государственный технический университет; кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продуктов питания; E-mail: olga.chernega@klgtu.ru

Chernega Olga Pavlovna – Kaliningrad State Technical University; PhD in Engineering, Associate Professor of the Department of Food Technology; E-mail: olga.chernega@klgtu.ru