

Роман Алексеевич Ворошилин

Кемеровский государственный университет, старший преподаватель кафедры технологии продуктов питания животного происхождения, кандидат технических наук, Кемерово, Россия
rom.vr.22@mail.ru

ЭКСТРАКЦИЯ ЖЕЛАТИНА ИЗ ЛАП ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Цель исследования – изучение процесса проведения экстракции желатина из лап цыплят бройлеров. Задачи исследования: провести анализ и расчет сырьевого потенциала лап цыплят бройлеров в Кузбассе для определения возможности организации производства желатина; провести водную экстракцию желатина из лап цыплят бройлера; определить показатели качества и молекулярно-массовое распределение полученных образцов желатина. На первом этапе исследования проводили расчет среднегодового потенциала сырья в виде лап птицы на территории Кемеровской области, который составляет 553 360 кг. При среднем выходе желатина из исходного сырья 12 % возможно получить в среднем 66 т желатина в год. Далее проводили подготовку сырья и гидролиз ферментом пепсин с ферментной активностью 300 000 ед. в соотношении 20 ед. фермента на 1 г сырья, для активации фермента пепсина дополнительно вносили соляную кислоту 1М в соотношении 1 : 10 (обработанные ферментом лапы цыплят бройлера (г) : соляная кислота (объем)). После проводили нейтрализацию, промывку, экстракцию, фильтрацию и сушку полученного желатинового бульона. Исследуемые образцы желатина имели высокое содержание белка, его значения находились в пределах 87,9 %, при этом наблюдалось незначительное увеличение массовой доли золы. Молекулярно-массовое распределение пептидов образца желатина из лап цыплят бройлеров представлены на уровне молекулярной массы 60 кДа – 42,83855 % и ниже 20 кДа – 30,183857 %. При проведении экстракции желатина из лап цыплят бройлеров наблюдается увеличение фракции низкомолекулярных пептидов (ниже 20 кДа) на 4 %, скорее всего полученный результат вызван расщеплением пептидов используемым ферментом пепсином во время подготовки сырья к экстракции. Предварительно обработанные лапы цыплят бройлеров могут служить сырьем для получения пищевого желатина.

Ключевые слова: желатин, белок, лапы, экстракция, молекулярная масса.

Roman A. Voroshilin

Kemerovo State University, Senior Lecturer on Department of Food Technology of Animal Origin, Candidate of Technical Sciences, Kemerovo, Russia
Erom.vr.22@mail.ru

GELATIN EXTRACTION FROM BROILER CHICKEN FEET

The aim of the study is to research the process of carrying out the extraction of gelatin from the broiler chickens feet. Research objectives: to analyze and calculate the raw material potential of the feet of broiler chickens in Kuzbass to determine the possibility of organizing the production of gelatin; to carry out water extraction of gelatin from the feet of broiler chickens; determine the quality indicators and molecular weight distribution of the obtained gelatin samples. At the first stage of research, the average annual potential of raw material in the form of poultry feet in the Kemerovo Region was calculated, which is 553 360 kg. With an average yield of gelatin from the feedstock of 12 %, it is possible to obtain an average of 66 tons of gelatin per year. Further, the preparation of raw materials and hydrolysis by the enzyme pepsin with an enzymatic activity of 300,000 units were carried out in the ratio of 20 units enzyme per 1 g of raw material, to

activate the enzyme pepsin, 1M hydrochloric acid was additionally added in a ratio of 1: 10 (broiler chicken feet treated with enzyme (g): hydrochloric acid (volume)). After that, neutralization, washing, extraction, filtration and drying of the resulting gelatin broth were carried out. The studied samples of gelatin had a high protein content, its values were within 87.9 %, while a slight increase in the mass fraction of ash was observed. The molecular weight distribution of the peptides of the gelatin sample from the feet of broiler chickens is presented at the molecular weight level of 60 kDa – 42.83855 % and below 20 kDa – 30.183857 %. When carrying out the extraction of gelatin from the feet of broiler chickens, an increase in the fraction of low molecular weight peptides (below 20 kDa) by 4 % is observed, most likely the result obtained is caused by the cleavage of peptides by the enzyme pepsin used during the preparation of raw materials for extraction. Pre-treated feet of broiler chickens can serve as raw materials for the production of edible gelatin.

Keywords: gelatin, protein, feet, extraction, molecular weight.

Введение. Традиционным сырьем для получения желатина являются кости и шкуры сельскохозяйственных животных, в основном на производстве используют сырье крупного рогатого скота и свиней. В настоящее время в научной и производственной среде активно ведутся поиски альтернатив традиционному сырью, прежде всего это связано с ограниченным количеством костного сырья, так как основная часть идет на дальнейшую переработку в мясные продукты или в костную муку, которая является ценным кормовым элементом для сельскохозяйственных животных. Другая причина, которая вызывает поиск альтернатив традиционному сырью для производства пищевого желатина, – массовые заболевания сельскохозяйственных животных, например ящур, который распространен среди крупного рогатого скота. Также необходимо учитывать и религиозные конфессии, исповедующим ислам запрещено употреблять в пищу желатин из свиной шкуры, употребление в пищу желатина из источников сырья КРС возможно, если животное было забито по правилам халяль [1–4].

Основным альтернативным источником желатина из сырья крупного рогатого скота и свиней являются отходы рыбного производства. Технологии производства желатина из рыбного сырья приобрели широкую популярность на мировом рынке [5, 6].

Потенциальным новым сырьем для производства желатина являются отходы переработки птицы. Остатки обвалки птицы являются основным побочным продуктом мясоперерабатывающей промышленности и могут быть ценным источником желатина [7].

В связи с новым поиском альтернатив традиционному желатину необходимо проводить научные исследования, которые смогут способ-

ствовать разработке новой, современной технологии производства желатина из отходов переработки птицы, в том числе лап цыплят бройлеров. Данные исследования могут привести к максимальному использованию имеющихся ресурсов и неиспользованных промышленных отходов птицеводства.

Цель исследования – изучение процесса проведения экстракции желатина из лап цыплят бройлеров.

Задачи исследования: провести анализ и расчет сырьевого потенциала лап цыплят бройлеров в Кузбассе для определения возможности организации производства желатина; провести водную экстракцию желатина из лап цыплят бройлера; определить показатели качества и молекулярно-массовое распределение полученных образцов желатина.

Объекты и методы исследования. Для проведения расчетов сырьевого потенциала производства желатина из лап цыплят бройлера использовали открытую информацию Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области – Кузбассу [8]. Расчет массы лап проводили по среднему показателю массы 1 лапы, который равен 50 г. В качестве объектов исследования использовались желатин пищевой быстрорастворимый (производство Россия, г. Белгород) и желатин из лап цыплят бройлеров. Желатин из цыплят бройлеров получали следующим методом: механически удаляли ногти лап и поверхностный жир, далее проводили измельчение лап на цепной лабораторной дробилке до размера 10–12 мм, после чего проводили промывку измельченных лап при температуре 25 °С в течение 10 мин. С целью разрушения костного матрикса проводили гидролиз ферментом пепсин с ферментной активностью 300 000 ед. в

соотношении 20 ед. фермента на 1 г сырья, для активации фермента пепсина дополнительно вносили соляную кислоту 1М в соотношении 1 : 10 (обработанные ферментом лапы цыплят бройлера (г) : соляная кислота (объем)), так как благоприятная среда для действия фермента 1,5–2,0 ед. рН. Полученную смесь перемешивали в течение 4 ч при температуре 30 °С. Далее проводили нейтрализацию с использованием NaOH (0,1 н.). После была осуществлена промывка в воде в течение 30 мин и фильтрование

через марлевый фильтр. Следующим этапом было проведение водной экстракции желатина на аппарате Сокслета в стационарном режиме при температуре 65 °С в течение 60 мин. Сушили полученные желатиновые бульоны на лабораторной распылительной сушке модели Mini SprayDryer B-290 (Buchi, Sweden) при температуре 95 °С и скорости подачи раствора в распылительную камеру 3,0–3,2 мл/мин.

Выход желатина после экстракции рассчитывали по формуле

$$\text{Выход желатина(\%)} = \frac{\text{Масса желатина после сушки, г}}{\text{Масса желатина после экстракции (бульон), г}} \cdot 100.$$

Значения показателей качества желатина определяли по показателям, полученным согласно стандартным методикам исследования по ГОСТ 11293–2017 «Желатин. Технические условия» и ГОСТ 25183.1–82 «Желатин фотографический. Правила приемки и отбор проб». Массовую долю белка определяли на анализаторе общего азота (белка) RAPID N ELEMENTAR, работающего по методу Дюма – сжигание пробы с регистрацией общего азота на детекторе теплопроводности. Молекулярно-массовое распределение проводили на электрофорезе в полиакриламидном геле в присутствии анионного детергента додецилсульфата натрия (ДДС-Na).

Экспериментальные исследования проводились на базе НИИ биотехнологии Кемеровского государственного университета. Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ (НШ-2694.2020.4).

Результаты исследования. На первом этапе исследования определили потенциал сырьевой базы отходов переработки птицы в Кемеровской области. В таблице 1 представлены расчеты сырьевого потенциала лап цыплят бройлеров.

Таблица 1

Сырьевой потенциал лап цыплят бройлера в Кузбассе

Отчетный год	Кол-во бройлеров, тыс. гол.	Масса лап*, кг
2017	6595,2	465 929
2018	7249,3	523 478
2019	8364,8	600 948
2020	8021,3	579 367
Средний годовой показатель	7642,5	553 360

*Расчет массы лап проводили по среднему показателю массы 1 лапы, который равен 50 г.

По результатам проведенного анализа открытых данных и пересчета сырьевого потенциала на массу лап цыплят бройлера видно, что на территории Кемеровской области имеется достаточное количество сырья, необходимого для производства желатина из отходов переработки птицы. Среднегодовой потенциал сырья в виде лап птицы составляет 553 360 кг. При среднем выходе желатина из исходного сырья

12 %, на территории Кемеровской области возможно получить в среднем 66 т желатина в год.

Далее по представленным методам проводили подготовку сырья и экстракцию желатина из лап цыплят бройлеров. В таблице 2 приведены основные показатели качества полученного образца желатина из лап цыплят бройлеров и желатина, представленного в сетях розничной торговли (контроль).

**Основные показатели качества желатина
из лап цыплят бройлеров**

Показатель, %	Содержание	
	Коммерческий желатин (контроль)	Желатин из лап цыплят бройлера
Выход желатина	12*	8,4
Массовая доля влаги	11,4	10,1
Массовая доля жира	0,6	0,7
Массовая доля золы	0,7	1,3
Массовая доля белка	87,3	87,9

*Основываясь на доступных данных по среднему выходу желатина [9].

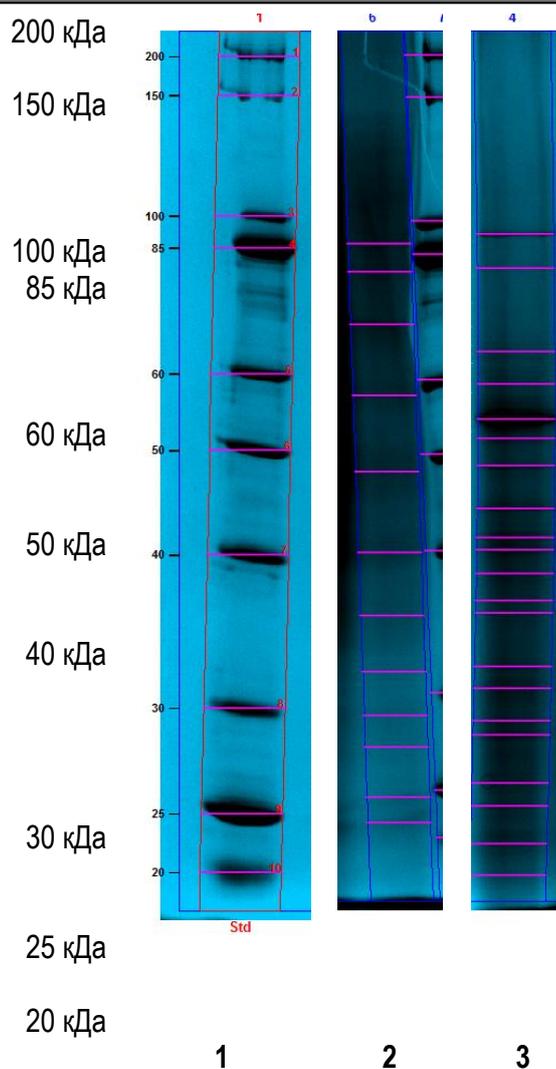
Из представленных результатов в таблице 2 видно, что основное отличие полученного желатина из лап цыплят бройлера состоит в том, что выход готового продукта в среднем на 3,6 % ниже по сравнению с желатином, который получен из классического сырья. Данная разница может быть вызвана различной химической обработкой, используемой при экстракции, и сырьем, из которого проводится экстракция желатина. Возможно, необходимо вносить корректировки в технологические этапы производства и достигать наибольшего выхода желатина путем оптимизации определенных режимов. Влажность образцов желатина находилась в пределах от 10,1 и 11,4 %, массовая доля золы – от 0,7 до 1,3 %, что является нормой в соответствии с ГОСТ 11293–2017 «Желатин. Технические условия».

Исследуемые образцы желатина имели высокое содержание массовой доли белка, полученный желатин из лап цыплят бройлеров не уступал по содержанию массовой доли белка желатину, который был приобретен в торговых сетях, его значения находились в пределах 87,9 %, при этом наблюдается незначительное увеличение массовой доли золы, в перспективе данный показатель можно скорректировать путем использования фильтрационных установок, которые способствуют глубокой очистке осеина от костного матрикса.

Важный показатель, который определяет качество желатина, – распределение молекуляр-

ной массы [10]. На электрофорезе в полиакриламидном геле в присутствии анионного детергента додецилсульфата натрия (ДДС-Na) проводили анализ распределения белковых фракций исследуемых образцов желатина. На рисунке и в таблице 3 представлено молекулярно-массовое распределение полученного образца желатина из лап цыплят бройлеров и желатина, представленного в сетях розничной торговли (контроль).

Из результатов анализа молекулярно-массового распределения видно, что у образца желатина, приобретенного в торговой сети, белковые фракции по молекулярной массе распределены более равномерно, основные белковые фракции представлены между 60 и 50 кДа, что составляет от общего содержания 14,5368 и 20,8574 % соответственно. При этом фракции ниже 20 кДа составляют 26,02701 %. Молекулярно-массовое распределение образца желатина из лап цыплят бройлеров выглядит иначе, в основном фракции белка представлены на уровне молекулярной массы 60 кДа – 42,8385 % и ниже 20 кДа – 30,18385 %. При проведении экстракции желатина из лап цыплят бройлеров наблюдается увеличение фракции низкомолекулярных пептидов (ниже 20 кДа) на 4 %, скорее всего полученный результат вызван расщеплением пептидов используемым ферментом пепсином во время подготовки сырья к экстракции.



Молекулярно-массовое распределение образцов желатина:
1 – маркер; 2 – контроль; 3 – желатин из лап цыплят бройлера

Таблица 3

Молекулярно-массовое распределение образцов желатина

Молекулярная масса, кДа	Молекулярно-массовое распределение, %	
	Коммерческий желатин (контроль)	Желатин из лап цыплят-бройлеров
200	1,316515	6,386503
150	3,101737	1,334564
100	8,457403	1,301436
85	8,850289	1,367691
60	14,53681	42,83855
50	20,85746	3,170772
40	10,11166	3,459454
30	0,220568	3,530442
25	2,929418	3,452356
20	3,591122	2,974374
Ниже 20	26,027019	30,183857

Выводы. Таким образом, был рассчитан потенциал сырьевых ресурсов Кемеровской области, проведена экстракция желатина из лап цыплят-бройлеров и определены основные показатели качества желатина. Полученные образцы желатина имели высокое значение показателя массовой доли белка – 87,9 %. Молекулярно-массовое распределение в основном представлено фракциями белка 60 кДа – 42,8385 % и ниже 20 кДа – 30,18385 %. При проведении экстракции желатина из лап цыплят-бройлеров наблюдается увеличение фракции низкомолекулярных пептидов (ниже 20 кДа) на 4 %. Предварительно обработанные лапы цыплят-бройлеров могут служить сырьем для получения пищевого желатина.

Список источников

1. Патшина М.В., Ворошилин Р.А., Осинцев А.М. Анализ мирового рынка биоматериалов с целью определения потенциальных возможностей сырья животного происхождения // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51, № 2. С. 270–289. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-2-270-289.
2. Karim A., Bhat R. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins // Food Hydrocoll. 2009. Vol. 23 (3). PP. 563–576.
3. Review on analytical methods for analysis of porcine gelatine in food and pharmaceutical products for halal authentication / A. Rohman [et al.] // Trends in Food Science & Technology. 2020. Vol. 101. PP. 122–132.
4. Просеков А.Ю., Ворошилин Р.А. Производство желатина – состояние и перспективы рынка, альтернативные источники, технологии производства // Все о мясе. 2020. № 5S. С. 265.
5. Badii F., Howell N.K. Fish gelatin: structure, gelling properties and interaction with egg albumen proteins // Food Hydrocoll. 2006. Vol. 20 (5). PP. 630–640.
6. Якубова О.С., Бекешева А.А. Научное обоснование физических свойств рыбного желатина // Вестник Астраханского государственного

7. Rafieian F., Keramat J., Shahedi M. Physicochemical properties of gelatin extracted from chicken deboner residue // LWT Food Sci. Technol. 2015. Vol. 64 (2) (2015). PP. 1370–1375.
8. Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области – Кузбассу. URL: <https://kemerovostat.gks.ru> (дата обращения: 02.06.2021).
9. Джафаров А.Ф. Производство желатина. М.: Агропромиздат, 1990. 287 с.
10. Антипова Л.В. Сторублевцев С.А. Сравнительные свойства коллагеновых белков рыбного и животного происхождения // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Химия. Биология. Фармация. 2016. № 4. С. 37–41.

References

1. Patshina M.V., Voroshilin R.A., Osincev A.M. Analiz mirovogo rynka biomaterialov s cel'yu opredeleniya potencial'nyh vozmozhnostej syr'ya zhiivotnogo proishozhdeniya // Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv. 2021. T. 51, № 2. S. 270–289. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-2-270-289.
2. Karim A., Bhat R. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins // Food Hydrocoll. 2009. Vol. 23 (3). PP. 563–576.
3. Review on analytical methods for analysis of porcine gelatine in food and pharmaceutical products for halal authentication / A. Rohman [et al.] // Trends in Food Science & Technology. 2020. Vol. 101. PP. 122–132.
4. Prosekov A.Yu., Voroshilin R.A. Proizvodstvo zhelatina – sostoyanie i perspektivy rynka, al'ternativnye istochniki, tehnologii proizvodstva // Vse o myase. 2020. № 5S. S. 265.
5. Badii F., Howell N.K. Fish gelatin: structure, gelling properties and interaction with egg albumen proteins // Food Hydrocoll. 2006. Vol. 20 (5). PP. 630–640.

6. *Yakubova O.S., Bekesheva A.A.* Nauchnoe obosnovanie fizicheskikh svoystv rybnogo zhelatina // *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Ser. Rybnoe hozyajstvo.* 2018. №. 3. S. 132–133.
7. *Rafieian F., Keramat J., Shahedi M.* Physico-chemical properties of gelatin extracted from chicken deboner residue // *LWT Food Sci. Technol.* 2015. Vol. 64 (2) (2015). PP. 1370–1375.
8. Oficial'nyj sajt Territorial'nogo organa Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Kemerovskoj oblasti – Kuzbassu. URL: <https://kemerovostat.gks.ru> (data obrascheniya: 02.06.2021).
9. *Dzhafarov A.F.* Proizvodstvo zhelatina. M.: Agropromizdat, 1990. 287 s.
10. *Antipova L.V., Storubevcev S.A.* Sravnitel'nye svoystva kollagenovyh belkov rybnogo i zhivotnogo proishozhdeniya // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Himiya. Biologiya. Farmaciya.* 2016. №. 4. S. 37–41.

