

**Г.В. Гуринович, Р.Н. Абдрахманов**

## **ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА И СВОЙСТВ БЕЛКОВОГО СЫРЬЯ ОТ ПЕРЕРАБОТКИ ПТИЦЫ**

В статье приведены результаты комплексного исследования коллагенового геля, предназначенного к использованию в качестве белкового сырья и стабилизатора консистенции в технологии полукопченых колбас из мяса птицы. На основании изучения физико-химических показателей обоснована технология получения, изучены химический состав, функционально-технологические и структурно-механические свойства. Установлен уровень введения коллагенового геля в фарши полукопченых колбас с использованием мяса птицы механической обвалки.

Коллагеновый гель, коллагенсодержащее сырье, куриные ноги, химический состав, термическая обработка, предельное напряжение сдвига, переваримость, модельные фаршевые системы.

### **Введение**

На настоящий момент одним из наиболее динамичных и фундаментальных сегментов в структуре перерабатывающих отраслей АПК следует признать производство мяса птицы, для которого разработаны и реализуются государственные меры по стабилизации и развитию. Важным аспектом этого направления, который следует принимать в расчет, является также экономический, а именно: производство большей части мяса птицы осуществляется на крупных высокотехнологичных предприятиях, что делает возможным внедрение глубокой переработки сырья, в том числе вторичного, направленной на снижение себестоимости изделий, расширение их ассортимента. Общая тенденция в переработке мяса может быть сформулирована следующим образом: рост производства продуктов из мяса птицы и разработка рациональных схем переработки вторичного сырья. При этом объемы вторичного сырья позволяют оценивать его как существенный ресурс сырьевой базы для мясных продуктов, а химический состав – предполагать различные направления их использования, в том числе разработку рецептур мясных продуктов, пользующихся постоянным спросом населения, например, полукопченых колбас.

Большой удельный вес в структуре сырья, сопутствующего переработке птицы, приходится на субпродукты, в частности коллагенсодержащие, среди которых необходимо обратить внимание на ноги куриные, которые до настоящего времени имеют ограниченное использование на пищевые цели и реализуются главным образом в натуральном виде как субпродукт. Причинами тому являются особенности морфологического состава, то есть высокое содержание костной ткани, отсутствие технической возможности отделения мякотных тканей, представленных в основном плотной соединительной тканью. Привлечение этого сырья в промышленную переработку может быть основано на предварительной подготовке или модификации, направленной на разрушение исходной структуры и облегчение отделения балластных частей, с целью получения целевого продукта, обладающего достаточным технологическим потенциалом и большей пищевой ценностью по сравнению с исходным сырьем.

При эффективной обработке полученный целевой продукт можно рассматривать как полифункциональный, предназначенный для улучшения технологических свойств сырья и органолептических показателей готовой продукции, регулирования пищевой ценности мясных продуктов при его дозированном введении, а также как альтернативу белковым препаратам животного происхождения, использование которых в технологии мясных продуктов постоянно увеличивается.

Одной из основных задач при разработке технологии использования куриных ног является обоснование технологичного и интенсивного способа предварительной подготовки, который должен обеспечивать необходимую степень деструкции сырья.

Анализ доступной научно-технической информации позволяет утверждать, что модификация коллагенсодержащего сырья может быть выполнена разными способами, вызывающими большие или меньшие изменения нативной структуры. Обработку можно выполнить физическими способами путем механического диспергирования, в том числе из замороженного состояния, ультразвуковой обработкой, криолизом [1]; химическим способом путем воздействия кислотными или щелочными реагентами для разрушения надмолекулярных структур коллагена, его частичного гидролиза, вызывающего повышение растворимости белка, а следовательно, функциональных свойств [2–4], а также ферментативным способом с использованием препаратов, обладающих общепротеолитическим действием или коллагеназной активностью [5]. Следует отметить, что в большинстве случаев обработку следует проводить в регулируемых условиях при низкой положительной температуре с целью обеспечения необходимого санитарного состояния сырья, что сопряжено с достаточно длительной выдержкой. Названные способы предварительной подготовки в наибольшей степени применимы к коллагенсодержащему сырью с однородной морфологической структурой, такому как свиная шкурка, говяжья губа, жилки и сухожилия. Альтернативный метод подготовки – варка сырья в воде.

Куриные ноги имеют неоднородный морфологический состав, в среднем на долю мякотных тканей приходится 65–68 %. Поэтому предварительная обработка куриных ног, помимо размягчения,

должна включать операцию по отделению костной ткани. В этой связи нами изучена двухстадийная схема подготовки сырья – варка в воде с последующей механической сепарацией на прессе.

Целью исследований являлось изучение состава и свойств целевого белкового продукта (коллагенового геля) в зависимости от условий предварительной тепловой обработки сырья, а также влияния его на функционально-технологические свойства фаршей на основе мяса птицы механической обвалки.

### Материалы и методы

Объектами исследования являлись мясокостные субпродукты птицы – ноги цыплят-бройлеров.

Сырье подвергали варке в воде с температурой  $95 \pm 2$  °C при жидкостном коэффициенте 1:2 при разной продолжительности воздействия от 20 до 100 мин, с интервалом отбора проб 20 мин. Эффективность тепловой обработки оценивали по таким показателям, как количество сухих веществ, переходящих в бульон; выход мякотных тканей от ручной обвалки разваренного сырья, которые определяли методом высушивания и взвешивания; предельное напряжение сдвига (ПНС) для характеристики прочностных свойств разваренной массы от ручной обвалки. Предельное напряжение сдвига определяли на коническом пластометре КП-3 (Россия).

Целевой продукт (коллагеновый гель) получали обработкой разваренного сырья методом сепарирования на прессе. Для него устанавливали показатели пищевой ценности путем определения химического состава с использованием арбитражных методов и перевариваемости в условиях *in vitro* последовательным воздействием на продукт пищеварительных ферментов – пепсина и трипсина с одновременным удалением продуктов протеолиза, а также структурно-механические свойства.

### Результаты и их обсуждение

Химический состав мясного сырья зависит от множества факторов, в том числе рациона, состава кормов и продолжительности откорма, поэтому фактические значения содержания основных веществ могут отличаться от справочных. Получение новых данных позволяет расширить знания о свойствах сырья, что важно с точки зрения прогнозирования пищевой ценности новых мясных продуктов.

Нами изучен химический состав исходного сырья (ног цыплят-бройлеров) производства «Кузбасский бройлер», взятого от трех разных партий. По результатам исследований установлено, что содержание белка, жира, влаги и золы в сырье составляет 25,97; 9,53; 57,04 и 7,20 % соответственно. Из этих данных следует, что сырье можно классифицировать как белковое, массовая доля белка в котором выше в 1,33 раза по сравнению с мясом птицы ручной обвалки и в 1,86 раза выше, чем в мясе механической обвалки. Необходимо отметить, что сырье характеризуется значительной вариабельностью состава, в научно-технической литературе приводятся данные других авторов по содержанию белка, которые оцениваются значениями в интервале от 15 до 24 % [5–7].

Следует ожидать, что последующая технологическая обработка сырья приведет к изменению химического состава. Так, тепловая обработка сырья в воде связана с частичной потерей белков, что обусловлено свариванием и дезагрегацией коллагена, а также извлечением части водорастворимых белков. С целью предупреждения неоправданных потерь нами установлена динамика сухих веществ в бульоне в зависимости от продолжительности варки (рис. 1) для обоснования периода обработки, достаточного для эффективного снижения прочностных свойств сырья.

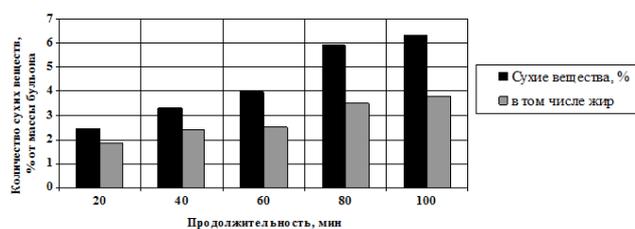


Рис. 1. Зависимость количества сухих веществ, переходящих в бульон в процессе термообработки

Согласно полученным данным с увеличением продолжительности обработки с 20 до 100 мин количество сухих веществ, переходящих в бульон, возрастает в 2,5 раза и достигает значения 6,32 %. Максимальное количество веществ, переходящих в бульон, выявлено при длительности варки 60–80 мин, относительно исходного значения оно составляет 59,92 и 139,68 % соответственно. При дальнейшем нагреве этот показатель стабилизируется. В бульон наряду с белками переходят липиды, количество которых в составе сухих веществ по мере увеличения продолжительности варки от 40 до 100 мин снижается от 73–74 до 56–59 %.

По совокупности эти данные свидетельствуют о том, что с точки зрения потери белка наиболее целесообразна предварительная обработка сырья в воде в течение 60 мин.

Выявленные потери основных веществ не оказывают существенного влияния на выход мякотных тканей, которые могут быть отделены при ручной обвалке разваренного сырья. В пределах изученного интервала варки он изменяется от 58,7 до 61,6 %. Для полученных образцов мякотных тканей установлен химический состав, позволяющий оценить влияние нагрева и ручной обвалки на пищевую и технологическую ценность сырья (табл. 1).

Таблица 1

Влияние продолжительности тепловой обработки на химический состав коллагеновых масс после ручной обвалки

Продолжительность варки сырья, мин	Массовая доля, %			
	белка	жира	влаги	золы
20	24,94±0,10	6,67±0,08	65,84±0,14	3,22±0,07
40	24,44±0,07	6,25±0,04	66,62±0,12	2,63±0,07
60	25,40±0,07	6,00±0,04	67,13±0,13	2,61±0,07
80	23,63±0,09	5,99±0,04	66,55±0,14	2,56±0,09
100	23,21±0,03	5,86±0,07	67,68±0,11	2,12±0,03

Согласно экспериментальным данным в коллагеновой массе от сырья, подвергнутого варке в течение 20, 40 и 60 мин и последующей ручной обвалке, содержание белка практически не изменяется и составляет 24,94; 24,44 и 25,40 % соответственно. В результирующем продукте от сырья, разваренного в течение 80–100 мин, наблюдается снижение массовой доли белка, что следует объяснять гидротермическим распадом коллагена.

Результатом изменения количества и качества белка сырья являются изменения в массовой доле влаги, удерживаемой в составе коллагеновой массы. Так, для образцов, полученных из сырья после варки в течение 20, 40 и 60 мин, количество влаги, удерживаемой коллагеном, непрерывно возрастает, а для образца, полученного из сырья после 80 мин варки, – снижается, что следует объяснять уменьшением доли белка. Однако в образце из сырья, развариваемого в течение 100 мин, вновь наблюдается повышение массовой доли удерживаемой влаги как результат развития более глубоких структурных изменений с повышением количества продуктов гидролиза.

Для обоснования оптимальной продолжительности тепловой обработки было проведено исследование переваримости коллагеновых масс в условиях *in vitro* в зависимости от продолжительности предварительной варки сырья (рис. 2).

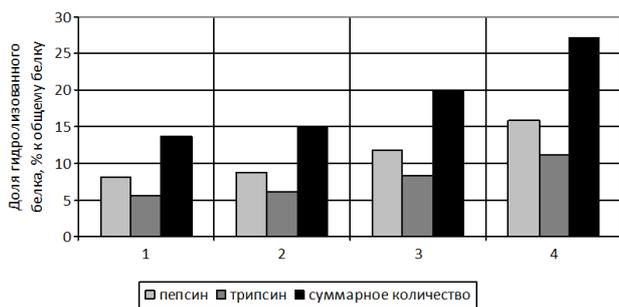


Рис. 2. Влияние продолжительности варки на переваримость сырья (*in vitro*): 1 – сырье; 2, 3, 4 – образцы, подвергнутые варке (20, 40, 60 мин) и ручной обвалке

Как следует из полученных данных, исходное сырье (ноги цыплят-бройлеров) характеризуется низкой степенью переваривания. При последовательном воздействии пепсина и трипсина количество белка, гидролизованного пищеварительными ферментами, составляет 13,65 % относительно его исходного количества.

Для исследуемых опытных образцов этот показатель относительно значений, установленных для исходного сырья, повысился на 9,89; 46,52 и 97,80 % соответственно. То есть разварка ног цыплят-бройлеров в течение 1 часа достаточна для значительного увеличения его питательной ценности. Следует отметить, что более высокий уровень протеолиза достигается при воздействии на коллагеносодержащее сырье пепсина; доля белка, гидролизованного этим ферментом, составляет 58,83 %.

Продолжительность варки исходного сырья необходимо обосновать также с технологической точ-

ки на основании определения динамики прочностных свойств (рис. 3).

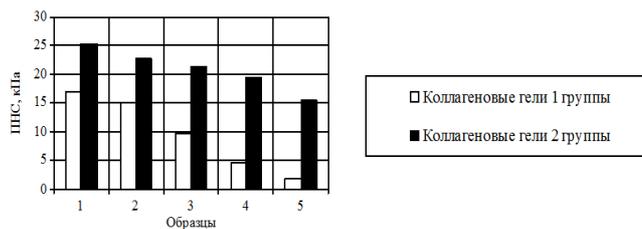


Рис. 3. Показатель предельного напряжения сдвига в зависимости от способа подготовки образцов

Для исследований подготовлены две группы образцов: 1 группа – сырье, подвергнутое двухстадийной обработке – варке в воде при принятой продолжительности (20, 40, 60, 80, 100 мин, образцы 1, 2, 3, 4, 5 соответственно) и ручной обвалке; 2 группа – те же образцы, но гомогенизированные с водой (1:1) и подвергнутые тепловой обработке, имитирующей варку продукта до кулинарной готовности. Прочностные свойства исследуемых структур измеряли после охлаждения.

Динамика прочностных свойств коллагеновых гелей 1 группы характеризуется следующими данными. Для образца, выделенного из сырья минимальной продолжительности варки (20 мин), ПНС составляет 16,84 кПа. Для образцов, полученных из сырья с продолжительностью варки, возрастающей в каждом случае на 20 мин, наблюдалось непрерывное снижение ПНС, относительно образца 1 оно составило 10,81; 43,29; 73,46 и 89,43 % соответственно. Полученные данные свидетельствуют о снижении прочностных характеристик массы, обусловленной ослаблением взаимодействия между коллагеновыми единицами, формирующими трехмерную спираль, и переходом в раствор несколько измененных фрагментов коллагеновой цепочки, которые условно можно назвать макромолекулами желатина. Постоянное снижение прочностных свойств свидетельствует о том, что по мере нагрева начинают развиваться процессы гидролиза коллагена и макромолекул желатина с образованием продуктов, способных формировать вязко-пластичную структуру за счет увеличения количества растворимых белков в непрерывной фазе.

Последние являются теми ингредиентами, благодаря которым коллагеновый гель способен проявлять свои позитивные свойства в мясных системах и готовой продукции. Поэтому в этом отношении наиболее предпочтителен образец 5. Вместе с тем следует учитывать тот факт, что разваренное коллагеносодержащее сырье будет подвергаться повторному нагреву в составе мясных продуктов при технологической обработке с целью доведения их до кулинарной готовности, в результате чего будут развиваться процессы деградации коллагена.

По данным, приведенным на рис. 3, можно сделать вывод, что повторная термообработка приводит к повышению ПНС всех образцов относительно исходных значений. Воздействие температуры на образцы 1 и 2 приводит к повышению показателя ПНС

на 49,47 и 51,47 % соответственно. Для образцов 3, 4 и 5 показатель ПНС увеличивается в 1,22; 3,33; 7,71 раза соответственно. Это обусловлено увеличением в системах продуктов распада коллагена, что приводит к формированию разветвленной сетки, результатом которого является более плотная связь между слоями и повышение сопротивления для проникновения индентора (конуса). Установлено, что в образцах 2-й группы сохраняется выявленная зависимость в изменении ПНС вследствие продолжительности первичной тепловой обработки.

По совокупности показателей, полученных экспериментальным путем, можно утверждать, что оптимальной является предварительная варка ног цыплят-бройлеров в воде в течение 60 мин.

Коллагеновый гель из такого сырья получен в производственных условиях при механической сепарации, выход продукта составляет 70 % к массе сырья. Коллагеновый гель (КГ) представляет собой однородную массу, содержащую костные включения.

Согласно экспериментальным данным массовая доля белка в геле составляет 16,53 %, что ниже аналогичного показателя для массы от ручной обвалки сырья на 35,80 %. Массовая доля жира в КГ, напротив, увеличивается и составляет 13,00 %, что можно рассматривать как положительный факт, поскольку это способствует повышению пищевой ценности сырья. Содержание минеральных веществ в КГ составляет 3,45 %, влаги – 66,98 %.

Анализ экспериментальных данных химического состава КГ указывает на то, что он является белковым сырьем. Соотношение фракций белков коллагенового геля характеризуется следующими данными: основная часть белков относится к щелочерастворимым, доля которых составляет 80,00 %, массовая доля соле- и водорастворимой фракций равна 7,65 и 3,31 % соответственно, на белки осадка приходится 1,71 %.

Изучено влияние коллагенового геля на структурно-механические и функционально-технологические свойства фаршей из мяса птицы механической обвалки в зависимости от уровня его введения. Результаты определения предельного напряжения сдвига для контрольного и опытных образцов представлены на рис. 4.

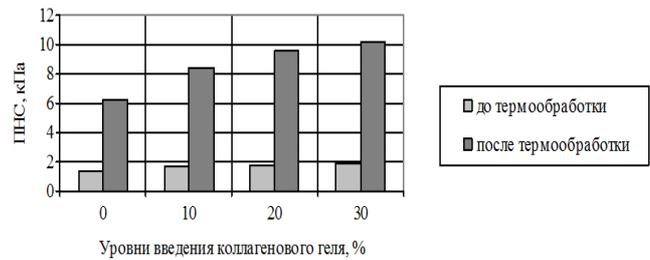


Рис. 4. Предельное напряжение сдвига модельных фаршевых систем

Установлено, что при увеличении уровня введения коллагенового геля от 10 до 30 % показатель ПНС увеличивается относительно контрольного образца на 19,68; 23,54 и 35,24 % соответственно. Это обусловлено увеличением прочности белкового каркаса, образующегося при совместном действии солерастворимых белков мяса птицы механической обвалки и соединительнотканых белков коллагенового геля.

Для образцов, подвергнутых варке до достижения температуры в центре  $72 \pm 1$  °С, выявлена аналогичная зависимость в изменении предельного напряжения сдвига. Так, при уровне введения коллагенового геля 10, 20 и 30 % ПНС увеличилось на 35,57; 55,30 и 65,29 % соответственно относительно контрольного образца. Это свидетельствует о формировании более плотной консистенции продукта как одного из основных потребительских свойств полукопченых колбас. Улучшение консистенции опытных образцов в сравнении с контрольным обусловлено дальнейшим разрушением межмолекулярных и химических связей и повышением количества растворимого желатина и низкомолекулярных пептидов, участвующих в образовании непрерывного белкового каркаса при тепловой обработке.

Это подтверждается результатами определения функционально-технологических свойств исследуемых систем – влагоудерживающей способностью (ВУС), жирудерживающей способностью (ЖУС) и устойчивостью фарша (УФ). Установлено повышение названных показателей при увеличении уровня введения коллагенового геля.

Таким образом, было проведено комплексное изучение состава и свойств коллагенового геля, полученного двухстадийным методом (термообработка и механическая сепарация на прессе) от куриных ног, и доказана целесообразность получения комбинированных продуктов из мяса птицы.

#### Список литературы

1. Перкель, Т.П. Способы переработки и использования мясного сырья с высоким содержанием коллагена: монография / Т.П. Перкель; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2009. – 189 с.
2. Волик, В.Г. Использование пищевого белка из мясокостного сырья / В.Г. Волик, Д.Ю. Исмаилова, О.Н. Ерохина и др. // Мясная индустрия. – 2009. – № 9. – С. 49–54.
3. Волик, В.Г. Эффективная конверсия белков на основе современных способов переработки сырья / В.Г. Волик, Д.Ю. Исмаилова, О.Н. Ерохина // Мясные технологии. – 2007. – № 2. – С. 42–46.
4. Волик, В.Г. Эффективность использования вторичных ресурсов переработки скота и птицы / В.Г. Волик, Д.Ю. Исмаилова, О.Н. Ерохина // Мясная индустрия. – 2007. – № 10. – С. 65–67.
5. Антипова, Л.В. Получение белковой пищевой добавки из вторичных продуктов птицеперерабатывающей промышленности / Л.В. Антипова, О.С. Осминин, Ч.Ю. Шамханов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 2. – С. 62–64.

6. Гущин, В.В. Новое в развитии техники и технологии переработки птицы и яиц / В.В. Гущин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – № 11. – С. 22–26.

7. Махонина, В.Н. Новое направление использования побочного сырья из мяса птицы / В.Н. Махонина, В.В. Коренев // Мясные технологии. – 2007. – № 9. – С. 54–57.

ГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел./факс: (3842) 73-40-40  
e-mail: office@kemtipp.ru

## SUMMARY

**G.V. Gurinovich, R.N. Abdrakhmanov**

### **Investigation of composition and properties of protein raw materials derived from poultry processing**

The results of a complex research of the collagen gel intended for utilization as protein raw material and a consistency stabilizer in the technology of poultry meat half-smoked sausages are presented. On the basis of studying the physical and chemical indices of samples the manufacturing technology has been proved; a chemical composition, functional-technological and structural-mechanical properties have been studied. The level of collagen gel introduction into sausage meat of half-smoked sausages with utilization of mechanically deboned poultry meat has been established.

Collagen gel, collagen containing raw materials, chicken feet, chemical composition, thermal processing, limited shear pressure, digestibility, modelled sausage meat systems.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia  
Phone/Fax: +7(3842) 73-40-40  
e-mail: office@kemtipp.ru