

УДК 637.5

Влияние разрушения структуры коллагена на гидрофильные свойства продуктов этого процесса

Д-р техн. наук Мурашев С.В. s.murashev@mail.ru

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО
Институт холода и биотехнологий
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Коллаген – белок с уникальным аминокислотным составом, структурой и свойствами. Составляя значительную часть мясного сырья, коллаген оказывает существенное влияние на его свойства. Изменения, происходящие с коллагеном, оказывают влияние, как на свойства мышечной ткани, так и на свойства продуктов, в которые коллаген или получаемые из него препараты, например, гидролизат, входят в качестве составной части. В связи с этим, в работе показано изменение гидрофильных свойств продуктов деструкции коллагена с учетом влияния особенностей проведения этого процесса.

Ключевые слова: коллаген, глютин, желатозы.

Influence of destruction of the collagen structure on the hydrophilic properties of this process' products

D. Sc. Murashev S.V.

Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics.
Institute of Refrigeration and Biotechnology
191002, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

Collagen is a protein with the unique amino acid composition, structure and properties. Making considerable part of meat raw materials, collagen has a significant impact on its properties. Therefore, the changes occurring to collagen influence as the properties of the muscle tissue and the properties of products in which collagen or preparations derived therefrom, for example, the hydrolyzate included as an integral part. In this regard, in the illustrated modified hydrophilic properties of collagen degradation products depending on the characteristics of the process.

Keywords: collagen, gluten, gelatosa

Коллаген является фибриллярным белком, нерастворимым в холодной воде, но способным хорошо в ней набухать. При температуре около 60 °С обводненный коллаген сваривается, что сопровождается разрывом водородных связей, удерживающих полипептидные цепи в структуре коллагена. Это явление вызывается усилением теплового колебания цепей. При сваривании коллагена происходит отщепление значительной части связанных с ним полисахаридов. Обработка кислотами или щелочами снижает температуру сваривания. Сваривание коллагена делает его более доступным расщепляющему действию пищеварительных ферментов. Перевариваемость сваренного коллагена возрастает с увеличением температуры и продолжительности тепловой обработки [1].

Первоначально при нагревании из коллагена вследствие разрыва связей между полипептидными связями, удерживающих его трехмерную структуру, образуется глютин. При более продолжительном нагреве образуются продукты гидролиза полипептидных цепей глютина – желатозы [2].

В стадии разрушения структуры коллагена, когда в основном образуется глютин с небольшой примесью желатоз, получается желатин. Раствор глютина при охлаждении желатинизирует [1]. С ростом температуры и увеличением продолжительности нагрева глютина возрастает количество низкомолекулярных продуктов гидролиза. Среди желатоз обнаружены пептиды различной длины, включая также низкомолекулярные ди- и трипептиды [1].

При длительном нагреве и условиях обеспечивающих распад глютина с преимущественным образованием желатоз образуется клей. В желатине содержатся более крупные частицы, которые по этой причине не проникают в склеиваемый материал на необходимую глубину, обеспечивающую прочное склеивание. Однако, с другой стороны, и в клее содержание желатоз также не должно быть слишком большим, так как он также будет плохо склеивать [2].

Вследствие большей молекулярной массы глютин не растворим в воде при температуре ниже 20 °С, но хорошо растворим в горячей воде. Глютин, как и коллаген, набухает в воде, но в отличие от последнего при температуре 40 °С и выше он неограниченно растворяется в воде, что объясняется отсутствием постоянных и прочных связей между молекулами [1]. Желатозы, напротив, растворяются в воде ниже 20 °С. Клей застывает медленно из-за большого содержания желатоз, в то время как желатин быстро и хорошо застывает [2].

Осторожный нагрев не вызывает разрыв прочных ковалентных полипептидных связей. При образовании глютина разрываются более слабые связи, удерживающие

полипептидные цепи в структуре коллагена, к которым относятся водородные связи. Разрушение связей между главными цепями в структуре коллагена приводит к освобождению и увеличению числа активных гидрофильных групп, таких как $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$. Этот процесс превращения коллагена в глютин называется пептизацией. В ходе пептизации открываются группы, хорошо связывающие воду и принадлежащие боковым цепям гидрофильных аминокислот, таким как аргинин, лизин, серин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты, входящих в состав коллагена. Водосвязывающая способность коллагена при сваривании повышается [1]. Причиной увеличения водосвязывающей способности коллагена при сваривании является открытие гидрофильных групп находящихся в боковых цепях аминокислот.

Дополнительные активные гидрофильные $-\text{COOH}$ и $-\text{NH}_2$ группы образуются уже в ходе гидролиза полипептидных цепей при образовании желатоз из глютина. Появление новых свободных гидрофильных групп дополнительно увеличивает водосвязывающую способность уже продуктов гидролиза глютина. На это обстоятельство указывает растворимость желатоз в воде, которые, о чем уже было сказано, в отличие от глютина растворяются в воде при температуре ниже $20\text{ }^\circ\text{C}$.

Низкомолекулярные гидрофильные вещества (аминокислоты, моносахариды и др.) обладают более высокой способностью связывать воду по сравнению с полимерами, сформированными из этих мономерных единиц. Точно также и желатозы вследствие образования дополнительных гидрофильных групп, при условии, что в ходе гидролиза существующие и вновь образующиеся группы не разрушаются, обладают лучшей способностью связывать воду по сравнению с глютином. По этой же причине свободные мономеры и полимеры, сформированные из них, в различной степени влияют на внутриклеточное осмотическое давление в живых организмах.

Известно, что накопление глюкозы в клетках живых организмов, в результате объединения отдельных хорошо растворимых в воде молекул глюкозы в полимер, не приведет к росту осмотического давления. В то время как, накопление в клетках свободной глюкозы привело бы к недопустимому росту осмотического давления [3].

Объяснение этого факта заключается в том, что осмотическое давление пропорционально молярной концентрации растворенного вещества, а также тем обстоятельством, что на образование связей между мономерами при полимеризации используется часть гидрофильных групп содержащих гетероатомы, способных связывать воду водородными связями, что уменьшает количество гидрофильных групп в полимерах. Поэтому в животных клетках накапливается не глюкоза, а гликоген, а в

растительных клетках – крахмал. При полимеризации уменьшается гидрофильность молекул, и поэтому они не всегда остаются в растворе, оседая из него в виде гранул.

Таким образом, при разрушении структуры коллагена первоначально образуется глютин, а далее уже при гидролизе полипептидных цепей, входящих в состав трехмерной структуры коллагена, образуются желатозы. В ходе нарастания деструкции коллагена при условии сохранения гидрофильных функциональных групп принадлежащих боковым цепям аминокислот и дополнительно образующихся при гидролизе пептидных связей происходит усиление гидрофильных свойств, продуктов разрушения структуры коллагена. Если же условия проведения гидролиза коллагена таковы, что образуются продукты, характеризующиеся понижением влагоудерживающей способности, то это однозначно указывает на разрушение гидрофильных функциональных групп, принадлежащих как боковым цепям аминокислот, так и образующимся при разрыве пептидных связей. Такой продукт уже не имеет функционального значения как структурообразователь, и не может быть использован в пищевых целях.

Список литературы:

1. Физико-химические и биохимические основы технологии мяса и мясопродуктов. Справочник под ред. А.А. Соколова. – М.: Пищевая пром-ть, 1973. – 496 с.
2. Янушкин Н.П., Лагоша И.А. Технология мяса и мясопродуктов и оборудование мясокомбинатов. – М.: Пищевая пром-ть, 1970. – 662 с.
3. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2002. – 446 с.