РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДИСПЕРСИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ КОЛЛАГЕНОВЫХ БЕЛКОВ ЖИВОТНЫХ ТКАНЕЙ

Глотова И.А., Болтыхов Ю.В.

Воронежская государственная технологическая академия

Воронеж, Россия

Развитие исследований по использованию коллагенсодержащего сырья в отраслях народного хозяйства представляют вполне определенный интерес и перспективу в укреплении сырьевой базы мясной промышленности, обеспечении животным белком, создании безотходных экологически чистых технологий, повышении биологической ценности, эстетического (товарного) вида продуктов, сокращении потерь, максимальном и рациональном использовании мясного сырья. Обобщение известных сведений, расширение и углубление знаний в данном направлении позволяет внедрить принципиально новые технологии и продукты (профилактические, специальные, лечебные), удовлетворяющие режимам экономии и отвечающие физиологическим нормам питания.

Коллагенсодержащие биопрепараты обладают уникальными свойствами, благодаря которым они находят широкое применение, включая медицину, ветеринарию, отрасли пищевой и легкой промышленности. Однако коллаген трудно выделить из соединительной ткани и перевести в растворенное состояние. Кроме того, имеются некоторые особенности поведения коллагена в растворах, обусловленные специфическими свойствами этого полимера: высокой молекулярной массой, значительным количеством активных полярных групп, низкой термостабильностью и др.

В качестве объектов исследования служили: вторичное коллагенсодержащее сырье мясной промышленности (жилки, сухожилия, фасции, выделяемые на операции жиловки говядины), а также CO_2-экстракты. лекарственных растений и специй, растворимые формы коллагеновых белков животных тканей, полученные после их предварительной обработки методом энзиматической конверсии для гидролиза балластных белковых фракций в сочетании со щелочно-солевым или пероксидно-щелочным методами, а также композиционные основы с использованием биологически активных компонентов растений.

Реологические свойства характеризуют поведение дисперсионных систем в условиях напряженного состояния, основными показателями которого при приложении силы являются напряжение, величина и скорость деформации. Сдвиговые реологические свойства: предельное напряжение сдвига (σ_0, Па), вязкость эффективная ($\eta_{эф}$, Па·с) и пластическая (η, Па·с) наиболее полно отражают внутреннюю сущность объекта исследования и лежат в основе инженерных расчетов течения продуктов в трубах, рабочих органах машин и аппаратов, моделировании ключевых технологических процессов и оптимизации их режимов.

При изучении сдвиговых характеристик полифункциональных дисперсионных систем, полученных на основе коллагеновых белков животных тканей и экстрактов биологически активных веществ растительного сырья оценивали реологические свойства растворимых форм по показателю эффективной вязкости в заданном диапазоне скорости сдвига.

Исследование проводили с использованием ротационного вискозиметра RHEOTEST 2.1. Динамическую вязкость во всех образцах определяли при температуре 20 °С.

Полученные кривые течения позволяют судить об изменении вязкости образцов коллагеновых растворов, полученных после комбинированных вариантов энзиматической и щелочно-солевой, энзиматической и пероксидно-щелочной обработкок коллагенсодержащего сырья, в зависимости от градиента скорости на срез.

Кривые течения коллагеновых растворов характерны для вязкопластических неньютоновских жидкостей, у которых вязкость, как правило, уменьшается с ростом градиента напряжения сдвига.

Количественно реологические свойства характеризуются величинами:

- **наибольшая вязкость при неразрушенной структуре (при минимальной скорости сдвига 1,5 $с^{-1}$);**
- **наименьшая вязкость при полностью разрушенной структуре.**

Количественным критерием, характеризующим структурную ветвь реологической кривой, является индекс структурирования N. Разрушение структуры продукта происходит в интервале скорости сдвига 0-100 $с^{-1}$, дальнейшее повышение скорости деформации оказывает незначительное влияние на величину эффективной вязкости коллагеновых растворов.

Результаты исследований позволяют констатировать, что растворы коллагена являются сильно структурированными системами, которые даже в малых концентрациях характеризуются значительной вязкостью. Их вязкость существенно зависит от скорости сдвига, что связано с частичным или полным разрушением структуры продукта.

Предварительная обработка обеспечивает разрушение большей части веществ, сопутствующих коллагену в структуре соединительных тканей (глобулярные белки, липиды), которые удаляются при последующих технологических операциях. Молекулы коллагена в этом растворе сохраняют характерную для нативного белка трехспиральную структуру и находятся в форме димеров, тримеров и т.д. В процессе пероксидно-щелочной обработки происходит более активный по сравнению со щелочно-солевой обраьоткой процесс разрыва ряда поперечных молекулярных связей, в результате чего образцы набухают, структура их подвергается разрыхлению и разволокнению.

Наибольшей вязкостью обладают дисперсионные системы, полученные после диспергирования коллагеновых белков в растворе уксусной кислоты. При этом не установлено статистически достоверных различий эффективной вязкости образцов после введения CO_2-экстрактов специй. Введение в дисперсионные системы водных экстрактов растительного сырья незначительно снижает их вязкость. По-видимому, это связано с тем, что в процессе структурообразования исследуемых систем участвуют межмолекулярные связи, образованные низкомолекулярными биологически активными веществами экстрактов. Решающую роль в этом случае играют гидратные оболочки, образованные молекулами воды. Однако часть функциональных групп этих веществ, вероятно, не участвуют в межмолекулярных взаимодействиях. При небольших скоростях сдвига разрушаются наиболее слабые межмолекулярные взаимодействия.

Анализ кривых течения образцов дисперсионных систем на основе коллагеновых белков растворов с различными CO_2-экстрактами специй и лекарственных растений позволяет предположить, что такие растворимые формы на основе коллагеновых белков животных тканей имеет достаточно высокую способность к формованию. Это обуславливает их применимость выступать в качестве носителей веществ, обладающих антиоксидантными и биоцидными свойствами, применительно к потребностям различных отраслей пищевой промышленности, медицины, ветеринарии.