ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАТИНОВЫХ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ПЕРОПУХОВЫХ ОТХОДОВ

В.А. Голубков, *магистрант*
Е.П. Ворожцов, *студент*
А.Е. Папинен, *студент*
С.В. Бортников, *канд. хим. наук, доцент*
Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова
(Россия, г. Абакан)

DOI: 10.24411/2500-1000-2019-12023

Аннотация. *В работе представлены результаты исследования процесса растворения пера птицы, сочетающего в себе гидролитическое разрушение третичной структуры белка и восстановление его дисульфидных связей. Подобная технология позволяет не только растворить перопуховое сырье, но и выделить кристаллический белковый продукт. Применение метода на практике решает проблему использования перопуховых отходов птицеводства в качестве вторичного сырья в различных отраслях хозяйства для получения ряда ценных продуктов и материалов.*

Ключевые слова: *кератин, белок, дисульфидные связи, гидролиз, дисперсия, перопуховые отходы.*

Специфика переработки сырья животного происхождения такова, что в процессе получения основной товарной продукции большая часть исходного сырья на различных стадиях технологического процесса превращается в отходы. В этой связи проблема комплексной переработки сырья, включающая технологии вовлечения в хозяйственный оборот отходов производства в качестве вторичного сырья, приобретает особую значимость и актуальность.

В последние годы благодаря исследованиям, направленным на изучение такой многокомпонентной и многофункциональной системы как сырье животного происхождения, появилась возможность извлекать из него ценные химические продукты. В частности, существуют способы позволяющие извлекать из таких материалов как перо птицы, шерсть, щетина, волосы, рога и т.п. белковые продукты – коллаген, эластин и кератин. В большинстве подобных технологий используются методы гидролитического воздействия на биоматериал в довольно жестких условиях (повышенные температура и давление). Однако такой технологический прием ведет к потере специфических свойств, присущих нативным белкам, что сужает возможные области практического применения белковых продуктов.

Настоящая работа посвящена изучению процесса получения кератиновых белковых продуктов из пера домашней птицы.

Кератин, который является основным структурным компонентом пера и пуха, относится к простым белковым веществам из группы склеропротеинов или структурных белков. Первичная структура белков кератинов включает большое количество серосодержащих звеньев аминокислот метионина и цистеина. Тиольные группы цистеина образуют множество дисульфидных связей друг с другом, во многом формируя третичную структуру белка [1].

Перопуховые отходы птицеводства относятся к IV классу опасности, считаются малоопасными, но способны создавать благоприятные условия для развития опасной микрофлоры, становиться причиной осмофорного и химического загрязнения окружающей среды. В то же время это малоценное сырьё, при соответствующей переработке может быть использовано во многих отраслях народного хозяйства: получение функционализированных кормов и кормовых добавок; органоминеральных удобрений; производство косметических средств (шампуни, крема и др.).

Экспериментальная часть

Щелочной гидролиз. 10 г пера промывали тёплым мыльным раствором, несколько раз ополаскивали дистиллированной водой, помещали в колбу и добавляли 200 мл 1% раствора NaOH и 200 мл 1% раствора Na_2S. Отбирали пробы через 24, 48, 72, 144, 168 часов. Определяли концентрацию белка.

Количественное определение белка. Количественную оценку содержания белка проводили по методу Лоури [2].

Электрофорез водной дисперсии белка. На смоченную буферным раствором хроматографическую бумагу наносили образцы гидрализатов пера и проводили электрофорез (напряжение электрического тока 400 В, сила тока 10-12 А, время разделения 1,5 часа). Электрофореграмму проявляли 1% раствором нингидрида в ацетоне.

Осаждение белка. Щелочной белковый гидролизат подкисляли 1% раствором соляной кислоты до значения pH 2-3. Образующийся осадок отфильтровывали.

Результаты исследования и их обсуждение

Основная проблема практического использования кератина заключается в его сложной структуре. Устойчивость кератина к химическим реагентам, ферментам и внешним воздействиям обусловлена главным образом наличием в его структуре большого числа дисульфидных связей. Поэтому большинство животных организмов усваивать этот белок не может. В то же время, основной характеристикой химической активности дисульфидной связи является её способность к окислительно-восстановительным превращениям. При действии на дисульфид восстановителей ковалентные связи разрываются:

$$-S-S- \xrightarrow[\text{вещество}]{\text{Восстанавливающее}} -SH + HS-$$

Нами осуществлена гидролитическая обработка пера птицы в щелочной среде в присутствии реагентов с восстановительными свойствами по отношению к дисульфидным связям кератина (натриевые соли сероводородной с сернистой кислот, перекись водорода).

Как показал эксперимент, предлагаемые условия растворения пера оказались достаточно эффективными. Переход кератина в раствор в разной степени происходит во всех модельных системах. После 96 часовой экспозиции обработки пера наблюдалось полное его растворение. Можно предположить, что в этом случае растворение белка связано не только с щелочным гидролизом, но и с окислительно-восстановительным процессом преобразования дисульфидной связи, что подтверждается накоплением в растворе продуктов окисления серы – сульфат-ионов. Полученная система представляла собой прозрачный практически бесцветный раствор.

Концентрация белка во всех случаях возрастала на протяжении 48 часов. На 4-5 сутки в эксперименте отмечалось резкое снижение содержания белка в растворах, что может быть связано с самопроизвольным разрушением белковой молекулы (рис. 1).

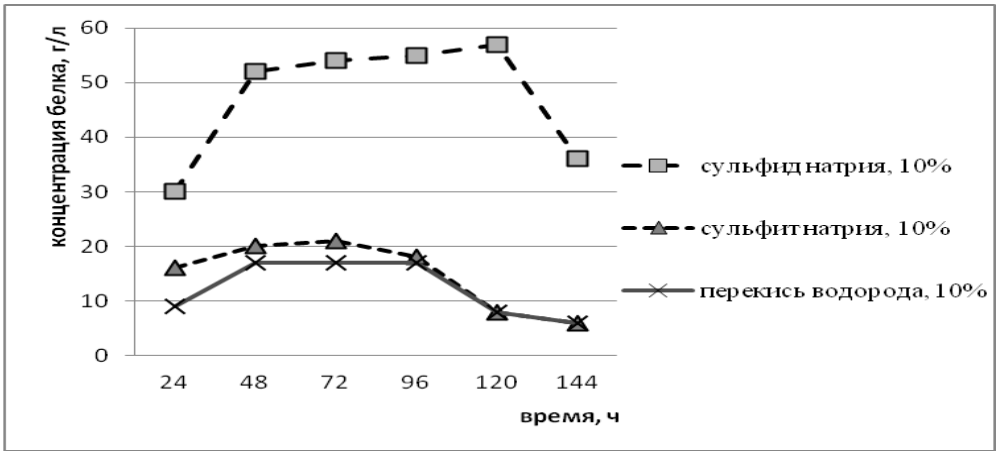

Рис. 1. Изменение концентрации белка в гидролизатах пера в модельных системах

Обращает на себя внимание, что концентрация белка в растворе при использовании сульфида натрия возрастает быстрее и достигает большего значения (до 57 г/л), чем в случае с сульфитом натрия и перекисью водорода. С химической точки зрения это выглядит вполне обосновано, учитывая, что сульфид – типичный восстановитель в окислительно-восстановительных реакциях, а сульфит и перекись водорода – реагенты с двоякими свойствами (окислителя и восстановителя).

Можно предположить, что в случае с сульфидом процесс ограничивается реакцией восстановления с образованием производных тиолов, а в случае с сульфитом и перекисью водорода процесс осложняется конкурирующей реакцией окисления с образованием конечных продуктов более сложного состава.

Кинетику процесса растворения кератина пера оценивали по изменению концентрации белка в растворе и результатам электрофореза полученных белковых дисперсий (рис. 2).

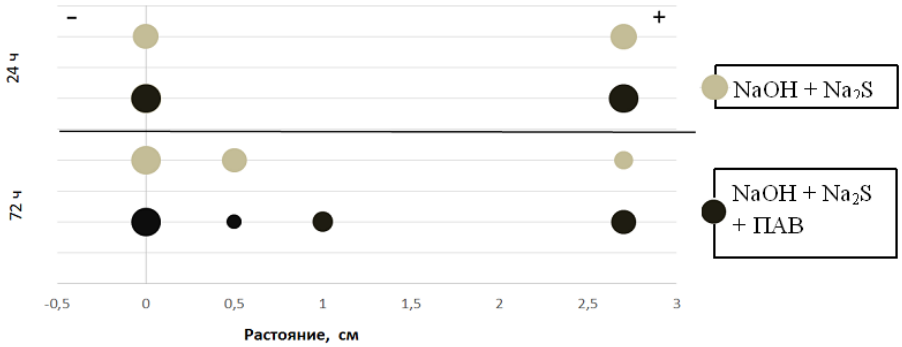

Рис. 2. Результаты электрофореза гидролизатов пера

Как показал эксперимент, присутствие в щелочном растворе сульфида натрия оказывает решающее влияние на растворение пера. Растворимый белок фиксируется в растворе уже через 24 часа. Через 72 часа наблюдается практически полное растворение исходного материала. Наличие в реакционной системе олеата натрия еще больше ускоряет процесс растворения, что может быть связано с возможным образованием ассоциатов анионного ПАВ с белком при pH выше его изоэлектрической точки, когда белок заряжен отрицательно.

Полученная дисперсия была нейтрализована раствором соляной кислоты, в результате чего удалось осадить кристаллический осадок. Полученное вещество даёт положительную биуретовую реакцию, что подтверждает его полипептидную природу. Выход кристаллического белка составляет 20-25% от массы исходного материала.

Библиографический список

1. *Митрофанов Н.С.,* Плясов Ю.А., Шумков Е.Г. Переработка птицы. – Агропромиздат, 1990. – С. 212-246.
2. *Lowry O.H.,* Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. 1951. V. 193. №1. P. 265-275.

PREPARATION OF KERATIN PROTEIN PRODUCTS OF FEATHER-DOWN WASTE

V.A. Golubkov, *Student*
E.P. Vorozhtsov, *Student*
A. E. Papinen, *Student*
S. V. Bortnikov, *Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor*
Khakass State University
(Russia, Abakan)

Abstract*. The article presents the results of the study of the process of dissolution of the bird's feather, which combines the hydrolytic destruction of the tertiary structure of the protein and the restoration of its disulfide bonds. This technology allows not only to dissolve feather down raw materials, but also to separate the crystalline protein product. Application of the method in practice solves the problem of using feather-down waste as secondary raw materials in various sectors of the economy to obtain a number of valuable products and materials.*

Keywords*: keratin, protein, disulfide bonds, hydrolysis, dispersion, feather-down waste.*