

О.О. Бабич, И.С. Разумникова, А.Ю. Полетаев, А.И. Морозова

ПЕРЕРАБОТКА ВТОРИЧНОГО КЕРАТИНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ БЕЛКОВЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ НА ПИЩЕВЫЕ И КОРМОВЫЕ ЦЕЛИ*

Рассмотрены вопросы использования вторичного сырья птицеперерабатывающих предприятий. Разработана схема получения белкового гидролизата ферментативным способом. Обсуждаются перспективы использования белковых гидролизатов в качестве добавки для продукции пищевого и специального назначения.

Кератинсодержащее сырье, белок, гидролиз, ферментные препараты, функциональные продукты, биологическая ценность, аминокислотный состав.

Введение

Мировые тенденции в области питания связаны с созданием ассортимента продуктов, способствующих улучшению здоровья при ежедневном потреблении. В последнее время популярность здоровой пищи сильно возросла. Рынок функциональных продуктов в настоящее время достигает 3,6 млн т и имеет тенденцию к дальнейшему увеличению [1].

Идея улучшения здоровья населения путем создания условий для здорового питания получила официальное признание в Российской Федерации с появлением концепции государственной политики в этой области [2]. Начат выпуск отечественных продуктов питания, обогащенных функциональными ингредиентами. В производстве продуктов функционального питания применяют более 50 видов разнообразного сырья растительного и животного происхождения [3]. Концепция рационального питания включает разработку теоретических основ производства, реализацию и потребление функциональных продуктов.

Питание считается одним из факторов, определяющих физическое и умственное развитие человеческого организма. Основным поставщиком белкового питания традиционно является мясная промышленность. Применимость белков в получении различных функциональных продуктов связана с их функционально-технологическими свойствами, которые зависят от природы и концентрации биополимеров и низкомолекулярных веществ в пищевых системах, температуры, pH. С целью повышения функционально-технологических свойств и снижения себестоимости продукции предприятия мясной промышленности стали активно использовать белки растительного и животного происхождения. Однако недостатки растительных белков известны и связаны главным образом с наличием лимитирующих биологическую ценность аминокислот и ограничениями по органолептическим свойствам. Ассортимент белков животного происхождения достаточно широк и базируется на следующих источниках:

кровь промышленных животных, соединительная ткань, молоко и молочная сыворотка и другие [4]. Экономическая целесообразность и аминокислотный состав кератиновых белков позволяют положительно оценить перспективы использования этих малоценных вторичных продуктов мясной отрасли.

Современная мясная промышленность решает целый ряд актуальных задач, прежде всего связанных с восполнением недостатка пищевого и кормового белка в мировом производстве, разработкой и внедрением способов рационального и максимального использования вторичного сырья переработки скота, птицы и мяса, в том числе промышленных кератинсодержащих продуктов [1, 5]. Привлекательность последних состоит прежде всего в полноценности аминокислотного состава белков, массовая доля которых находится в пределах 70–98 %. Однако сдерживающим фактором является низкая перевариваемость и усвоение, связанное со специфической упроченной структурой и наличием значительного числа межцепочечных дисульфидных связей [6].

Птицеперерабатывающая промышленность занимает одно из ведущих мест в агропромышленном производстве и способна удовлетворить потребность населения в сырьевых ресурсах. Птица дает продукцию в необходимом количестве независимо от сезона года, однако дальнейшее развитие производства сдерживается ограниченным количеством кормов. Недостаток отдельных компонентов, таких как сырой протеин, сбалансированный аминокислотный состав для производства комбикормов, является основным фактором, тормозящим увеличение поголовья птицы, снижающим ее продуктивность и увеличивающим затраты кормов на производство продукции. Поиск новых сырьевых ресурсов для производства кормов, разработка технологии их изготовления – актуальные вопросы для современной птицеперерабатывающей промышленности.

* Работа выполнена в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы, государственный контракт № 16.740.11.0058.

Одним из источников животного белка является вторичное сырье, получаемое при переработке птицы, в частности, перопуховое сырье. Основой пера являются белки – кератины. Кератины устойчивы к химическим воздействиям, нерастворимы в воде, в разведенных кислотах и щелочах, устойчивы к действию протеолитических ферментов. Поэтому для рационального использования этого вторичного сырья необходимо разрушить в молекуле белка дисульфидные связи, используя гидролиз.

Наиболее предпочтительным методом переработки является ферментативный гидролиз кератина пера. Ферментативный гидролиз кератинов приобретает важное значение в связи с возможностью создания на его основе различных белковых добавок и гидролизатов не только кормового, но и пищевого значения. В связи с этим открытие высокоэффективных продуцентов и производство на их основе ферментных препаратов приобретает чрезвычайно актуальную задачу.

Таким образом, изыскание путей рациональной переработки и использования кератинсодержащего сырья имеет важное народно-хозяйственное значение. Однако в нативном состоянии кератины не расщепляются пищеварительными протеолитическими ферментами из-за прочных дисульфидных связей между полипептидными цепочками молекулы белка, что ограничивает целесообразность их применения в составе пищевых и кормовых продуктов без предварительной обработки с целью получения его усвояемых форм. Дополнительную трудность обуславливает наличие полисахаридных компонентов.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования использовали вторичное сырье птицеперерабатывающей промышленности (перопуховые отходы кур породы «Русская белая»), полученное при первичной переработке птицы в условиях ОАО «Кемеровская птицефабрика» (Кемеровская область). В качестве ферментного препарата использовали протосубтилин ГЗХ (ГОСТ 23636-90), коллагеназу (ТУ 9158-002-11734126-96), мегатерин Г10х (ТУ 00479942-002-94). Критерием отбора служил уровень общего и специфического протеолиза на соответствующих белковых субстратах. Определяли протеолитическую активность ферментного препарата в соответствии с ГОСТ 20264.2-88.

При выполнении работы использовали общепринятые, стандартные и оригинальные методы исследования. Учет и обработку результатов проводили методами статистического и регрессионного анализа.

Отбор и подготовку проб к анализу проводили по ГОСТ Р 51447-99; ГОСТ Р 51448-99. Физико-химические показатели определяли по стандартным методикам по ГОСТ Р 51479-99 [7, 8].

Определение общего азота проводили с помощью анализатора белка RAPID N ELEMENTAR. Принцип метода заключается в определении азота за счет сжигания анализируемого вещества известной массы в условиях высокой температуры (около 900 °С) камеры в присутствии кислорода, что приводит к высвобождению углекислого газа, воды и

азота, массовая доля которого детектируется прибором. Содержание общего белка рассчитывали умножением общего азота на пересчетный коэффициент для белков, составляющий 6,25.

Определение аминного азота проводили спектрофотометрическим методом с использованием 2,4,6-тринитробензолсульфоновой кислоты (ТНБС). Метод основан на спектрофотометрическом определении хромофоров, образующихся при реакции первичных аминов с ТНБС. Количество аминного азота в исследуемых гидролизатах определяли по калибровочному графику, построенному для стандартных разведений известного вещества.

Степень гидролиза определяли как отношение аминного азота к общему азоту.

Массовую долю аминокислот определяли на аминокислотном анализаторе ARACUS методом распределительной хроматографии после гидролиза белков.

Массовую долю жира определяли ускоренным методом по ГОСТ 23042-86. Метод основан на извлечении общего жира, содержащегося в мясе и мясных продуктах: смесью хлороформа и этилового спирта в фильтрующей делительной воронке.

Массовую долю золы определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Принцип метода основан на способности диссоциированных атомов элементов поглощать свет в узкой области спектра. Исследования проводили на приборе Hitachi (Япония) по приложенной инструкции.

Результаты и их обсуждение

В процессе переработки животных и птицы в виде побочных продуктов формируется достаточно большое количество кератинсодержащих отходов (рога, копыта, волос, шерсть, пух и перо). Оценка перопухового сырья позволяет положительно оценить потенциальные возможности этих белковых ресурсов. В них содержится до 85 % белка при практически полном наборе аминокислот. Нами проведены исследования общего химического состава перопухового сырья (табл. 1), что позволяет сделать вывод о высоких потенциальных возможностях его использования для производства белковых гидролизатов.

Таблица 1

Химический состав перопухового сырья

Наименование	Массовая доля, %			
	влаги	жира	белка	золы
Перопуховое сырье	2,86±0,17	1,42±0,08	87,58±5,25	1,56±0,09

На основании анализа химического состава перопухового сырья видно, что основную часть составляют белки (87,58 %).

В настоящее время известно несколько способов получения гидролизатов из кератинсодержащего сырья: гидротермический, щелочной, кислотный и ферментативный [2]. Первые три способа получения имеют недостатки: высокую продолжительность; разрушение целого ряда аминокислот, в том числе незаменимых; образование трудноперевариваемых

соединений. Основное и наиболее значимое преимущество имеет ферментативный способ обработки сырья. Однако известно, что кератин имеет упроченную структуру, усиленную наличием дисульфидных связей (-S-S-), и в нативном виде плохо подвергается воздействию ферментов протеолитического действия [3].

На основании проведенных исследований разработана и опробована в условиях испытательной лаборатории Научно-образовательного центра при ГОУ ВПО КемГИПП технология получения белкового гидролизата из кератинсодержащего сырья, основные процессы которой отображены на технологической схеме (рис. 1).

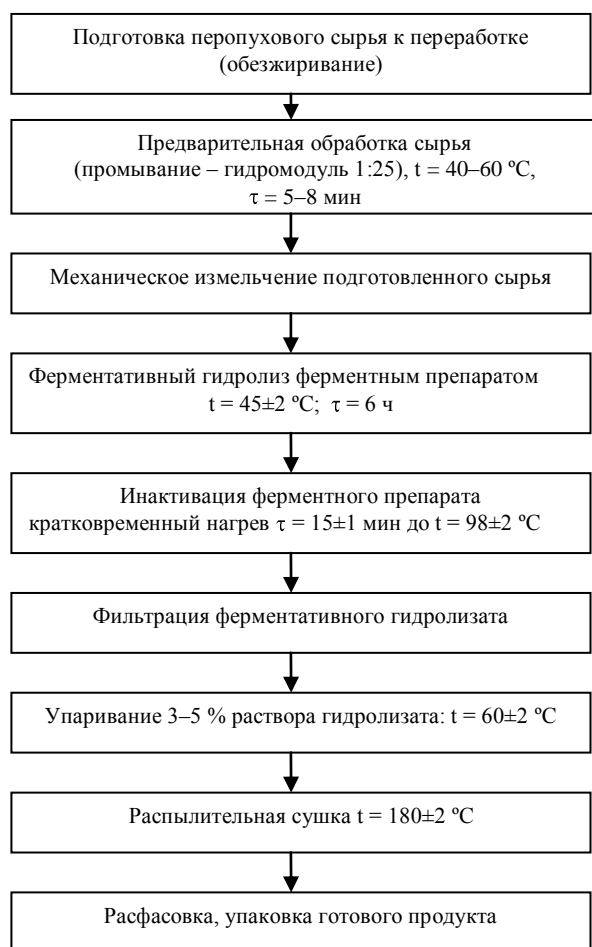


Рис. 1. Технологическая схема получения ферментативных гидролизатов из кератина пера

Технологический процесс получения ферментативных белковых гидролизатов состоит из последовательных и взаимосвязанных этапов. На первом этапе осуществляют подготовку перопухового сырья к переработке. Перо и пух подвергают обезжириванию и промывают в теплой воде температурой 40–60 °C, гидромодуль 1:25. После промывки перо измельчали. Протеин перопухового сырья состоит

из сложных веществ – кератинов, которые обладают большой крепостью и упругостью. Поэтому для превращения кератина пера в усвояемые белки в процессе переработки проводят их гидролиз водой и непрерывно перемешивание. Ферментативный гидролиз представляет собой уникальный путь для поддержания и увеличения питательной ценности белка путем обработки белкового субстрата протеазами, обладающими эндопротеазной и экзопептидазной активностями. Широкий ассортимент эндо- и экзопроотеиназ и пептидаз позволяет проводить ферментативный гидролиз и получать белковые гидролизаты с заданными свойствами, обладающие определенной функциональной направленностью.

С целью получения максимального количества свободных аминокислот гидролиз перопухового сырья проводили при оптимальных условиях действия ферментов: коллагеназа – рН 7,0 при температуре 38–40 °C; мегатерин Г10х – рН 7,4–7,6 при температуре 40 °C; протосубтилин – рН 7,5–7,8 при температуре 45–50 °C. Продолжительность гидролиза 6 часов.

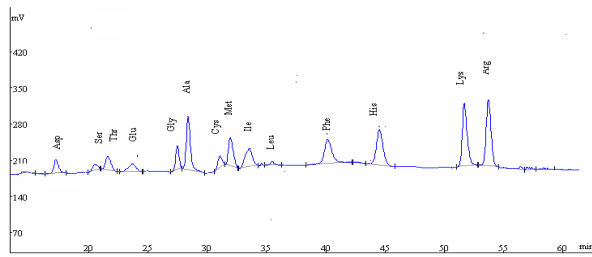
Степень гидролиза перопухового сырья оценивали по динамике накопления аминного азота. В табл. 2 приведены результаты соответствующих расчетов общего белка в образце.

Таблица 2

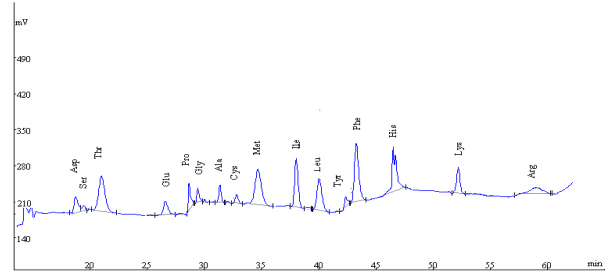
Массовая доля общего белка в белковом гидролизате

Наименование фермента	Массовая доля азота в белке, %	Фактор пересчета	Массовая доля белка, %
Коллагеназа	12,00±0,72	6,25	75,03±4,50
Мегатерин Г10х	12,74±0,76	6,25	73,66±4,42
Протосубтилин	13,06±0,78	6,25	81,62±4,90

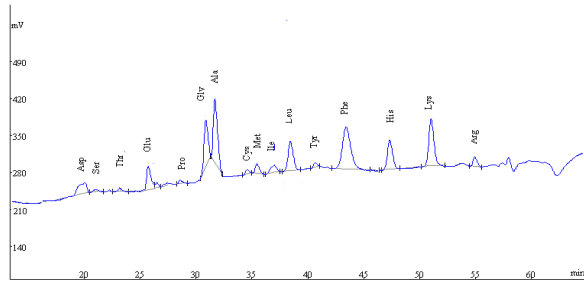
Анализ полученных результатов показал, что массовая доля белка при гидролизе с протосубтилином в 1,1 раза выше, чем при гидролизе с использованием коллагеназы и мегатерина Г10х. Тем не менее общее содержание белка не позволит оценить его качественный состав, а лишь косвенно указывает на использование дополнительной обработки при получении конечных результатов. Поэтому была необходима определение аминокислот в исследуемых образцах. Качественную оценку гидролизатов проводили по анализу аминокислотного состава (рис. 2 и табл. 3).



а



б



в

Рис. 2. Хроматограммы свободных аминокислот, полученных в результате гидролиза ферментами: а – коллагеназа; б – мегатерин Г10х; в – протосубтилин (Asp – аспарагиновая кислота, Ser – серин, Thr – треонин, Glu – глутаминовая кислота, Pro – пролин, Gly – глицин, Ala – аланин, Cys – цистин, Met – метионин, Ile – изолейцин, Leu – лейцин, Tyr – тирозин, Phe – фенилаланин, His – гистидин, Lys – лизин, Arg – аргенин)

Таблица 3

Аминокислотный состав гидролизатов, полученных при обработке ферментами

Аминокислоты	Содержание аминокислот в гидролизатах, полученных при обработке ферментами, г/100 г		
	коллагеназа	мегатерин Г10х	протосубтилин
Незаменимые аминокислоты			
Лейцин	12,9	14,5	15,19
Треонин	2,89	3,19	2,67
Метионин	1,39	1,45	0,58
Изолейцин	4,59	7,24	0,18
Фенилаланин	8,12	4,21	10,01
Лизин	3,75	3,15	4,57
Гистидин	6,95	3,09	9,05
Заменимые аминокислоты			
Аспарагиновая кислота	7,16	9,8	10,02
Серин	1,44	3,12	2,57
Глутаминовая кислота	7,70	6,58	10,70
Пролин + Глицин	6,86	3,16	3,16
Аланин	3,20	3,77	4,07
Цистеин	1,03	1,45	1,55
Тирозин	4,64	2,54	1,24
Аргинин	1,87	2,56	3,88
Общее количество	74,49	69,81	79,44

Аминокислотный состав белковой добавки из вторичных продуктов переработки птицы (перопуховое сырье) показывает, что белковые фракции содержат полный набор аминокислот, включая незаменимые.

Важно отметить, что в белковых гидролизатах довольно много цистеиновой кислоты (1,03–1,55 % к белку), которая является серосодержащей кислотой, что позволяет рекомендовать как добавку для использования в пищевых рационах. Цистеин участвует в регуляции сердечной активности, осмотических процессов на клеточном уровне, нормализуя функции клеточных мембран, активизируя энергетические и обменные процессы.

Полученные результаты показали, что качественный состав аминокислот в гидролизатах отличается. Несмотря на более низкое содержание общего количества аминокислот в гидролизате с мегатерином Г10х, в нем содержится в 2,5 раза больше метионина, в 1,1 раза больше треонина, чем в других гидролизатах. В гидролизате с протосубтилином содержание таких аминокислот, как лейцин, фенилаланин, лизин, гистидин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, аланин, аргинин, значительно выше по сравнению с другими гидролизатами.

Таким образом, максимальная степень гидролиза достигается при обработке сырья ферментом протосубтилин, что подтверждают данные аминокислотного состава. Полученные гидролизаты можно использовать в качестве кормовых обогатителей для формирования сбалансированного состава корма с целью обеспечения нормального роста и развития птицы.

Выводы

Рациональное использование и переработка вторичного сырья птицеперерабатывающей промышленности позволяют осуществить замкнутый цикл переработки кератиновых отходов по следующей цепочке: живая птица – убой и переработка птицы –

вторичные кератиновые отходы – ферментативный гидролиз – белковый гидролизат – белковая добавка.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что полученные результаты доказы-

ют преимущества способа ферментативной обработки кератинсодержащего сырья с целью получения белковых гидролизатов и использования их в производстве продукции пищевого и специального назначения.

Список литературы

1. Антипова, Л.В. Использование вторичного сырья в технологических процессах птицеперерабатывающей промышленности / Л.В. Антипова, С.В. Полянских // Известия вузов. Пищевая технология. – 1998. – № 2. – С. 17–19.
2. Неклюдов, А.Д. Источники резервного белка для получения пищевых гидролизатов из животного сырья / А.Д. Неклюдов, А.Н. Иванкин, Н.А. Баер, А.В. Бердугина, В.И. Дубина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1998. – № 3. – С. 24–25.
3. Петухова, Е.А. Зоотехнический анализ кормов / Е.А. Петухова, Р.Ф. Бессарабова, Л.Д. Халенева, О.А. Антонова. – М.: Колос, 1981. – 256 с.
4. Антипова, Л.В. Получение и характеристика пищевого кератинового гидролизата / Л.В. Антипова, Л.П. Пашенко, Ч.Ю. Шамханов, Е.С. Курилова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 7. – С. 63–66.
5. Горяев, М.И. Аммиачный гидролиз кератинсодержащего сырья / М.И. Горяев, Л.Н. Быкова // Мясная индустрия. – 1998. – № 3. – С. 45.
6. Кочеткова, А.А. Функциональные пищевые продукты: некоторые технологические подробности в общем вопросе / А.А. Кочеткова, В.И. Тужилин // Пищевая промышленность. – 2003. – № 5. – С. 25–26.
7. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
8. Журавская, Н.К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов / Н.К. Журавская, Л.Т. Алехина, Л.М. Отряшенкова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 296 с.

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

O.O. Babich, I.S. Razumnikova, A.U. Poletaev, A.I. Morozova

**Keratin Containing Waste Processing and Manufacture of Albuminous Hydrolysates
for Food and Fodder Purposes**

The problems of using poultry processing plant wastes are considered. The scheme of the albuminous hydrolysate manufacture using fermentation technique has been designed. Prospects of albuminous hydrolysate application as an additive in foodstuff and functional foods production are discussed.

Waste, keratin-containing raw materials, protein, hydrolysis, enzyme preparations, functional products, biological value, amino acid composition.

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

