

## ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ БЕЛКОВ КОНЦЕНТРАТА «БЕЛПРО»

*З. В. Василенко, А. В. Акулич, Е. Н. Рогова*

Исследована биологическая ценность концентрата соединительнотканых белков «БЕЛПРО» из гольевого спилка крупного рогатого скота. Определен аминокислотный состав белков концентрата соединительнотканых белков «БЕЛПРО» в сравнении с аминокислотным составом белков гольевого спилка крупного рогатого скота и импортной белковой добавки «NovaPro». Охарактеризована перевариваемость белков концентрата соединительнотканых белков «БЕЛПРО» в сравнении с перевариваемостью белков гольевого спилка крупного рогатого скота и белковой добавки «NovaPro». Выявлено, что концентрат соединительнотканых белков «БЕЛПРО» характеризуется высокой перевариваемостью. Показана возможность и перспективность использования концентрата «БЕЛПРО» при производстве колбасных изделий.

### Введение

В настоящее время одной из наиболее важных мировых проблем является непрерывно возрастающий дефицит пищевого белка животного происхождения, основным источником которого являются, в первую очередь, мясо и мясопродукты. Мировое производство животного пищевого белка в 4 раза меньше его потребности. Поэтому становится важной проблема рационального использования произведенного и закупленного мясного сырья, в том числе побочных продуктов, таких как мясокостные остатки ручной и механической обвалки, коллагенсодержащее сырье: гольевой спилок крупного рогатого скота (КРС) и свиная шкурка. В настоящее время это сырьё по низким ценам продается за границу, а затем импортируется в нашу республику в виде животных белковых добавок по высоким ценам.

Республика Беларусь, располагая существенными ресурсами говяжьего коллагенсодержащего сырья, не производит пищевых белковых добавок из него. Поэтому производство отечественной белковой добавки из отечественного коллагенсодержащего сырья является весьма актуальным.

Гольевой спилок КРС является ценным вторичным белоксодержащим продуктом и содержит значительное количество соединительнотканых белков – около 27,5 %. Разработанный из него концентрат соединительнотканых белков «БЕЛПРО» (КСБ «БЕЛПРО») представляет собой спрессованные волокна размером 3–5 мм или порошок (рисунок 1), с нейтральным вкусом и запахом, от белого до светло-кремового цвета с содержанием белка не менее 80 %, жира – 3 %, минеральных веществ – 2,8 %.

Целью работы являлось изучение биологической ценности белков КСБ «БЕЛПРО», возможности и перспективности его использования при производстве колбасных изделий.

### Результаты исследований и их обсуждение

Поскольку КСБ «БЕЛПРО» можно рассматривать как перспективный белковый продукт, поэтому мы считали целесообразным исследовать биологическую ценность белков указанного продукта. Биологическая ценность белка определяется соотношением незаменимых и заменимых аминокислот и их содержанием по сравнению со значениями эталона Food and Agriculture Organization / Всемирной организации здравоохранения (FAO/ВОЗ). Определение аминокислотного состава сырья и полученного из него КСБ «БЕЛПРО» позволяет оценить возможность удовлетворения потребности в вышеуказанных пищевых компонентах и рационально планировать схему получения тех или иных колбасных изделий.

Чтобы в полной мере судить о биологической ценности белков КСБ «БЕЛПРО», был исследован их аминокислотный состав в сравнении с аминокислотным составом белков гольевого спилка КРС и импортной белковой добавки «NovaPro». Результаты исследований ами-

нокислотного состава белков концентрата соединительнотканых белков «БЕЛПРО», гольевого спилка КРС и белковой добавки «NovaPro» представлены в таблице 1.



Рисунок 1 – Внешний вид концентрата соединительнотканых белков «БЕЛПРО»

Таблица 1 – Сравнительный аминокислотный состав белков КСБ «БЕЛПРО», импортного аналога и гольевого спилка шкур крупного рогатого скота

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислот, г/100 г белка в гольевом спилке шкур КРС	КСБ «БЕЛПРО»		Содержание аминокислот, г/100 г белка в белковой добавке «NovaPro»
		Содержание аминокислот, г/100 г белка	% к исходному сырью	
Незаменимые аминокислоты				
Изолейцин	3,26	3,59	110,17	3,25
Лейцин	4,60	4,61	100,22	4,11
Лизин	3,55	5,60	157,46	5,46
Метионин	3,58	0,51	14,44	0,58
Фенилаланин	3,46	3,64	105,00	3,14
Треонин	2,08	2,50	119,76	2,16
Валин	7,17	4,04	56,39	3,52
Триптофан	–	–	–	–
Сумма незаменимых аминокислот	27,74	24,52	88,39	22,25
Заменимые аминокислоты				
Аспарагиновая кислота	1,75	5,71	325,97	5,82
Серин	2,34	3,53	150,97	3,60
Глутаминовая кислота	1,97	11,04	557,89	11,11
Пролин	17,18	11,33	65,97	10,83
Цистеин	1,31	0,18	13,77	0,20
Глицин	26,83	23,77	88,60	24,77
Аланин	4,68	9,71	207,43	9,78
Тирозин	0,46	0,92	200,10	0,75
Гистидин	0,75	1,33	175,82	1,43
Аргинин	9,67	6,92	71,57	7,08
Сумма заменимых аминокислот	66,99	74,49	111,19	75,42

Из представленных в таблице 1 данных видно, что незаменимые аминокислоты валин, лейцин, лизин преобладают во всех образцах над другими. Наибольшая степень лимитированности в изученных образцах гольевого спилка шкур КРС наблюдается по треонину, а в образцах КСБ «БЕЛПРО» и белковой добавки «NovaPro» – по метионину.

По суммарному содержанию незаменимых аминокислот белки КСБ «БЕЛПРО», «NovaPro» и исходного сырья отличаются незначительно. Для белков КСБ «БЕЛПРО» 24,52 г/100 г белка, что на 11,6 % меньше, чем содержание незаменимых аминокислот в белках гольевого спилка шкур КРС (27,74 г/100 г белка), ввиду деструкции при щелочной обработке некоторых аминокислот. Вместе с тем по индивидуальному содержанию большинства незаменимых аминокислот (за исключением метионина и валина) белки КСБ «БЕЛПРО» превосходят исходное сырье: по изолейцину – на 10,2 %, лейцину – 0,2 %, лизину – 57,5 %, фенилаланину – 5,0 %, треонину – 19,8 %.

Было установлено, что наибольшее содержание заменимых аминокислот в белках гольевого спилка шкур КРС отмечается для глицина – 26,83, пролина – 17,18 и аргинина – 9,67 г/100 г белка. А в белках КСБ «БЕЛПРО» преобладают глицин – 23,77 г/100 г белка, пролин – 11,33 г/100 г белка, глутаминовая кислота – 11,04 г/100 г белка и аланин – 9,71 г/100 г белка.

Анализируя представленные в таблице 1 данные, можно также видеть, что содержание незаменимых аминокислот в белках КСБ «БЕЛПРО», таких как метионин, составило 0,51 г/100 г белка, что значительно ниже, чем в исходном сырье – 3,58 г/100 г белка. По всей видимости, эта аминокислота неустойчива при щелочной и солевой обработке, что привело к ее снижению в полученном КСБ «БЕЛПРО». Содержание фенилаланина в КСБ «БЕЛПРО» составило 3,64 г/100 г белка. Известно, что фенилаланин является неполярной аминокислотой и в некоторой степени проявляет устойчивость к действию щелочи, поэтому его количество не снизилось по сравнению с исходным сырьем.

Наличие пролина и глицина в КСБ «БЕЛПРО» в значительных количествах (11,33 и 23,77 г/100 г белка соответственно) может способствовать сохранению структуры белка.

Биологическую ценность белков КСБ «БЕЛПРО» по аминокислотному составу оценивали при сравнении его с аминокислотным составом «идеального» белка по шкале ФАО/ВОЗ. Аминокислотный скор каждой из незаменимых аминокислот в «идеальном» белке принят за 100 %. Аминокислотный скор белков образцов КСБ «БЕЛПРО», белковой добавки «NovaPro» и гольевого спилка шкур КРС в сравнении с эталоном ФАО/ВОЗ представлены на рисунке 2.

Согласно данным, представленным на рисунке 2, белки КСБ «БЕЛПРО», как и белковой добавки «NovaPro», имеют несбалансированный аминокислотный состав ввиду отсутствия триптофана и своей лимитированности по содержанию большинства незаменимых аминокислот. В то же время эти добавки имеют скор по лизину выше 100 %. Обращает на себя внимание то, что по скорам всех аминокислот, за исключением метионина, белки КСБ «БЕЛПРО» превосходят аминокислотные скоры белков «NovaPro».

Вместе с тем приведенные выше характеристики белков не позволяют судить в полной мере о степени их усвоения в желудочно-кишечном тракте человека. Учитывая несбалансированный состав белков КСБ «БЕЛПРО», были проведены исследования по определению их перевариваемости. Были проведены исследования степени гидролиза белков КСБ «БЕЛПРО» пищеварительными ферментами (пепсин, трипсин) *in vitro* в сравнении с белками гольевого спилка шкур КРС и белковой добавки «NovaPro» по методике А.А. Покровского и Э.Д. Ертанова [1].

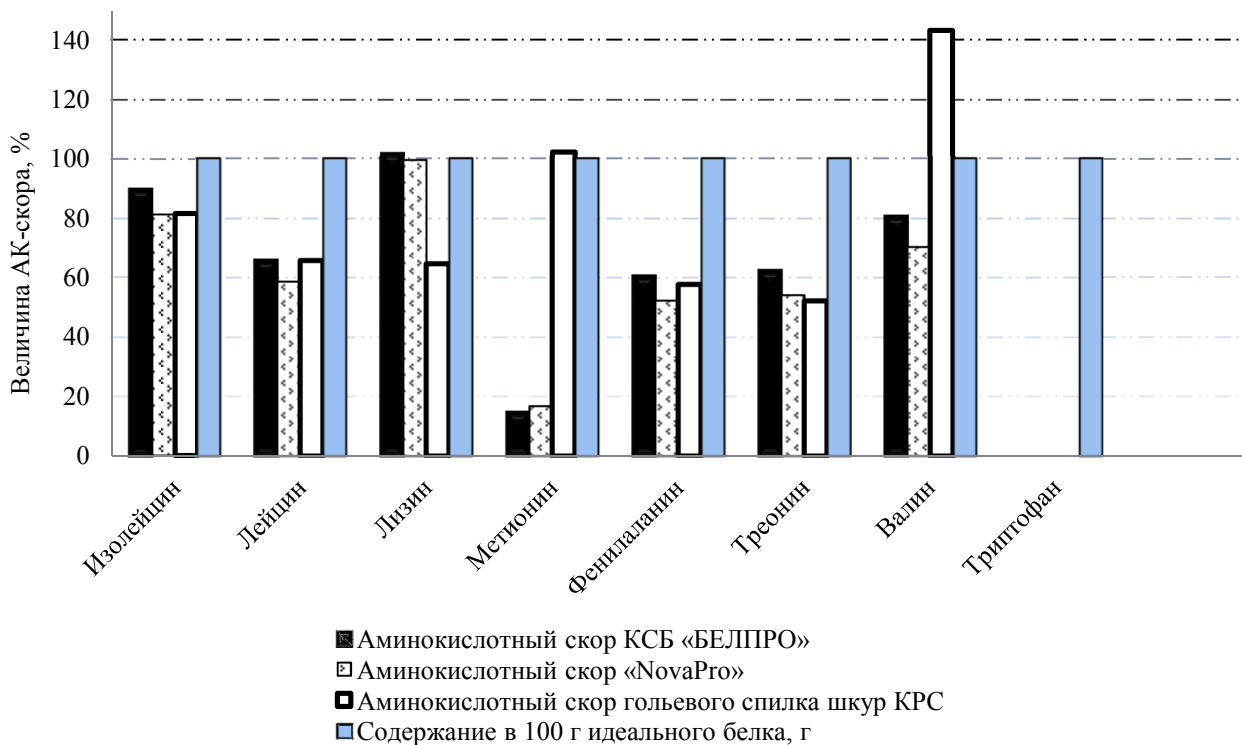
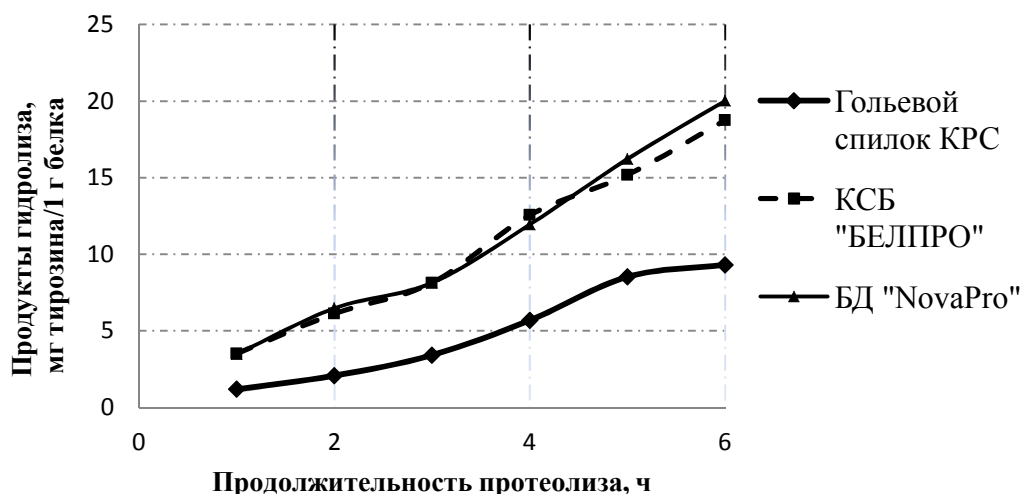


Рисунок 2 – Аминокислотные скоры белков образцов КСБ «БЕЛПРО», белковой добавки «NovaPro» и гольевого спилка шкур КРС

Ферментативный гидролиз белков *in vitro* определяли в условиях последовательного действия пепсина и трипсина. Степень атакуемости белков, находящихся в составе продукта, оценивали по нарастанию продуктов гидролиза в результате ферментативного переваривания. Накопление продуктов гидролиза в исследуемых объектах определяли по цветной реакции Лоури и выражали в условных единицах – мг тирозина на г белка. Результаты исследований представлены на рисунке 3.

Из представленных на рисунке 3 данных следует, что на стадии пепсинолиза ферментативная атакуемость белков образцов КСБ «БЕЛПРО» и белковой добавки «NovaPro» можно считать практически одинаковой и значительно выше, чем атакуемость белков гольевого спилка КРС. На стадии трипсинолиза имеет место увеличение перевариваемости белков КСБ «БЕЛПРО» и белковой добавки «NovaPro» по сравнению с перевариваемостью белков гольевого спилка КРС. Возможно, это объясняется степенью ослабления фибриллярных белков в процессе щелочной модификации исходного сырья при получении КСБ «БЕЛПРО». Воздействие такого рода оказывает влияние на снижение количества межмолекулярных связей, видоизменение специфических областей полипептидных цепей, составляющих молекулы коллагена. Можно предполагать, что атакуемость ферментами желудочно-кишечного тракта коллагенсодержащего субстрата возрастает при разрыхлении волокнистых элементов, их дезагрегации, что устраняет стерические препятствия проникновению и прикреплению ферментов к активным более полярным участкам молекул коллагена. Поэтому и происходит увеличение перевариваемости белков КСБ «БЕЛПРО» [2].

Следует отметить, что наличие больших количеств некоторых аминокислот в КСБ «БЕЛПРО», характерных для коллагенсодержащих тканей (глицин, пролин и др.), возможно, будет способствовать улучшению перевариваемости других компонентов пищи в связи с тем, что карбоциклические аминокислоты способствуют присоединению к коллагену по полярным боковым цепям активных центров ферментов, это увеличивает продолжительность действия последних [3, 4].



**Рисунок 3 – Перевариваемость белков КСБ «БЕЛПРО», гольевого спилка шкур КРС и белковой добавки «NovaPro» in vitro в зависимости от продолжительности протеолиза**

Кроме того, коллагеновые белки способны регулировать метаболические процессы: в умеренных количествах коллаген «сберегает» в пище полноценные белки [5].

При использовании КСБ «БЕЛПРО» в технологии колбасных изделий присутствие соединительнотканного белка будет способствовать удалению из организма человека ионов тяжелых металлов и радионуклидов в результате комплексообразования их с непереваренными волокнами [6].

### Заключение

Исследован аминокислотный состав и перевариваемость белков КСБ «БЕЛПРО» в сравнении с белками исходного сырья и белковой добавкой «NovaPro». Показано, что белки КСБ «БЕЛПРО» имеют несбалансированный аминокислотный состав, из заменимых аминокислот преобладает глицин и пролин, которые способствуют сохранению структурной стабильности коллагена, а также глютаминовая кислота – известный химический предшественник формирования специфического вкуса и аромата мясных изделий. Перевариваемость белков КСБ «БЕЛПРО» выше, чем у исходного сырья и практически на одном уровне с перевариваемостью белков добавки «NovaPro». КСБ «БЕЛПРО» может быть использована при производстве колбасных изделий в качестве дополнительного перспективного источника животного белка и пищевого волокна.

### Литература

- 1 Покровский, А.А. Атакуемость белков пищевых продуктов протеолитическими ферментами in vitro / А.А. Покровский, И.Д. Ертанов // Вопросы питания. – 1965. – № 3. – С. 38–45.
- 2 Никитин, В.Н. Возрастная и эволюционная биохимия коллагеновых структур. – Киев: Наукова думка, 1977. – 280 с.
- 3 Каспарьянц, С.А. Роль функциональных групп в стабилизации структуры различных видов коллагенсодержащего сырья // Строение, свойства, методы обработки, улучшение качества и рациональное использование сырья животного происхождения и продуктов животноводства / Сборник научных трудов МВА им. К.И. Скрябина. – Т. 118. – М., 1981. – С. 23–36.
- 4 Михайлов, А.Н. Химия и физика коллагена кожного покрова: Монография – М.: Легкая индустрия, 1980. – 232 с.
- 5 Перкель, Т.П. Разработка рецептуры нового мясного продукта на основе коллагенсодержащего сырья // Пищевые продукты и экология / Сборник научных работ. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 1998. – С. 5–7.
- 6 Ушакова, И.А. Использование модифицированного рубца при производстве мясных рубленых полуфабрикатов: автореф. ... дис. канд. техн. наук. М.: МГУ прикладной биотехнологии, 1998. – 21 с.

*Поступила в редакцию 22.05.2018*