

*К.А. Марченко, О.Г. Ходорева, С.А. Гордынец, к.с.-х.н., доцент
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА АЛЬБУМИНА ЧЕРНОГО ГОВЯЖЬЕГО ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*K. Marchenko, O. Khodoreva, S. Gordynets
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

FUNCTIONAL PROPERTIES OF BLACK BEEF ALBUMIN OF DOMESTIC AND FOREIGN PRODUCTION

e-mail: k.a.marchenko@mail.ru, olga_khodoreva@mail.ru, otmp210@mail.ru

Представлены результаты исследований по определению комплекса функциональных свойств альбумина черного говяжьего отечественного (Беларусь) и зарубежного (Нидерланды) производства (включая органолептические показатели, рН, эмульгирующую способность и стабильность эмульсии, гелеобразующую способность, растворимость, массовую долю влаги, белка, жира, аминокислотный состав, содержание минеральных веществ), которые показали перспективность его применения на пищевые цели с целью повышения пищевой и биологической ценности мясной продукции, обогащения ее органическим железом, а также с целью придания более интенсивной окраски мясной продукции.

Ключевые слова: альбумин черный; переработка крови; функциональные свойства; органолептические показатели; функционально-технологические свойства; растворимость; пищевая ценность; белок; аминокислотный состав; минеральный состав.

The article presents the results of studies to determine a set of functional properties of black beef albumin produced domestically (Belarus) and abroad (Netherlands) (including organoleptic properties, pH, emulsifying capacity and emulsion stability, gelling capacity, solubility, mass fraction of moisture, protein, fat, amino acid composition, and mineral content), which demonstrated the potential for its use in food products to increase the nutritional and biological value of meat products, enrich them with organic iron, and impart a more intense color to meat products.

Key words: black albumin; blood processing; functional properties; organoleptic indicators; functional and technological properties; solubility; nutritional value; protein; amino acid composition; mineral composition.

Введение. Эффективность переработки вторичного сырья (включая кровь), получаемого при убое сельскохозяйственных животных, оказывает значимое влияние в обеспечении населения качественным белком. Кровь и продукты ее переработки являются, уникальным источником питательных и биологических активных веществ, исходя из содержания органического железа и белков, количественно и качественно адекватных белкам мышечной ткани животных организмов [1].

В настоящее время кровь и продукты ее переработки (стабилизированная, дефибрированная кровь, сыворотка, плазма, форменные элементы крови, фибрин) используются непосредственно в составе мясных продуктов традиционного ассортимента – при производстве вареных, полукопченых, кровяных колбас, зельцев, мясных хлебов [1]. Однако, перспективы применения крови и ее фракций сдерживаются непродолжительным сроком хранения, что ограничивает область использования крови на пищевые цели. Более глубокая переработка крови путем ее высушивания позволяет получить стойкий при хранении в условиях положительных температур продукт – альбумин черный, срок годности которого

значительно выше других продуктов переработки крови и составляет 12 мес. при температуре хранения не выше плюс 20°C [2, 3].

Альбумин черный представляет собой белковый препарат животного происхождения, получаемый высушиванием дефибринированной или стабилизированной крови, форменных элементов и содержащий не менее 67 % белка (для высшего сорта) или не менее 58,7 % белка (для первого сорта). При этом, он содержит такие основные фракции белков, как альбумины, глобулины, гемоглобин и фибриноген (если изготовлен из стабилизированной крови). В отличие от светлого альбумина, получаемого высушиванием плазмы крови, черный альбумин содержит гемоглобин, источником которого служат форменные элементы крови (в частности эритроциты), что в том числе обуславливает особенности его функциональных свойств и органолептических характеристик.

Белковые препараты (белки) в пищевых продуктах выполняют две функции – пищевую (формируют биологическую ценность) и структурную (обеспечивают комплекс реологических характеристик продукта и его структуру) [4]. В этой связи изучение функциональных свойств альбумина черного говяжьего является важным аспектом для дальнейшего его применения при моделировании компонентного состава мясной продукции.

Материалы и методы исследований. В качестве объектов для проведения лабораторных исследований использовались:

- альбумин черный говяжий высшего сорта (ОАО «Березовский мясоконсервный комбинат», Республика Беларусь);
- альбумин черный говяжий («Sonac Loenen BV», Нидерланды).

Проведение лабораторных испытаний осуществляли с использованием следующих методов исследований:

- массовая доля белка по ГОСТ 26889-86;
- массовая доля жира по ГОСТ 23042-2015;
- массовая доля влаги по ГОСТ 33692-2015;
- массовая доля растворимых белковых веществ (растворимость) по ТУ ВУ 100098867.254-2020;
- содержание минеральных веществ – железа по ГОСТ 30178-96, хрома по ГОСТ EN 14083-2013, кальция по ГОСТ Р 52417-2005, магния, калия и натрия по ГОСТ Р 55484-2013, фосфора по ГОСТ 9794-2015;
- аминокислотный состав с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии по МВИ.МН 1363-2000.

Определение влагосвязывающей и гелеобразующей способностей альбумина – по методике, изложенной в ГОСТ 33692-2015.

Определение рН альбумина осуществляли в водной суспензии, приготовленной в соотношении 1:10. Затем смесь перемешивали на гомогенизаторе (блендере) в течение 1 мин до получения суспензии. Измеряли рН суспензии на рН-метре потенциометрическим методом.

Определение эмульгирующей способности (ЭС) альбумина. Для определения эмульгирующей способности 7 г альбумина суспензировали в 100 мл воды на гомогенизаторе (блендере) с частотой вращения 4000 об/мин в течение 1 мин. Затем вносили 100 мл рафинированного подсолнечного масла и полученную смесь эмульгировали на гомогенизаторе (блендере) с частотой вращения 8000 об/мин в течение 5 мин. Полученную эмульсию переносили в 4 градуированные пробирки и центрифугировали при 2000 об/мин в течение 10 мин. Затем определяли объем эмульгированного масла. Эмульгирующую способность определяли по формуле (1).

$$\text{ЭС} = \frac{V_3}{V_0} \cdot 100, \quad (1)$$

где: Q – эмульгирующая способность, %;
 V_3 – объем эмульгирующего слоя, мл;
 V_0 – общий объем, мл.

Определение стабильности эмульсии (СЭ) альбумина. Стабильность эмульсии определяли путем нагревания 200 мл эмульсии, приготовленной аналогично эмульсии для определения эмульгирующей способности, в течение 30 мин при температуре 80°C и последующего охлаждения проточной холодной водой в течение 15 мин. Затем полученную эмульсию переносили в 4 градуированные пробирки и центрифугировали при 2000 об/мин в течение 5 мин. Затем определяли объем эмульгированного слоя. Стабильность эмульсии определяли по формуле (2).

$$\text{СЭ} = \frac{V_3}{V_0} \cdot 100, \quad (2)$$

где: СЭ – стабильность эмульсии, %;
 V_3 – объем эмульгирующего слоя, мл;
 V_0 – общий объем, мл.

Результаты и их обсуждение. С точки зрения применения белкового препарата при производстве мясной продукции первостепенное значение носит оценка органолептических характеристик, поскольку специфические особенности могут оказывать существенное влияние (как положительное, так и отрицательное) на органолептические показатели готовой продукции и их восприятие потребителем. На рисунке 1 представлен внешний вид альбумина черного отечественного и зарубежного производства.



Рисунок 1 – Альбумин черный говяжий в сухом и растворенном состоянии
 Источник данных: собственная разработка.

Альбумин отечественного производства характеризуется красновато-коричневым цветом, пылевидной порошкообразной структурой с наличием чешуек и легко раздавливаемых комочков без посторонних примесей, специфическим запахом, без постороннего и гнилостного, что соответствует установленным нормам [2, 3]. При растворении в воде образует раствор темно-коричневого цвета. Альбумин зарубежного производства имеет отличия по цвету – темно-серый с коричневым оттенком. При этом, при растворении в воде также образует раствор темно-коричневого цвета. В части остальных органолептических характеристик сопоставим с отечественным.

Характерный для черного альбумина темный цвет, который он придает продукции при внесении даже в небольших количествах, обусловлен присутствием значительного количества гемоглобина и является одним из факторов, препятствующих увеличению его использования для изготовления пищевой продукции [5, 6]. Принимая во внимание данный факт, перспективным может быть использование альбумина черного в качестве красителя для придания более интенсивной и стойкой окраски мясной продукции, в особенности при использовании сырья с признаками PSE, коллагенсодержащего сырья, значительных количеств растительных белковых препаратов и т.д. [7]. Кроме того, при использовании препаратов на основе крови в больших количествах возможно наличие металлического привкуса [5]. В связи с вышеизложенным, необходимо тщательно подбирать дозировки внесения черного альбумина в зависимости от вида производимой продукции с целью достижения положительного эффекта на качественные характеристики готовой продукции и обеспечения привычных для потребителя органолептических показателей.

При оценке функциональных свойств белковых препаратов, предназначенных для использования в технологии мясных продуктов, в первую очередь определяют их рН с целью сопоставления его с уровнем рН мясной системы, что позволит установить принципиальную возможность использования данного белкового препарата в конкретном виде мясной продукции [4]. Кроме того, наиболее важными функциональными свойствами белков для технологии мясной продукции являются растворимость, водо- и жиросвязывающая, гелеобразующая и эмульгирующая способности.

В таблице 1 представлены результаты изучения функционально-технологических свойств и физико-химических показателей альбумина черного пищевого. При проведении испытаний получить данные по влагосвязывающей способности альбумина черного не удалось, поскольку препарат окрашивает суспензию в интенсивный темно-красный цвет, что не позволяет обнаружить отделение влаги после центрифугирования независимо от количества внесенной на белок воды в процессе выполнения испытаний.

Испытания по определению гелеобразующей способности показали, что альбумин черный не проявляет выраженных гелеобразующих свойств.

Таблица 1 – Функционально-технологические свойства, физико-химические показатели и пищевая ценность альбумина черного говяжьего

Наименование показателя	Нормируемое значение [2, 3]	Результаты изучения показателя для альбумина производства	
		Беларусь	Нидерланды
1	2	3	4
рН	-	8,3	9,4
Эмульгирующая способность (ЭС), %	-	48,7	50,7
Стабильность эмульсии (СЭ), %	-	75,7	74,0
Массовая доля растворимых белковых веществ (в пересчете на сухое вещество) – растворимость, %	не менее 86,0 (для высшего сорта) не менее 76,0 (для первого сорта)	86,0	82,0
Массовая доля влаги, %	не более 9,0 (для высшего сорта) не более 10,0 (для первого сорта)	8,6	8,7

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Массовая доля белка, %	не менее 67,0 (для высшего сорта) не менее 58,7 (для первого сорта)	75,6	72,9
Массовая доля жира, %	-	0,2	0,1

Источник данных: собственная разработка.

Полученные результаты (таблица 1) показали высокие значения показателя рН для альбумина – 8,3 (зарубежного – 9,4), что может оказывать положительное влияние на функционально-технологические свойства мясных систем, в особенности при изготовлении эмульгированных мясопродуктов (вареных колбас с рН около 6,5–6,8), использовании в качестве рецептурного компонента мясного сырья со сниженными функционально-технологическими свойствами (PSE с рН до 5,6 включительно). Результаты изучения эмульгирующей способности альбумина показали невысокие значения показателя (48,7 %), но при этом образуемые им эмульсии характеризуются высокой стабильностью (75,7 %). Таким образом, альбумин черный может оказывать незначительное положительное влияние на функционально-технологические свойства мясных систем в части связывания и удержания жира. Сравнительный анализ эмульгирующих свойств отечественного и зарубежного альбумина черного показал отсутствие существенных различий в величине показателей.

В части нормируемых физико-химических показателей, таких как растворимость, массовая доля влаги и белка, исследуемый альбумин черный (Беларусь) соответствовал требованиям для высшего сорта. В части сравнительного анализа отечественного альбумина с зарубежным, отечественный характеризовался более высоким содержанием белка (75,6 % против 72,9 %), а также растворимостью (86,0 % против 82,0 %). По показателю растворимости альбумин черный зарубежного производства соответствовал требованиям первого сорта. Альбумин черный отечественного производства характеризуется высоким содержанием белка (75,6 %) и очень низким содержанием жира (0,2 %), что делает его перспективным ингредиентом для повышения пищевой ценности мясной продукции. При этом, качество пищевого белка определяется наличием в нем полного набора незаменимых аминокислот в определенном количестве и соотношении с заменимыми [8]. Аминокислоты, которые не могут быть синтезированы организмом называют незаменимыми (или эссенциальными), аминокислоты, которые организм может синтезировать – заменимыми (или неэссенциальными). Для организма человека важны оба типа аминокислот. Заменимые аминокислоты могут синтезироваться в организме, однако за счет эндогенного синтеза обеспечиваются только минимальные потребности организма, в связи с чем удовлетворение потребности в них должно в основном осуществляться за счет их поступления в пищу. К незаменимым протеиногенным аминокислотам для взрослого человека относят лизин, триптофан, метионин, фенилаланин, валин, лейцин, изолейцин, треонин, а также с некоторого времени гистидин. В таблице 2 приведены результаты изучения аминокислотного состава альбумина черного пищевого.

Таблица 2 – Аминокислотный состав альбумина черного говяжьего

Наименование аминокислоты		Содержание аминокислоты, мг/100г продукта, в альбумине производства	
		Беларусь	Нидерланды
Незаменимые аминокислоты (НАК)	Изолейцин	664,9	1058,9
	Лейцин	10609,1	10099,3
	Лизин	5942,0	5583,3
	Метионин + цистеин	113,9	220,0
	Фенилаланин + тирозин	6347,2	5855,4
	Треонин	5317,1	4362,2
	Валин	5824,8	5430,3
	Гистидин	4352,1	4044,3
Сумма НАК		39171,1	36653,7
Заменимые аминокислоты (ЗАК)	Аспарагиновая кислота	3833,8	4160,8
	Глутаминовая кислота	7898,7	9135,3
	Серин	4708,5	4165,5
	Глицин	2331,5	2233,5
	Аргинин	3735,3	3743,2
	Аланин	7134,7	6681,7
	Пролин	4955,8	5064,7
Сумма ЗАК		34598,3	35184,7

Источник данных: собственная разработка.

Результаты изучения аминокислотного состава (таблица 2) альбумина черного свидетельствуют о его полноценности и высоком содержании незаменимых аминокислот. Так, содержание незаменимых аминокислот составляет 53 % от общего количества аминокислот для альбумина отечественного производства и 51 % – для зарубежного. При проведении сравнительного анализа содержания незаменимых аминокислот в альбумине отечественного и зарубежного производства в целом отмечены следующие различия – отечественный альбумин превосходит зарубежный по содержанию лейцина (на 5,1 %), лизина (на 6,4 %), фенилаланина+тирозина (на 8,4 %), треонина (на 21,9 %), валина (на 7,3 %) и гистидина (на 7,6 %), уступает по содержанию изолейцина (на 37,2 %), метионина+цистеина (на 48,2 %).

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что альбумин черный пищевой может применяться в качестве рецептурного компонента с целью повышения уровня пищевой и биологической ценности мясной продукции с учетом принципов взаимосбалансирования и комбинирования рецептурных компонентов.

Альбумин черный говяжий также содержит в себе ряд минеральных веществ. Минеральные вещества представляют собой неорганические составные части пищи, являющиеся незаменимыми (эссенциальными) [8]. Минеральные вещества выполняют разнообразные биологические функции, участвуют во множестве физиологических и биохимических реакций. При этом, каждому элементу присущи специфические функции, некоторые из которых рассмотрены далее.

Калий регулирует водно-солевой обмен и поддерживает кислотно-щелочное равновесие. Недостаточность проявляется в виде мышечной слабости, нарушениях ритма сердца, вредное воздействие избытка при поступлении с пищей отсутствует.

Кальций – образование костей и зубов, проведение нервного импульса, мышечное сокращение, свертыванием крови. Недостаточность проявляется в виде рахита и остеомалации, вредное воздействие избытка отсутствует.

Натрий и хлор – участвуют в водно-солевом обмене и регуляции кислотно-щелочного состояния, необходимы для функции нервной системы и мышечного сокращения. Недостаточность проявляется редко в виде судорог, падения артериального давления, в виде рахита и остеомалации, вредное воздействие избытка может проявляться в виде повышения артериального давления у взрослых.

Магний – развитие скелета, нервная система, мышцы. Недостаточность проявляется в виде слабости, нарушения функции сердца, вредное воздействие избытка при поступлении с пищей отсутствует.

Фосфор – образование костей, синтез биологически активных веществ. Недостаточность не проявляется, вредное воздействие избытка может проявляться в виде судорог у новорожденных.

Железо – образование гемоглобина, переносчик кислорода. Недостаточность проявляется в виде анемии, утомляемости, бледности [8].

В таблице 3 приведены результаты изучения минерального состава альбумина черного пищевого.

Таблица 3 – Содержание минеральных веществ в альбумине черном говяжьем

Наименование минерального вещества	Содержание, мг/кг продукта, в альбумине производства	
	Беларусь	Нидерланды
Калий	11988,15	34441,80
Кальций	587,88	1581,54
Натрий	53848,43	162604,00
Магний	430,86	609,24
Фосфор	9650,00	10270,00
Железо	1974,90	1129,53

Источник данных: собственная разработка.

В результате изучения минерального состава (таблица 3) установлено высокое содержание железа в альбумине – 1974,9 мг/кг (при суточной потребности для взрослого человека 14 мг [9]). Это свидетельствует о перспективности применения альбумина черного с целью обогащения мясной продукции органическим железом, находящимся в наиболее усвояемой гемовой форме, даже в случае его внесения в небольших дозировках.

При проведении сравнительного анализа содержания минеральных веществ в альбумине отечественного и зарубежного производства в целом отмечено, что отечественный альбумин уступает зарубежному по содержанию большинства микроэлементов, за исключением содержания железа (выше на 74,8 %).

Выводы. Полученные исследования позволяют сделать вывод о перспективности применения альбумина черного на пищевые цели с целью повышения пищевой и биологической ценности мясной продукции, обогащения ее органическим железом. Кроме того, характерный для черного альбумина темно-красный цвет делает его перспективным для использования с целью придания более интенсивной окраски мясной продукции. В части сравнительного анализа альбумина черного говяжьего отмечено, что альбумин отечественного производства по ключевым качественным характеристикам не уступает альбумину зарубежного производства.

Список использованных источников

1. Кудряшов, Л. С. Переработка и применение крови убойных животных / Л. С. Кудряшов // Мясная индустрия. – 2010. – № 9. – С. 28–31.

1. Kudrjashov, L.S. Pererabotka i primenenie krovi ubojnyh zhivotnyh [Processing and use of blood from slaughtered animals] / L. S. Kudryashov // Myasnaya industriya. – 2010. – № 9. – С. 28–31.

2. Кровь и продукты ее переработки. Технические условия = Кроў і прадукты яе перапрацоўкі. Тэхнічныя ўмовы : ГОСТ 33674-2015. – Введ. 01.08.2018. – Мн : Госстандарт : Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2015. – I, 18 с.
3. Продукт переработки крови сухой. Альбумин. Технические условия = Прадукт перапрацоўкі крыві сухі. Альбумін. Тэхнічныя ўмовы : ТУ BY 100098867.254-2020. – Введ. 01.12.2020. – Мн. : РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2020. – I, 16 с.
4. Рогов, И. А. Химия пищи. Принципы формирования качества мясopодуктов / И. А. Рогов, А. И. Жаринов, М. П. Воякин. – СПб. : РАПП, 2008. – 340 с.
5. Салаватуллина, Р. М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве / Р. М. Салаватуллина. – М. : Агрпромиздат, 1985. – 256 с.
6. Файвишевский, М. Л. Кровь как источник полноценного белка / М. Л. Файвишевский // Мясные технологии. – 2011. – № 4 (100). – С.43–47.
7. Зонин, В. Г. Современное производство колбасных и солено-копченых изделий / В. Г. Зонин. – СПб.: Профессия, 2006. – 224 с.
8. Мартинчик, А. Н. Общая нутрициология : учеб. пособие / А. Н. Мартинчик, И. В. Маев, О. О. Янушевич. – М. : МЕДпресс-информ, 2005. – 392 с.
9. Пищевая продукция в части ее маркировки : ТР ТС 022/2011 : срок действия с 01.07.2013 (переиздание январь 2019) / Евразийская экономическая комиссия. – Мн. : Госстандарт : Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2019. – 23 с.
2. Krov' i produkty ee pererabotki. Tehnicheskie uslovija = Kroў i produkty yae perapracoўki. Tehnichnyya ўmovy [Blood and its derivatives. Specifications]: GOST 33674-2015. – Vved. 01.08.2018. – Mn : Gosstandart : Bel. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2015. – I, 18 s.
3. Produkt pererabotki krovi suhoj. Al'bumin. Tehnicheskie uslovija = Pradukt perapracoўki kryvi suhi. Albumin. Tehnichnyya ўmovy [Dried blood product. Albumin. Specifications] : TU BY 100098867.254-2020. – Vved. 01.12.2020. – Mn. : RUP «Institut myaso-molochnoj promyshlennosti», 2020. – I, 16 s.
4. Rogov, I. A. Himija pishhi. Principy formirovanija kachestva mjasoproduktov [Food chemistry. Principles of meat products quality formation] / I. A. Rogov, A. I. Zharinov, M. P. Vojakin. – SPb. : RAPP, 2008. – 340 s.
5. Salavatulina, R. M. Racional'noe ispol'zovanie syr'ja v kolbasnom proizvodstve [Rational use of raw materials in sausage production] / R. M. Salavatulina. – M. : Agropromizdat, 1985. – 256 s.
6. Fajvishevskij, M. L. Krov' kak istochnik polnocennogo belka [Blood as a source of complete protein] / M. L. Fajvishevskij // Mjasnye tehnologii. – 2011. – № 4 (100). – S.43–47.
7. Zonin, V. G. Sovremennoe proizvodstvo kolbasnyh i soleno-kopchenyh izdelij [Modern production of sausages and salted and smoked products] / V. G. Zonin. – SPb.: Professija, 2006. – 224 s.
8. Martinchik, A. N. Obshhaja nutriciologija : ucheb. posobie [General nutrition : a textbook] / A. N. Martinchik, I. V. Maev, O. O. Janushevich. – M. : MEDpress-inform, 2005. – 392 s.
9. Pishhevaja produkcija v chasti ee markirovki [Food products in terms of their labeling] : TR TS 022/2011 : srok dejstviya s 01.07.2013 (pereizdanie yanvar 2019) / Evrazijskaya ekonomicheskaya komissiya. – Mn. : Gosstandart : Bel. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2019. – 23 s.