

ПИЩЕВАЯ КРОВЬ. ТЕХНОЛОГИЯ И ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСОПРОДУКТОВ

В.Н. Пасичный, канд. техн. наук, доцент Национального университета пищевых технологий

Кровь представляет собой не прозрачную жидкость, разновидность соединительной ткани и обеспечивает в организме обмен веществ.

Кровь забойных животных составляет 6-12% их массы и может быть отнесено к важнейшим компонентам—обогатителям пищевого рациона животными белками.

Кровь состоит из межклеточной жидкости и взвешенных в ней клеток форменных элементов, среди которых различают эритроциты – красные кровяные тельца, лейкоциты – белые кровяные тельца и тромбоциты – кровяные пластинки.

Разделение крови на составляющие, в зависимости от потребностей и задач по дальнейшему использованию можно провести путем центрифугирования или сепарирования. Жидкость, полученная в результате разделения, называется плазмой крови и имеет слабо-желтый цвет, а осадок, содержащий эритроциты, лейкоциты и тромбоциты, называется форменными элементами.

Усредненные соотношения между плазмой и форменными элементами для разных видов животных приведен в таблице 1.

Табл. 1- Весовое соотношение основных элементов крови [3, 4].

Вид животных	Весовое соотношение %	
	Плазма	Форменные элементы
КРС	67,45	32,55
Свиньи	56,49	43,51
Кони	60,23	39,77
МРС	72,0	28,0

В зависимости от возраста и типа откорма, химический состав крови колеблется. Чем животное старше и упитаннее, тем меньше в крови воды и больше белка.

Кровь содержит кроме белка необходимые организму биологически активные вещества, минеральные соли, витамины, сахара, жиры. Усредненный химический состав крови по видам животных представлен в таблице 2.

По содержанию белков кровь почти не отличается от мяса, однако, по сбалансированности незаменимых аминокислот уступает ему вследствие недостатка в гемоглобине, согласно шкале ФАО/ВОЗ, изолейцина и метионина. Наличие в цельной крови железа в легкодоступной для физиологических потребностей организма форме, делает кровь привлекательной для разработки продуктов целевого питания, для разного рода анемии.

Основные физико-химические показатели крови стабильны.

Удельная плотность крови лежит в рамках $1,05 \div 1,065 \text{ г/см}^3$, эритроцитов – $1,085 \div 1,09$, лейкоцитов – $1,028 \div 1,033$, фибрина в интервал – $0,7 - 0,8 \text{ г/см}^3$, плазмы – $1,028 - 1,03 \text{ г/см}^3$

Вязкость крови приблизительно в $5 \div 6$ раз больше за вязкость воды и лежит в пределах $3,2 \div 4,6 \text{ Па} \cdot \text{с}$ для крови коней, $3,3 \div 4,3 \text{ Па} \cdot \text{с}$ для крови КРС $5,1 \div 6,4 \text{ Па} \cdot \text{с}$, для свиней, $3,4 \div 4,2$ для овец, $5,0 \div 5,6$ для коз. Вязкость крови зависит от количества эритроцитов и концентрации белка в плазме.

Нативная кровь, вследствие наличия в ней хлорида натрия, имеет слегка соленый привкус. Осмотическое давление крови соответствует 0,9% раствору поваренной соли (физиологический раствор) и составляет около $7,07 - 8,08 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Реакция среды слабо щелочная, почти нейтральная и является величиной достаточно стабильной за счет высокой буферной емкости крови.

pH крови разных животных колеблется для КРС в пределах 7,4 ÷ 7,52; МРС – 7,46 ÷ 7,65; свиней 7,4 ÷ 7,5; коней 7,3 ÷ 7,5.

Данные показатели pH указывают на ограниченность использования крови в производстве продуктов длительного хранения без использования консервирующих веществ.

Табл. 2 Химический состав крови животных [2,3].

Состав крови	Состав составных частей г/кг крови				
	Быки	Кони	Свиньи	Овцы	Козы
1	2	3	4	5	6
Вода	808,9	749,02	790,56	821,67	803,89
Сухой остаток в тому числе	191,1	250,98	209,44	178,33	196,11
Гемоглобин	103,1	166,9	142,2	92,9	112,58
другие белки в тому числе	69,80	69,70	42,61	70,80	69,72
Альбумин	3,61	–	4,42	3,83	–
Глобулин	2,9	–	2,96	3,00	–
Фибриноген	0,6	–	0,65	0,46	–
Общий сахар	0,70	0,530	0,686	0,733	0,829
Стерины	1,935	0,346	0,444	1,339	1,259
Лецитин	2,349	2,913	2,339	2,220	2,460
Жир	0,567	0,611	1,095	0,937	0,525
Жирные кислоты	–	–	0,475	0,488	0,395
Нуклеиновые кислоты	0,027	0,060	0,058	0,285	0,395
Натрий	3,636	2,691	2,406	3,638	3,579
Калий	0,407	2,758	2,309	0,405	0,396
Оксид железа	0,544	0,828	0,696	0,492	0,577
Кальций	0,069	0,051	0,068	0,070	0,060
Магний	0,036	0,064	0,089	0,030	0,04
Хлор	3,079	2,785	2,690	3,080	2,923
Фосфорная кислота	0,404	0,392	1,007	0,412	0,307
В тому числе неорганическая фосфорная кислота	0,171	0,174	0,740	0,190	0,143

Молекулярная масса белков крови колеблется в широких пределах: наибольшая у β -глобулинов плазмы крови – до 1300000, наименьшая, у альбуминов – 69000, молекулярная масса фибриногена составляет 400000. Наименьший размер молекул у альбумина $150 \times 38 \cdot 10^{-10}$ м, а наибольший у фибриногена $700 \times 38 \cdot 10^{-10}$ м

Аминокислотный состав крови и некоторых белков приведен в таблице. 3

Табл. 3 Аминокислотный состав белков крови [2, 3, 4].

Название АМК	Содержание в % к общему количеству АМК						
	Кровь	Фибриноген	Плазма крови	Гемоглобин	Глобин изолированный	Глобулины	Альбумин
1	2	3	4	5	6	7	8
Валин	8,5	3,9	7,0	11,0	0,4	5,5	0,5
Изолейцин	1,9	5,0	2,9	0	0,2	4,7	2,8
Лейцин	10,8	14,3	10,1	14,0	13,8	14,0	13,7
Лизин	9,5	9	9,2	10,6	10,5	6,2	12,4
Метіонін + цистин	3,0	2,6	1,0	2,1	1,7	1,0	1,3
Треонин	4,4	7,9	6,3	6,1	3,8	8,4	6,5

Триптофан	1,4	3,5	1,9	2,0	2,3	3,8	0,6
Фенилаланин + тиразин	9,4	7,0	9,2	12,5	7,9	3,8	6,2

Электропроводность крови равна $40 - 60 \cdot 10^{-4}$ [1/ом], плазмы $104 - 109 \cdot 10^{-4}$ 1/ом, форменных элементов $1,64 \div 1,9 \cdot 10^{-4}$ 1/ом.

Порог тепловой коагуляции крови лежит в пределах 67°C для альбумина, для глобулина при $69-75^{\circ}\text{C}$, фибриногена при 56°C . Выпадение белков в осадок происходит последовательно и заканчивается при 80°C . Теплоемкость фибрина, получаемого при дефибринировании равна 0,88, удельная теплоемкость крови 0,9.

Переработка крови на пищевые цели и для производства медицинских препаратов возможна только после ветеринарного осмотра туши и внутренних органов животных. Отбор крови производится только от здоровых животных КРС и свиней [5, 6]. .

Кровь МРС, коней, от переработки птицы используется только в производстве кормов и технической продукции.

Для производства лекарственных препаратов используют цельную кровь, фракции форменных элементов, плазму крови, сыворотку [2, 3, 4].

С фракций форменных элементов чаще вырабатывают сухой или жидкий гематоген. С плазмы – белковые кровезаменители и гидролизаты специального назначения.

Выделенный из крови фибрин используется для производства гидролизатов, фибриновых пленок, в производстве микробиологических сред.

Использование цельной крови в производстве колбас ограничено, вследствие, нежелательного темного окрашивания продуктов.

В условиях мясокомбинатов цельная кровь, пригодная на пищевые цели направляется на производство продуктов из крови (фаршированных, кровяные колбасы, мясные хлеба, зельцы).

Технология использования цельной крови предполагает ее использование как в жидком виде (стабилизация поваренной солью), так и в коагулированном виде (не стабилизированная диспергированная кровь или вареная кровь).

Выход кровяных колбас с использованием цельной крови не велик и составляет для продуктов с вареной кровью от 75 до 95% к вареному основному сырью, для продуктов с стабилизированной кровью 90 – 115%.

Долевая часть цельной крови в основном сырье рецептур фаршированных колбас составляет 0-15%, кровяных колбас от 20 до 70 %, мясных хлебах 10-15%, зельцев до 15%, что представляется незначительным, так как эти группы продуктов занимают незначительный объем в групповом ассортименте мясной промышленности.

В рецептурах вареных колбас, сосисок и сарделек цельная кровь, благодаря специфике этого сырья практически не используется.

Более перспективным направлением использование крови видится использование крови, которая прошла технологическую обработку: плазму крови, осветленную кровь, сухую кровь, разные концентраты на базе крови, а так же в качестве подкрашивающего агента в функциональных смесях и текстуратах на основе животных и растительных белков. Производство таких сырьевых фабрикатов позволяет расширить использование крови и более широко применять ее в производстве вареных колбас, сосисок, сарделек, мясных хлебов, полукопченых колбас, и даже в производстве копченых мясopодуKтов, консервов и мясных полуфабрикатах.

Однако при использовании продуктов крови необходимо учитывать тип технологического воздействия и нежелательные технологические эффекты, ведущие к ухудшению функциональных и пищевых характеристик продуктов с использованием крови.

Так белки осветленной крови, в результате процесса технологической обработки при осветлении, становятся лимитированными по шкале ФАО/ВОЗ кроме изолейцина, еще по

триптофану и метионину, что необходимо учитывать при переработке мясопродуктов с использованием этого сырья.

Наличие в крови хорошо растворимых белков делает ее пригодной для производства черного и светлого технического альбумина.

Черный альбумин используется для производства фанерного клея, светлый – в полиграфической и текстильной промышленности.

Плазму и сыворотку используют непосредственно в колбасном производстве и для производства светлого пищевого альбумина. Химический состав плазмы крови некоторых видов животных представлен в таблице 4.

Растворимые вещества плазмы составляют 10% из них близко 6,7-8,5% белки и около 0,9%, минеральные вещества.

Белки плазмы представлены по видам животных альбуминами 31,5÷53%, α -глобулинами 14÷16% β -глобулинами 13÷14% γ -глобулинами 11÷12%.

Изоэлектрическая точка альбумина находится при pH 4,64; α -глобулина – при pH 5,06; β -глобулина при pH 5,12; γ - глобулину pH 6,85 ÷7,3.

Наиболее белков в крови КРС у животных до 3 лет – 6,8 ÷7,2%, у животных от 3 до 5 белков около 6,6%, у старых животных 5,85%

Альбумин плазмы владеет всеми свойствами, характерными для альбуминов. Он не содержит окрашенной группы, растворяется в воде и солевых растворах.

Табл. 4. Химический состав плазмы крови [2].

Состав плазмы	Содержание составных частей плазмы г/кг			
	КРС	МРС	Кони	Свиньи
1	2	3	4	5
Вода	913,64	917,44	902,05	917,61
Сухие вещества	86,36	82,56	97,95	82,39
Сахара	1,5	67,50	84,24	67,74
Стерины	1,238	1,06	1,176	1,212
Лецитин	1,675	0,879	0,298	0,409
Жир	0,926	1,352	1,300	1,956
Жирные кислоты	0,6	0,71	0,7	0,794
Нуклеиновые кислоты	0,013	0,011	0,02	0,022
Натрий	4,312	4,303	4,434	4,251
Калий	0,255	0,256	0,263	0,27
Оксид железа	–	–	–	–
Кальций	0,1194	0,117	0,111	0,122
Магний	0,0446	0,041	0,045	0,041
Хлор	3,69	3,711	3,730	3,627
Общий фосфор	0,244	0,232	0,240	0,1972
В тому числе не органический	0,85	0,073	0,71	0,0524

Для производства светлого альбумину, не используется кровь, в которой произошел процесс гемолиза (выход гемоглобина в плазму, что приводит к красному окрашиванию плазмы).

В случае осветления сухой крови частичный или полный гемолиз может наоборот улучшать процесс осветления, вследствие, большей доступности гемоглобина действию химически восстанавливающих веществ.

Осветленная сухая кровь это продукт полученная из пищевой крови, путем осветления химическими веществами. Основными показателями качества альбумина есть

содержание в нем белка, растворимого в воде (в высшем сорте не менее 85% от общего количества белка). В готовом продукте ограничивается содержание влаги, для обеспечения его микробиологической стойкости. В пищевом альбумине не допускается содержание патогенной микрофлоры, а количество не патогенной ограничено. В светлых альбуминах лимитируют также содержание минеральных веществ.

Цвет светлого альбумина высшего сорта светло-желтый, или светлый, для первого сорта разрешается розовый оттенок.

Осветление цельной крови позволяет увеличить объем использования крови в качестве пищевого белка животного происхождения.

Технология получения осветленной крови

Существует три группы методов осветления [3, 4].

Первая группа методов базируется на деструкции гемоглобина крови с последующим выделением гема органическими растворителями. В качестве растворителя чаще всего используют ацетон. Суть методов состоит в гемолизе крови путем ее разведения 1:1 водой или слабо подкисленным водным раствором с последующей экстракцией гема ацетоном. Полученный таким образом изолированный белок глобин высушивают до содержания влаги – 3,5%. Порошок глобина содержит до 95,4 % белка и до 1% золы.

Вторая группа методов предполагает разрушение пигментов сильными окислителями, что частично приводит к деструкции белков крови. В качестве окислителя используется перекись водорода, пергидроль, протеолитические ферменты. Технологический процесс предполагает стабилизацию крови раствором триполифосфата натрия, подогрев смеси до 40°C, обработку ее перекисью водорода, охлаждение, ультрафильтрацию, инактивацию перекиси водорода и сушку крови.

Ультрафильтрацию проводят в три стадии, при этом инактивацию перекиси водорода ведут между стадиями ультрафильтрации, путем введения раствора триполифосфата натрия в виде 0,1-0,25%-ного раствора.

На каждой стадии достигается содержание сухих веществ около 15-17%. Соотношение крови и суммарного количества раствора триполифосфата натрия на обеих стадиях равняется 1:2.

Недостатком метода есть сложность и длительность процесса переработки, наличие в технологической схеме дорогого оборудования и вследствие этого высокая себестоимость продукции.

Известен способ производства осветленной крови, путем сушки и обработки ее пергидролем в соотношении 1 часть сухой крови и 1,5 части пергидроля с последующим промывания водой до полного исчезновения перекиси. Промытую массу сушат и диспергируют в силовых измельчителях. Недостатком метода - жесткость воздействия на белки крови, что снижает биологическую ценность продукта, большие потери окислителя и энергии на стадии сушки.

Метод что соединяет действие окислителя и протеаз предполагает стабилизацию крови, последующую обработку 20%-ним раствором перекиси водорода, выделение излишка перекиси и сушку.

Перед обработкой перекисью водорода кровь частично гидролизуют протеолитическими ферментами, кислотой или щелочью на протяжении 1-2 часов при 40 °C и последующим нагреванием до 70-80 °C для введения перекиси водорода.

По окончанию процесса осветления избыток перекиси нейтрализуют с помощью фермента каталазы. Полученный гидролизат сушат.

Третья более перспективная группа методов использует маскирование белков крови путем эмульгирования с белково-жировой основой, что состоит из белков молочного или

растительного происхождения с помощью физических и химических методов эмульгирования.

В первом случае проводят тонкое эмульгирование крови с белково-жировой фазой с помощью обработки ультразвуком. При этом происходит перераспределение и диспергирование частиц молочного белка и крови, что приводит к образованию липотропного комплекса, связанного с сольватной оболочкой, которая маскирует цвет крови.

На производстве чаще используют эмульсию, которая состоит из топленого жира в количестве до 45%, казеината натрия – 6-7%, крови – 20%. Такое соотношение позволяет достичь цвета приближенного к цвету вареных колбас.

В другом случае для образования стойкой эмульсии в кровь убойных животных, после стабилизации поваренной солью в количестве 3-5% к массе крови вводят упаренное до 40-45% масс молоко с весовым соотношением по крови, равном 1:1 ÷ 7:3 и тщательно перемешивают. В последующем проводят гемолиз крови ледяной уксусной кислотой, которая составляет 3-4% к массе крови. Процесс осветления ведут на протяжении 5-6 часов. По окончании процесса осветления крови смесь нагревают до 40-45 °С и сушат в распылительных сушках.

Температура воздуха на входе в сушку составляет 180-185 °С, на выходе – 80-85 °С, что обеспечивает высокую растворимость осветленной смеси.

Так как кровь лимитирована по изолейцину, а в процессе осветления получает лимит по триптофану и метионину желательно обеспечивать использование крови с пищевыми компонентами, обогащающими кровь по этим незаменимым аминокислотам с сухим обезжиренным молоком, животными и растительными белками.

Сухие белковые смеси, получаемые на основе пищевой крови, водят в замен мясного сырья для производства вареных, колбас сосисок и сарделек на уровне 10% замены, гидратируя с водой в соотношении 1:3.

Кроме того, перспективным видится (с учетом высокой буферной емкости цельной крови к значениям pH) использование цельной крови в сочетании с функциональными добавками и белоксодержащими препаратами в качестве подкрашивающего агента для комбинированных продуктов с низким содержанием мясного сырья.

Например, в рецептурах колбасных изделий, где доля говядины меньше 55% наблюдается снижение интенсивности окраски мясопродуктов, вследствие низкого реакционного с нитритом натрия уровня мио- и гемоглобина в смеси.

В этом случае введение в небольших количествах цельной стабилизированной крови в белково-жировые эмульсии, в комплексе со стабилизирующими цвет и pH пищевыми добавками (аскорбинат, изоаскорбинат, цитрат), позволяет получать неплохой эффект подкрашивания фаршевых эмульсий для колбасных изделий и фаршевых консервов. Надо учесть, что эмульсии указанного типа могут быть получены непосредственно в производственных условиях из собственного сырья производителя с соблюдением достаточного уровня санитарии или на основе сухих препаратов имеющих на рынке.

Иностранные производители выпускают сухие белковые препараты с использованием крови и плазмы, в состав которых входят животные гидролизаты на основе содержащего коллаген сырья с рекомендуемым уровнем обводнения 1:15 – 1:20, а на основе смесей содержащего коллаген сырья и растительных белоксодержащих препаратов с гидратацией на уровне 1:8 – 1:10.

Указанные препараты получают также путем распылительной сушки.

В процессе сушки величина частиц материала, что распыляется, может меняться. Эти изменения зависят от режимов сушки и свойств материалов. При мягком режиме сушки (температура до 130 °С) у гидрофильных материалов диаметр частиц сначала

уменьшается, относительно выделяемой влаги, после чего размер частиц почти не изменяется, сохраняя способность к растворению.

При сушке крови, плазмы и сыворотки рекомендуют первоначальное упаривание до содержания влаги около 50%, что позволяет увеличить экономичность процесса.

Производство сухих белоксодержащих продуктов на основе крови убойных животных, растительного и животного белоксодержащего сырья позволяет увеличить экономичность производства мясопродуктов.

Введение таких белоксодержащих гидролизатов (концентратов) рекомендуется для производства полукопченых, копчено-запеченых, вареных колбас, сосисок, сарделек, мясных хлебов, ветчин рубленых и полуфабрикатов как с включением в основную рецептуру (в гидратированном виде до 10-20% замены мясного сырья), так и сверх рецептуры 1-2% с добавлением водной фазы (льда) непосредственно при составлении фарша.

Экономичный эффект достигается за счет расширения ассортимента выпускаемой продукции и более рационального использования сырьевой базы.

Благодаря высоким функциональным свойствам комплексных текстурированных продуктов, содержащих животный (коллаген, плазма крови, цельная кровь) и растительный белок (мука, концентраты, изоляты), возможно повышение функционально-технологических характеристик фаршей колбасных изделий, в том числе и с использованием некондиционного мясного сырья.

1. Мицык В.Е., Джурик Н.Р. Мясные продукты с использованием белков растительного происхождения.- К.: КТЭИ, 1980, 108 с.
2. Пожарская Л.С., Либерман С.Г., Горбатов В.М. Кровь убойных животных и ее переработка. – М.: Пищепром, 1960, 304 с.
3. Технология мяса и мясопродуктов. /под. ред. И.А.Рогова/. – М.: Агропромиздат, 1988, 576 с.
4. Салаватулина Р.М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве.- М.: Агропромиздат, 1985, 256с.
5. ТУ У 46.38.028-95 Кровь пищевая и продукты ее переработки. Технические условия.
6. ОСТ 49 161-80 Кровь пищевая. Продукты из пищевой крови.