

УДК 664.64

Доцент А.С. Белозерцев, доцент А.В. Прибытков
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых
производств, тел. (473) 255-38-96

Форменные элементы крови убойных животных как источник для разработки и производства продуктов антианемического лечебно-профилактического действия

В статье представлены исследования по применению форменных элементов крови убойных животных в качестве основы для производства продуктов антианемического действия.

The article presents research on the application of blood corpuscles of slaughtered animals as a basis for antianemic action products manufacturing.

Ключевые слова: кровь убойных животных, форменные элементы крови, гемовое железо.

Согласно теории сбалансированного питания, пищевые продукты должны не только удовлетворять физиологические потребности организма человека в пищевых веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные цели. Все это требует помимо коренного совершенствования технологии получения традиционных продуктов питания, еще и создания нового поколения продуктов, отвечающих реалиям сегодняшнего дня. Это продукты со сбалансированным составом, имеющие профилактическое и лечебное назначение.

В настоящее время, согласно статистике института питания РАМН, 70 % населения страны страдает железодефицитными состояниями. Дефицит железа в организме ребенка приводит к снижению иммунного статуса, повышению восприимчивости к инфекционным и другим заболеваниям [2].

Потребление железа определяется тремя основными факторами: содержанием его в организме, биодоступностью железа и наличием веществ, способствующих всасыванию или ингибирующих его. Дефицит железа может быть объяснен рядом факторов: недостатком его в пищевых продуктах, низким коэффициентом усвоения организмом из-за нарушений функций метаболизма и обмена витаминов и микроэлементов, а также нахождения его в виде трудноусвояемых соединений [4].

В такой ситуации целенаправленное обогащение продуктов препаратами железа - актуальная научно-практическая задача. В этом

аспекте особенно ценны железосодержащие компоненты природных веществ, которые обладают значительно более высокой усвояемостью в организме, чем другие его формы. Значительная доля легкоусвояемого белка и железа обуславливает интерес к крови убойных животных как источнику для производства лечебно-профилактических продуктов [1]. Концентрация гемоглобина в форменных элементах (ФЭ) крови обуславливает одно из важнейших направлений их использования - производство антианемических продуктов и препаратов, лечебно-профилактические свойства которых объясняются содержанием биологически активных гемовых форм железа.

Содержание железа во многих продуктах находится примерно на одинаковом уровне и составляет 1-3 мг/г [4]. Однако усвояемость железа из мяса и мясных продуктов более чем в два раза превышает этот показатель для овощей, фруктов, хлебобулочных изделий. При этом следует отметить, что в составе говядины, свинины, баранины, мяса птицы, печени, крови содержатся гемовая и негемовая формы железа в разных соотношениях, что определяет разную его усвояемость [5].

Некоторые данные о содержании железа для различных видов мясного сырья после термообработки приведены в таблице 1. Из таблицы 1 видно, что наиболее полно организмом человека усваивается железо из крови убойных животных, что определяет ее приоритеты в разработке антианемических продуктов питания.

Массовая доля железа и коэффициент его усвояемости из различных мясных продуктов

Мясное сырье	Массовая доля, %		Коэффициент усвояемости железа, %
	гемовое	негемовое	
Говядина	20,2	79,8	18
Свинина	15,3	84,7	16
Баранина	18,3	81,7	17
Печень	28,0	72,0	14
Кровь	69,3	30,7	31
Мясо птицы	18,3	81,7	17

Установлено, что анемии встречаются в чистом виде достаточно редко. Большинство их форм связано с нарушением обмена микроэлементов, дефицитом витаминов.

Дефицит железа может быть связан с повышенным потреблением его в организме в период роста, полового созревания подростков, а также беременными и кормящими женщинами. Он может быть связан с характером питания. Разнообразное питание с ежедневным употреблением мяса, мясных продуктов, печени, рыбы, а также фруктов, содержащих аскорбиновую кислоту, является главным фактором в предупреждении железодефицитного состояния в различных возрастных группах населения [3].

Под анемией понимают не столько уменьшение общего объема крови в организме, сколько уменьшение общего числа эритроцитов и количества гемоглобина в единице объема крови. Неотъемлемой составляющей рекомендуемого лечения помимо специальных процедур и лечебных препаратов при анемиях различной этиологии является назначение препаратов железа, в том числе и профилактических. Отмечается, что наиболее эффективны профилактические препараты, содержащие активные формы железа при длительном приеме (3-4 месяца). Дополнительно рекомендуется соляная, аскорбиновая, фолиевая кислоты, витамины В₁₂, РР и др. или любые их комбинации [2].

Развитие направления создания лечебных и профилактических средств против анемии во многом обусловлено появлением современных представлений о механизме регуляции обмена железа в организме человека. Они позволили установить, что чистые железодефицитные анемии встречаются достаточно редко. Для большинства клинических форм этого заболевания характерно одновременное нарушение обмена микроэлементов и дефицит витаминов. Поэтому роль разработки пищевых продуктов, обогащенных не только железом, но и другими компонентами, позволяющими исключить указанные

нарушения, приобретает особое значение.

Все пищевые вещества, вводимые в организм, по характеру действия на всасывание железа можно условно разделить на две группы: вещества, стимулирующие всасывание железа, и вещества, угнетающие всасывание железа в организме.

Установлено, что белки мяса оказывают существенное влияние на поглощение, транспорт и обмен железа в организме. Они в 2-4 раза повышают коэффициент усвояемости негемового железа [3].

Данные о влиянии жиров на всасываемость железа в организме весьма ограничены. Наблюдения над здоровыми лицами показывают, что увеличение содержания жира в рационе приводит к снижению уровня гемоглобина вследствие уменьшения поступления железа в организм [5]. Вопрос об эффективности углеводов как факторов, повышающих усвояемость железа, до настоящего времени не выяснен.

На всасываемость железа в организме человека существенное влияние оказывают витамины, содержащиеся в продуктах питания. Данные о влиянии витаминов группы В на процесс всасывания железа также весьма ограничены. Из витаминов группы В заслуживает внимания витамин В₁₂, фолиевая кислота и группа различных кобаламинов. Положительное влияние витамина В₁₂ на всасываемость железа заключается в том, что адсорбируясь на щеточной кайме эпителиальных клеток, он способствует накоплению, поглощению и транспорту железа и железосодержащих комплексов. Механизм всасывания железа, катализируемый в присутствии витаминов группы В или подобных ему веществ, изучен недостаточно.

Дополнительное введение в рацион витамина С способствует повышенному всасыванию железа в кровь. У различных животных (овец, собак, крыс), которым в рацион дополнительно вводили цитрат железа, всасывание железа увеличивается в 2-3 раза по сравнению с

животными, не получавшими цитрата железа [5]. Данные о влиянии других видов витаминов на всасываемость железа в организме человека в литературе практически отсутствуют.

Таким образом, на базе уникального состава и свойств крови убойных животных, в особенности ФЭ, в сочетании с продуктами с высоким содержанием витамина С, витаминов группы В и со сбалансированным аминокислотным составом, могут быть решены комплексные проблемы рационального и максимального использования ресурсов мясной промышленности с учетом социальных задач общества, связанных с поддержанием здоровья человека через питание.

Оценивая биологическую ценность белка ФЭ, можно заключить, что для ее повышения целесообразно подобрать комплементарное белоксодержащее сырье. Возможно применение крапивного порошкообразного полуфабриката (полученного из крапивы двудомной *Urtica dioica* L.), плазмы крови и т.д. Эти продукты богаты изолейцином, дефицит которого наблюдается в ФЭ. При этом недостаток той или иной аминокислоты в одном продукте компенсируется избыточным содержанием в другом, что является одним из главных условий получения рациональных пищевых смесей, которые удобно моделировать с использованием математических методов.

Задача заключалась в нахождении решения-оптимума. Оптимальные решения при проектировании выпускаемой продукции могут быть достигнуты с помощью их формализованных математических описаний – математических моделей, отражающих в аналитическом виде множество функциональных связей. а так же рядом ограничений, вытекающих из физического смысла задачи [2]. При реализации математических планов в качестве выходного параметра использовали аминокислотный скор, варьируя соотношения выбранных компонентов.

Выбор функции, подлежащей оптимизации (целевой функции) производился в соответствии с поставленными целями и задачами. Аргументы функции ограничены по величине. Ограничения на аргументы вытекают из физического смысла задачи и налагаются либо в виде неравенств, либо в виде уравнений. Для оценки возможных вариантов комбинирования белкового сырья применяли методы линейного программирования.

Достижение поставленной цели сводится к решению задачи линейного программирования, поскольку как целевая функция, так

и ограничения сформулированы в линейной форме. В общей постановке задача линейной оптимизации сводилась к определению минимакса целевой функции.

Расчеты показали, что для повышения биологической ценности продукта в рецептуру целесообразно вводить 64,67 % ФЭ, 34,76 % крапивного порошкообразного полуфабриката и 0,57 % плазмы крови.

На качество и сохранность получаемого продукта в большой степени влияет способ его консервирования. Поэтому, в данном аспекте, способ консервирования продукта на основе форменных элементов крови убойных животных посредством вакуум-сублимационной сушки позволяет в максимальной степени обеспечить сохранность гемминового (двухвалентного) железа путем предотвращения его окисления, так как гемм является нестойким соединением, и позволяет повысить усвояемость продукта за счет разрушения полупроницаемых мембран клеток эритроцитов при замораживании.

Однако процесс сублимационной сушки является весьма энергоемким и продолжительным по времени, что приводит к сравнительно высокой стоимости продуктов, полученных данным методом консервирования. Это, в свою очередь, может пагубно сказаться на потребительских свойствах предлагаемого продукта антианемического действия. Данную проблему можно решить путем использования при вакуум-сублимационном обезвоживании СВЧ-энергоподвода, что позволяет комплексно решить проблему интенсификации процесса при получении продукта высокого качества и минимальных затратах энергии и времени.

При сушке предложенным способом продукта на основе форменных элементов крови убойных животных было получено уменьшение продолжительности сушки примерно в 5 раз при СВЧ-энергоподводе по сравнению с терморadiационным, (до полного веса время сушки составляло соответственно 50 мин и 4 часа). Кроме того, было установлено, что при СВЧ-энергоподводе загрузка всего вспомогательного оборудования (вакуум-насоса и холодильной машины) значительно лучше, чем при терморadiационном вследствие постоянства скорости удаления водяных паров.

Также были исследованы качественные показатели полученного продукта, а именно, его пищевая и биологическая ценность. Пищевая ценность – понятие, отражающее всю полноту полезных свойств пищевого продукта, включая степень обеспечения физиологиче-

ских потребностей человека в основных пищевых веществах и энергии, его органолептические достоинства. Она характеризуется химическим составом продукта с учетом его потребления в общепринятых количествах.

Были проведены исследования химического состава продукта (таблица 2). Определение белка осуществляли по методу Кьельдаля (ГОСТ 10846-91), углеводов - по ГОСТ 26176-91, жира - по ГОСТ 13496.15-85.

Т а б л и ц а 2

Химический состав исследуемого продукта

Пищевые вещества	Крапивный порошкообразный полуфабрикат	Форменные элементы крови	Плазма крови	Исследуемый продукт
Вода, %	5,23	59,2	91,4	5,09
Белки, %	19,65	38,0	7,3	56,16
Углеводы, %	36,3	—	0,1	22,5
Жиры, %	3,4	—	0,09	2,1
Минеральные вещества (мг/100 г):				
кальций	5990	—	12	3716
фосфор	650	70	20	484
магний	1320	2	4	821,4
железо	25	120	—	154
калий	6840	70	30	4325,5
аскорбиновая кислота, мг/100г	101,26	не опр.	не опр.	61,7
хлорофилл, мг/100г	1,23	не опр.	не опр.	0,75
каротин, мг/100г	22,2	не опр.	не опр.	13,76
β -каротин, мг/100г	18	не опр.	не опр.	11,17
Энергетическая ценность, ккал	254,4	152,0	29,69	333,54

Содержание компонентов в исследуемом продукте в сравнении с нормами физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для взрослого человека (18-59 лет), разработанных на основе формулы сбалансированного питания академика А. А. Покровского, представлено на рисунке 1.

Как видно из диаграммы (рисунок 1), 100 г полученного продукта может удовлетворить суточную потребность в белке на 64,2 %, углеводах – 5,3 %, растительных жирах – 2,0 %, аскорбиновой кислоте – 72,6 %, β -каротине – в 1,86 раза, кальции – в 4,65 раза, магнии – в 2,05 раза, железе – в 3,2 раза, фосфоре – на 40,3 %.

Биологическая ценность – показатель качества пищевого белка, отражающий степень соответствия его аминокислотного со-

става потребностям организма в аминокислотах для синтеза белка.

Эксперты ФАО считают, что в 1 г пищевого белка должно содержаться (в идеальном варианте) следующее количество незаменимых аминокислот, мг: изолейцин – 40; лейцин – 70; лизин – 55; метионин+цистин – 35; фенилаланин+тирозин – 60; триптофан – 10; треонин – 40; валин – 50. Определение аминокислотного состава полученного продукта производили методом ионообменной хроматографии на автоматическом аминокислотном аминокислотном анализаторе марки ААА-881 (Mikrotecna, Praga).

Изучение минерального состава полученного продукта показало высокое содержание кальция и железа. В полученном продукте содержатся значительные количества аскорбиновой кислоты и β -каротина.

Т а б л и ц а 3

Содержание незаменимых аминокислот в продукте

Наименование	Идеальный белок, мг/100г	Продукт, мг/100г
Валин	5000	4915
Изолейцин	4000	698
Лейцин	7000	6524
Лизин	5500	4823
Метионин+цистин	3500	1485
Треонин	4000	3227
Триптофан	1000	1095
Фенилаланин+тирозин	6000	5941
Сумма аминокислот	36000	28708

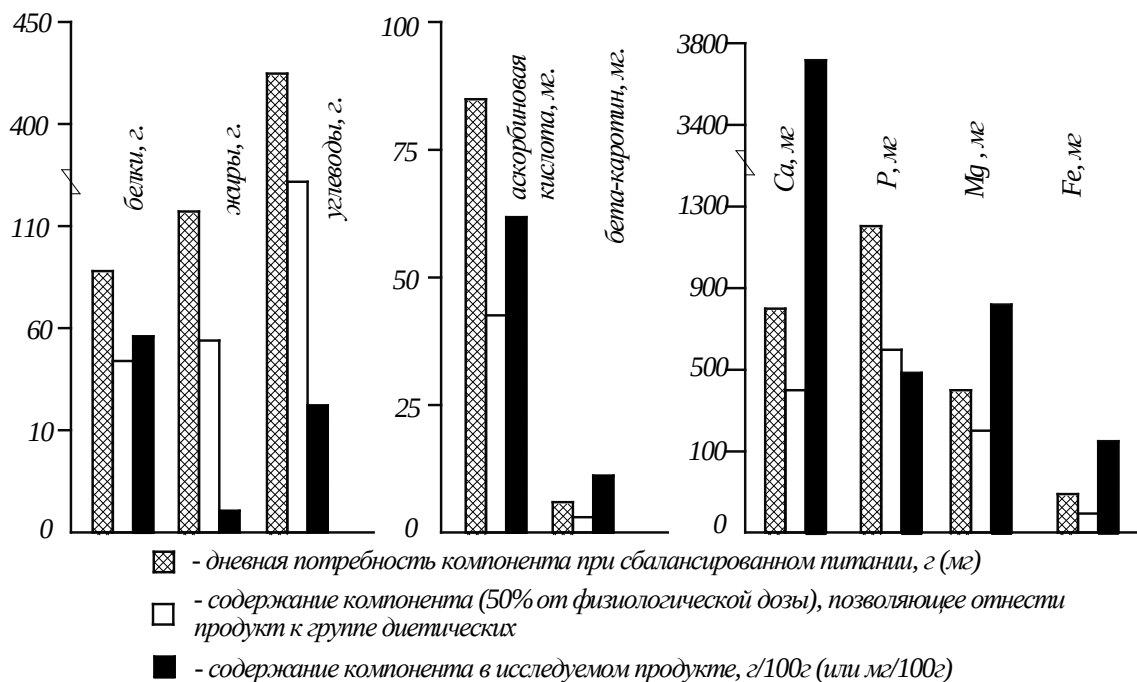


Рисунок 1 - Диаграмма пищевой ценности продукта на основе форменных элементов крови и крапивного полуфабриката в сравнении с формулой сбалансированного питания

Для оценки биологической ценности приводим данные (таблица 3) аминокислотного состава исследуемого продукта и идеально-го белка по шкале ФАО/ВОЗ.

Сравнительный анализ полученных результатов показал, что при достаточно высоком содержании белков, углеводов, витаминов и минеральных веществ, готовый продукт беден жирами и некоторыми группами витаминов. Это объясняется невысоким содержанием данного компонента в исходной смеси.

Анализ диаграммы показал, что полученный продукт на основе форменных элементов крови убойных животных соответствует формуле сбалансированного питания академика А. А. Покровского, так как содержание основных компонентов, определяющих пищевую ценность продукта, находится на достаточно высоком уровне.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Антипова, Л. В. Биохимия мяса и мясных продуктов [Текст] / Л. В. Антипова, Н. А. Жеребцов. – Воронеж: ВГУ, 1991. – 184 с.
- 2 Бисярина, В. П. Железодефицитные анемии у детей раннего возраста [Текст] / В. П. Бисярина, Л. М. Казакова. – М.: Медицина, 1979. – 176 с.

3 Петров, В. Н. Физиология и патология обмена железа [Текст] / В. Н. Петров. – Л.: Наука, 1982. – 224 с.

4 Скурихин, И. М. Химический состав пищевых продуктов [Текст] / И. М. Скурихин, М. Н. Волгарев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 236 с.

5 Шустов, В. Я. Биологическая роль и практическое применение микроэлементов [Текст] / В. Я. Шустов. – Рига, 1975.

REFERENCES

- 1 Antipova, L. V. Biochemistry of meat and meat products [Text] / L. V. Antipov, N. A. Zhrebtsov. – Voronezh: Voronezh State University, 1991. - 184 p.
- 2 Bisyarina, V. P. Iron deficiency anemia in infants [Text] / V. P. Bisyarina, L. M. Kazakova. – M.: Medicine, 1979. - 176 p.
- 3 Petrov, V. N. Physiology and pathology of iron metabolism [Text] / V. N. Petrov. – L.: Nauka, 1982. – 224 p.
- 4 Skurihin, I. M. Chemical composition of foods [Text] / I. M. Skurihin, M. N. Volgarev. - M.: Agropromizdat, 1987. - 236 p.
- 5 Shustov, V. Y. Biological role and practical application of trace elements [Text] / V. Y. Shustov. - Riga, 1975.