

ПОЛУЧЕНИЕ СУХОЙ БЕЛКОВОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПЛАЗМЫ КРОВИ

R.S. Omarov, L.V. Antipova, S.N. Shlykov

THE PRODUCTION OF DRY PROTEIN COMPOSITION BASED ON MODIFIED BLOOD PLASMA

Омаров Р.С. – канд. техн. наук, доц. каф. технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Ставропольского государственного аграрного университета, г. Ставрополь. E-mail: dooctor@yandex.ru

Антипова Л.В. – д-р техн. наук, проф. каф. технологии продуктов животного происхождения Воронежского государственного университета инженерных технологий, г. Воронеж. E-mail: antipova.l54@yandex.ru

Шлыков С.Н. – д-р биол. наук, доц. каф. технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Ставропольского государственного аграрного университета, г. Ставрополь. E-mail: segwan@rambler.ru

Omarov R.S. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology of Production and Processing of Agricultural Production, Stavropol State Agrarian University, Stavropol. E-mail: dooctor@yandex.ru

Antipova L.V. – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Technology of Products of Animal Origin, Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh. E-mail: antipova.l54@yandex.ru

Shlykov S.N. – Dr. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Production Technologies and Processing of Agricultural Production, Stavropol State Agrarian University, Stavropol. E-mail: segwan@rambler.ru

В данной статье представлены результаты изучения целесообразности использования модифицированной путем ферментативного гидролиза плазмы крови в качестве основы для производства взбитых напитков. Для этого были подобраны условия получения гидролизата плазмы крови, предложена композиция сухой белковой основы; изучены физико-химические и функционально-технологические свойства, а также биологическая ценность разработанной сухой белковой основы. В ходе исследования, проведенного на базе научных лабораторий Ставропольского ГАУ, была оценена эффективность использования для гидролиза белков плазмы таких протеолитических ферментов, как мегатерин, протосубтилин, коллагеназа и трипсин. Изучение влияния кислотности среды и температуры позволило установить, что оптимальными условиями для действия ферментов протосублтина, коллагеназы и мегатерина являются $t = 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $\text{pH} = 6,8-7,2$, для трипсина – $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $\text{pH} = 8,0$. При этом наибольшую полноту гидролиза показал фермент коллагеназа, обеспечивая деструкцию до 70 % суммарного белка при продолжительности процесса 3,0–3,5 ч и массовой доли фермента в системе 0,35 %. Полученный гидролизат подвергался сушке на распылительной сушилке и использовался для разработки сухой основы для приготовления коктейлей. В качестве вспомогательных компонентов вносили фруктозу и аскорбиновую кислоту. Изучение качественных

характеристик сухой основы позволило установить наличие выгодных физико-химических и органолептических характеристик. Оценка аминокислотного состава показала полноценность белка продукта и его высокую биологическую ценность. Изучение функционально-технологических свойств раствора сухой основы выявило высокие показатели пенообразования, кратности и стабильности пены. Таким образом, разработанная сухая белковая основа может рекомендоваться для производства взбитых коктейлей, обогащенных полноценным животным белком.

Ключевые слова: плазма крови, ферментативный гидролиз, коллагеназа, взбитые коктейли, животный белок.

The results of studying of expediency of using blood plasma modified by the way of enzymatic hydrolysis as a basis for production of whipped drinks are presented in the study. The conditions of receiving hydrolyzate of plasma of blood were for this purpose picked up, the composition of dry proteinaceous basis is offered; physical and chemical and functional and technological properties, and also biological value of developed dry proteinaceous basis are studied. During the researches conducted on the basis of scientific laboratories of Stavropol SAU the efficiency of use for hydrolysis of proteins of plasma of such proteolytic enzymes, as megaterin, protosubtilin, collagenase and trypsin was estimated. Studying of influence of acidity of the environment and

temperature allowed to establish that optimum conditions for effect of enzymes of protosubtilin, collagenase and megaterin are $t = 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $\text{pH} = 6,8-7,2$, for trypsin - $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $\text{pH} = 8,0$. Thus the greatest completeness of hydrolysis was shown by enzyme collagenase, providing the destruction to 70 % of total protein lasting process of 3.0–3.5 h and mass fraction of enzyme in system of 0.35 %. Received hydrolyzate was exposed to drying on the spraying dryer and was used for the development of dry basis for the preparation of cocktails. As auxiliary components fructose and ascorbic acid were brought. Studying of qualitative characteristics of dry basis allowed establishing the existence of favorable physical and chemical and organoleptic characteristics. The assessment of amino-acid structure showed full value of protein of the product and its high biological value. Studying of functional and technological properties of solution of dry basis revealed high rates of foaming, frequency rate and stability of foam. Thus, the developed dry proteinaceous basis can be recommended for production of whipped cocktails enriched with full-fledged animal protein.

Keywords: blood plasma, enzymatic hydrolysis, collagenase, whipped cocktails, animal protein.

Введение. Имеющийся дефицит белка в рационах питания человека обуславливает необходимость увеличения объемов и расширения ассортимента производства белоксодержащих продуктов. При этом важным моментом является качество белка, что требует поиска нетрадиционных источников и путей рационального его использования. Одним из ценнейших источников полноценного животного белка является плазма крови убойных животных. Высокая биологическая ценность белкового состава плазмы крови обуславливает высокий коэффициент его перевариваемости, а наличие таких функционально-технологических свойств, как способность к геле- и пенообразованию, делает возможным ее использование в различных пищевых продуктах [1, 2, 7, 8].

В категории продуктов функциональной направленности значительная роль отводится напиткам, которые способны не только удовлетворять потребности организма в жидкости, но и служить источником дефицитных пищевых компонентов, играя роль инструмента для профилактики алиментарнозависимых заболеваний. Напитки являются прекрасной основой для обогащения витаминно-минеральными комплексами, внесения пищевых волокон, насыщения белками, аминокислотами и другими эссенциальными компонентами, становясь их источниками для организма человека. В этой связи представляет

интерес изучение способов глубокой переработки жидкой фракции крови убойных животных – плазмы, как основы для производства биологически ценных напитков [3–6].

При этом одним из ограничений использования плазмы крови является короткий срок ее хранения, что требует подбора способа консервации, обеспечивающего сохранность ее питательных качеств и функциональных свойств.

Использование температурной обработки для повышения хранимостепробности плазмы крови не дает нужного бактерицидного эффекта, так как нагревать продукт свыше $52-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ не допускается из-за денатурации белков. Одним из способов решения данной проблемы видится направленное изменение структуры белков плазмы крови, которые не подвергались бы деструкции при тепловой обработке в интервале температур $60-65\text{ }^{\circ}\text{C}$. Этого можно достичь за счет проведения гидролиза с получением аминокислот и пептидов, обладающих большей термостабильностью за счет меньшей длины молекулы.

Кроме того, гидролиз способствует повышению биологической ценности сырья за счет увеличения усвояемости белкового субстрата.

Цель исследования: обоснование перспективности использования модифицированной плазмы крови в качестве основы для производства биологически ценных напитков.

Задачи исследования: подобрать условия получения гидролизата плазмы крови, предложить композицию сухой белковой основы; изучить физико-химические и технологические свойства, а также биологическую ценность разработанного сухого продукта.

Объекты и методы исследования. Экспериментальные исследования проводились на базе кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, а также в аккредитованной учебно-научной испытательной лаборатории Ставропольского ГАУ.

В качестве объектов исследования использовались: плазма крови крупного рогатого скота; ферментные препараты протеолитического действия: мегатерин, коллагеназа, протосубтилин и трипсин; жидкие и сухие гидролизаты плазмы крови; пены на основе плазмы крови и сухой белковой основы.

В ходе проведения исследования основные показатели определяли следующими методами: содержание белка – методом Кьельдаля; содержание углеводов – методом Бертрона; содержание аскорбиновой кислоты – расчетным способом; содержание сухих веществ – рефрактометрическим способом; активную кислотность – потенциометрическим способом; ин-

декс растворимости – по ГОСТ 30305.4-95; аминокислотный состав – на аминокислотном анализаторе ААА-400 по стандартным методикам; микробиологические показатели – по стандартной методике; аминокислотный скор и биологическую ценность – расчетным методом по Н.Н. Липатову; кратность пены устанавливали как отношение ее объема к объему раствора, пошедшего на образование пены; стабильность пены фиксировали по времени разрушения столба пены. Повторность опытов трехкратная, математическая обработка проводилась в программе Microsoft Office Excel 2007.

Результаты исследования и их обсуждение. При производстве продуктов здорового питания наиболее целесообразно применение ферментатив-

ного гидролиза, который позволяет инициировать глубокие изменения структуры белков. Кроме того, использование ферментных технологий обеспечит экологичность технологических процессов.

К преимуществам ферментного гидролиза также следует отнести мягкость условий протекания с получением смеси продуктов гидролиза с наименьшей степенью рацемизации аминокислот.

В исследовании были изучены оптимумы действия протеолитических ферментов при различных значениях pH и температуры для установления параметров их наибольшей активности.

В качестве субстрата для определения температурного оптимума использовали казеинат натрия при pH = 7 (рис. 1).

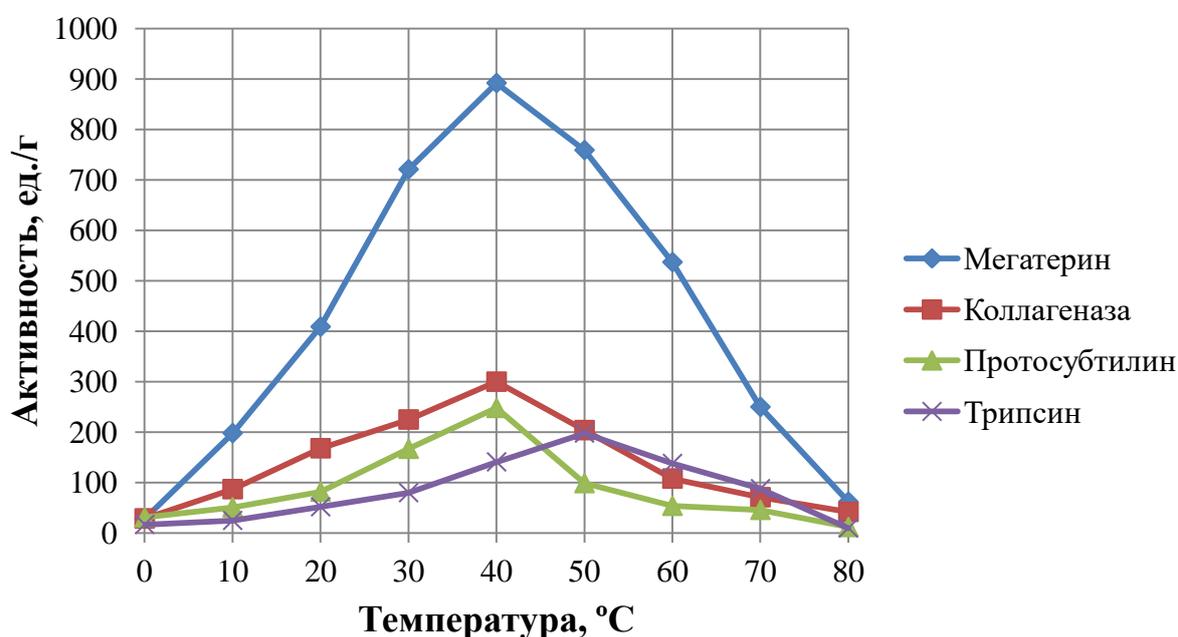


Рис. 1. Влияние температуры на активность ферментных препаратов

Установлено, что мегатерин, протосубтилин и коллагеназа проявляют максимальную активность при температурах 37–40 °C. Для трипсина оптимум действия определен в интервале температур 48–52 °C.

Результаты изучения влияния активной кислотности среды на протеолитическую активность ферментов представлены на рисунке 2.

Максимальная активность протосубтилина и коллагеназы достигается при pH 6,8–7,2, для трипсина при t = 37 °C оптимальное значение pH – 7,4 ед., при этом максимум активности достигается при pH 8 (t = 50 °C). Для мегатерина были отмечены два пиковых значения активности (pH – 7,0; 7,8), что можно

связать с гетерогенной природой данного ферментного препарата.

Дальнейшие исследования были направлены на изучение эффективности применения данных ферментных препаратов для гидролиза белков плазмы крови. На основе предварительных экспериментальных исследований было установлено, что для успешного проведения гидролиза необходимо обеспечить в системе соотношения белок субстрата : фермент как 100 : 1, вследствие чего плазму крови (субстрат) необходимо разбавлять водой 1 : 1. Результаты изучения влияния дозировок ферментов на эффективность гидролиза представлены на рисунке 3.

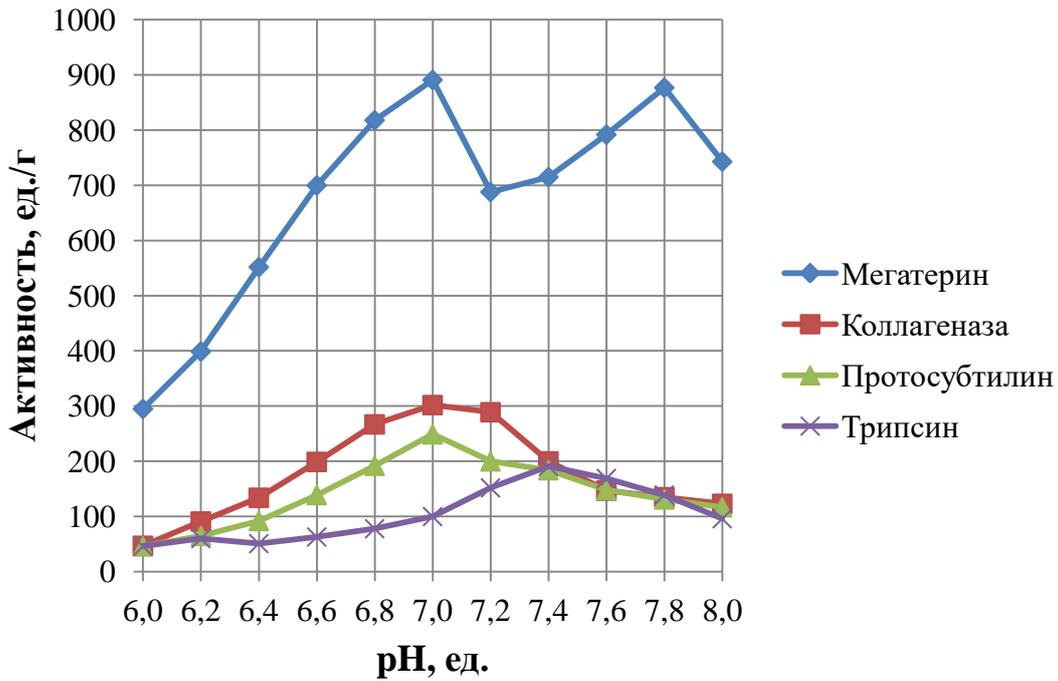


Рис. 2. Влияние pH среды на активность ферментных препаратов ($t = 37\text{ }^{\circ}\text{C}$)

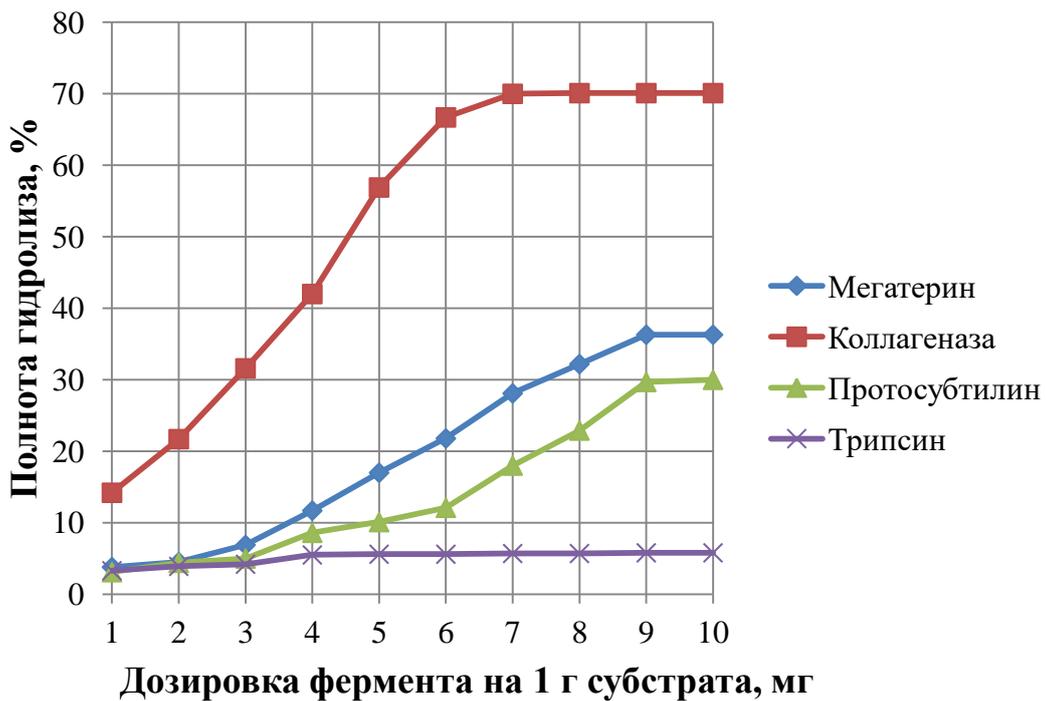


Рис. 3. Динамика гидролиза белков плазмы крови различными ферментами

Установлено, что внесение препарата коллагеназа в систему в количествах свыше $7 \cdot 10^{-3}$ г фермента на 1 г субстрата является нецелесообразным, так как не приводит к дальнейшему повышению степени гидролиза белков. Для мегатерина максимальное значение полноты гидролиза достигается при кон-

центрации $3,8 \cdot 10^{-3}$ г, протосубтилина – $3,0 \cdot 10^{-3}$ г, что несколько ниже, чем для коллагеназы.

Оценка гидролитических показателей позволила установить, что препарат коллагеназа обеспечивает наиболее полное протекание гидролиза, образуя в сравнении с мегатерином в 2,9 раза больше свободных аминокислот, в том числе в 1,7 раза незаменимых.

Для дальнейших исследований использовали ферментные препараты, показавшие наибольшую эффективность – коллагеназа и мегатерин.

Результаты изучения влияния продолжительности гидролиза на его полноту представлены на рисунке 4.

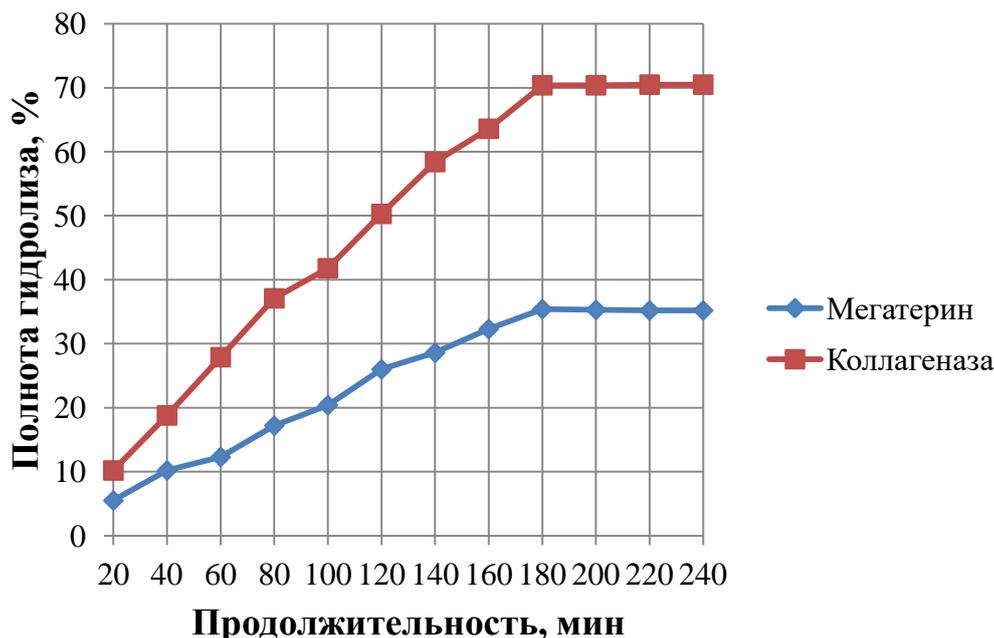


Рис. 4. Влияние продолжительности протекания гидролиза на его полноту

Установлено, что наиболее интенсивно гидролиз протекает в течение 2,8–3,2 ч, дальнейшее течение процесса характеризовалось резким снижением накопления продуктов гидролиза. Оценка полученных данных показала, что препарат коллагеназа обеспечивает существенно большую полноту гидролиза.

Применив регрессионный анализ с использованием многофакторного планирования для обработки полученных экспериментальных данных, были получены оптимизированные параметры гидролиза белков плазмы крови препаратом коллагеназы (табл. 1).

Таблица 1

Параметры проведения ферментативного гидролизата белков плазмы крови

Параметры процесса	Значение
Массовая доля фермента, %	0,35
Активная кислотность, ед.	6,8–7,2
Температура, °С	35–40
Продолжительность, ч	3,0–3,5
Концентрация белка в субстрате, %	3,5

Полученный гидролизат в дальнейшем подвергали пастеризации при температуре 56–58 °С, при сопутствующем снижении рН среды до 3,5–4,5 с помощью различных добавок. Это позволило избежать денатурации негидролизованых белков, выпадения осадка, а также вызвало инактивацию фермента.

Для удобства дальнейшего использования и увеличения хранимоспособности полученный гидролизат подвергали сушке на распылительной сушилке,

что позволило предотвратить денатурацию белков и обеспечить высокую растворимость конечного продукта в воде.

Сухой гидролизат было решено использовать для разработки сухой основы для приготовления коктейлей. Помимо сухого гидролизата в состав сухой основы для коктейлей вносили фруктозу, как альтернативу свекловичному сахару, и аскорбиновую кислоту (табл. 2).

Таблица 2

Рецептура композиции сухой основы для коктейлей

Компонент	Расход сырья, кг/100 кг продукта
Сухой гидролизат плазмы крови	56,8
Аскорбиновая кислота	3,4
Фруктоза	39,8

Результаты изучения физико-химических, органолептических показателей и аминокислотного состава предлагаемой сухой основы для коктейлей представлены в таблицах 3, 4.

Таблица 3

Результаты изучения физико-химических и органолептических показателей сухой основы для коктейлей

Показатель	Значение
Содержание сухих веществ, %	86,7
Растворимость, %	96,0
Объемная масса, кг/м ³	310,4
Титруемая кислотность, °Т	20,0
Содержание белка, %	46,8
Содержание углеводов, %	37,1
Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г	1900,0
Вкус и запах	Кисло-сладкий, присутствует приятный аромат и привкус белка
Цвет	Светло-кремовый, однородный по всей массе продукта
Структура	Порошкообразная, комочки легко разрушаются

Таблица 4

Результаты изучения аминокислотного состава сухой основы для коктейлей

Аминокислота	Содержание аминокислоты, г/100 г продукта	Аминокислотный скор, %	Коэффициент утилитарности
Треонин	2,36	59,0	0,571
Метионин	1,18	33,71	1,000
Лизин	4,0	72,73	0,464
Лейцин	5,19	74,14	0,455
Фенилаланин	4,2	70,0	0,482
Изолейцин	1,6	40,0	0,843
Валин	1,84	36,8	0,916
Триптофан	0,7	70,0	0,482

Расчетным путем установлено, что коэффициент различия аминокислотного сора белка продукта составляет 23,33 %, его биологическая ценность – 76,67 %, а коэффициент сопоставимой избыточности равен 0,2650.

Важным условием для возможности использования разработанной сухой основы для производства взбитых коктейлей является наличие таких техноло-

гических свойств, как хорошая способность к пенообразованию, кратность и стойкость пены. Контрольным образцом выступал раствор сухой плазмы крови. Массовая доля белка в контрольном и опытном образцах составляла 5 %, температура образцов находилась в пределах 4–6 °С. Результаты исследований представлены в таблице 5.

**Результаты сравнения функциональных свойств сухой плазмы крови
и разработанной белковой основы**

Компонент	Пенообразующая способность, см ³ за временной интервал, с					Кратность пены за временной интервал, с				
	30	60	120	180	240	30	60	120	180	240
Раствор сухой плазмы крови	171,0	199,0	248,0	226,0	294,0	1,4	1,7	2,1	2,7	2,9
Раствор сухой основы	197,0	219,0	272,0	295,0	318,0	1,9	2,0	2,7	3,0	3,2

Раствор сухой основы для взбитых коктейлей характеризовался лучшими значениями показателей пенообразования, кратности и стабильности пены, несколько превосходя контрольный образец на основе сухой плазмы крови. Возможно, это связано с присутствием в составе сухой белковой основы фруктозы и аскорбиновой кислоты. Стабильность пены раствора сухой плазмы крови составила около 40 мин, тогда как сухая белковая основа сохраняла полученный объем до 1,5 ч.

Изучение хранимостепособности выявило отсутствие патогенной микрофлоры в сухом продукте при сроках хранения до 12 недель при температуре не выше 4 °С. При этом показатель КМАФАнМ оставался в пределах $2,4 \cdot 10^3$ КОЕ в 1 г продукта.

Выводы. Проведенное исследование позволило установить оптимальные параметры ферментативного гидролиза плазмы крови убойных животных протеолитическим препаратом коллагеназа. Сухая белковая основа на основе гидролизата плазмы крови характеризуется высокими качественными показателями и может рекомендоваться в качестве основы для производства взбитых коктейлей, обогащенных полноценным животным белком.

Литература

1. Антипова Л.В., Кульпина А.Л. Возможность использования плазмы крови убойных животных в новых белковых продуктах // Изв. высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1998. – № 5-6. – С. 53–55.
2. Изгарышева Н.В., Кригер О.В., Лапин А.П. Основные аспекты переработки крови убойных животных для функциональных молочных продуктов // Биокаталитические технологии и технологии возобновляемых ресурсов в интересах рационального природопользования: мат-лы междунар. молодежной конф. – Кемерово, 2012. – С. 119–123.
3. Крумликов В.Ю. и др. Разработка технологии белкового пенообразователя для использова-

ния в спортивном питании // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – № 2. – С. 16–21.

4. Пат. 2124853. Российская Федерация, МПК А23L 2/00. Способ получения основы для производства безалкогольных напитков / Л.В. Антипова, М.Б. Васильев; заявитель и патентообладатель Антипова Людмила Васильевна. – № 97119664/13, заявл. 26.11.1997; опубл. 20.01.1999.
5. Бабий Н.В., Соловьева Е.Н., Помозова В.А. и др. Тонизирующие напитки с функциональными свойствами // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3. – С. 101–105.
6. Михеева Г.А. Специализированный продукт для питания беременных и кормящих женщин – оценка эффективности // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83. – № S3. – С. 190.
7. Vazquez-Moreno L. Functional properties of protein fractions isolated from porcine blood // Journal of Food Science. – 2003. – № 68. – P. 1196–1200.
8. Howell N.K., Lawrie R.A. Functional aspects of blood plasma proteins. III. Interaction with other proteins and stabilizers. // Journal of Food Technology. – 1984. – № 19. – P. 297–313.

Literatura

1. Antipova L.V., Kul'pina A.L. Vozmozhnost' ispol'zovaniya plazmy krovi ubojnyh zhivotnyh v novyh belkovykh produktah // Izv. vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija. – 1998. – № 5-6. – S. 53–55.
2. Izgarysheva N.V., Kriger O.V., Lapin A.P. Osnovnye aspekty pererabotki krovi ubojnyh zhivotnyh dlja funkcional'nyh molochnyh produktov // Biokataliticheskie tehnologii i tehnologii vozobnovljaemykh resursov v interesah racional'nogo prirodopol'zovanija: mat-ly mezhdunar. molodezhnoj konf. – Kemerovo, 2012. – S. 119–123.
3. Krumlikov V.Ju. i dr. Razrabotka tehnologii belkovogo penoobrazovatelya dlja ispol'zovanija v

4. sportivnom pitanii // Tehnika i tehnologija pishhevyyh proizvodstv. – 2015. – № 2. – S. 16–21.
5. Pat. 2124853. Rossijskaja Federacija, MPK A23L 2/00. Sposob poluchenija osnovy dlja proizvodstva bezalkogol'nyh napitkov / L.V. Antipova, M.B. Vasil'ev; zjavitel' i patentoobladatel' Antipova Ljudmila Vasil'evna. – № 97119664/13, zjavl. 26.11.1997; opubl. 20.01.1999.
6. *Miheeva G.A.* Specializirovannyj produkt dlja pitaniya beremennyh i kormjashhih zhenshhin – ocenka jeffektivnosti // Voprosy pitaniya. – 2014. – T. 83. – № S3. – S. 190.
7. *Vazquez-Moreno L.* Functional properties of protein fractions isolated from porcine blood // Journal of Food Science. – 2003. – № 68. – P. 1196–1200.
8. *Howell N.K., Lawrie R.A.* Functional aspects of blood plasma proteins. III. Interaction with other proteins and stabilizers. // Journal of Food Technology. – 1984. – № 19. – P. 297–313.



УДК 637.52.04/07:637.54

Н.С. Моисеева, О.К. Мотовилов

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ КОПЧЕНО-ЗАПЕЧЕННОГО ФИЛЕ ИЗ МЯСА ИНДЕЙКИ

N.S. Moiseeva, O.K. Motovilov

BIOLOGICAL VALUE OF SMOKED-BAKED FILLET FROM MEAT OF TURKEY

Моисеева Н.С. – науч. сотр. отдела научных направлений исследований комплексной переработки сельскохозяйственного сырья Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции Сибирского федерального научного центра агротехнологий РАН, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Краснообск. E-mail: Natasha555@mail.ru

Мотовилов О.К. – д-р техн. наук, руководитель Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции Сибирского федерального научного центра агротехнологий РАН, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Краснообск. E-mail: gnu_ip@ngs.ru

Moiseeva N.S. – Staff Scientist, Department of Research Areas of Integrated Processing of Agricultural Raw Materials, Siberian Research and Technological Institute of Agricultural Products Processing, Siberian Federal Scientific Center for Agrotechnologies RAS, Novosibirsk Region, Novosibirsk District, Krasnoobsk. E-mail: Natasha555@mail.ru

Motovilov O.K. – Dr. Techn. Sci., Head, Siberian Research and Technological Institute of Agricultural Products Processing, Siberian Federal Scientific Center for Agrotechnologies RAS, Novosibirsk Region, Novosibirsk District, Krasnoobsk. E-mail: gnu_ip@ngs.ru

В статье представлены результаты исследования аминокислотного состава и определения биологической ценности копчено-запеченных продуктов из мяса индейки – филе «Русское» и филе «Острое». Исследования проводили на базе лабораторий Сибирского научно-исследовательского и технологического института переработки сельскохозяйственной продукции Сибирского федерального научного центра агротехнологий Российской академии наук (СибНИТИП СФНЦА РАН). Определение аминокислотного состава, а также скоры по каждой незаменимой аминокислоте проводилось в контрольных и опытных образцах копчено-запеченных продуктов. Контрольными образцами

выступали идентичные по технологии и рецептуре опытным образцам изделия из мяса кур. Выявлено, что в опытных образцах скор почти по всем незаменимым аминокислотам был выше, чем в контрольных, что свидетельствует о высокой биологической ценности новых разработанных продуктов. Определен ряд коэффициентов (сопоставимой избыточности (G), различий аминокислотного скоры (КРАС), утилитарности (U) и биологической ценности (БЦ)), отражающие структурные соотношения показателей пищевой и биологической ценности новых изделий из мяса индейки по различным критериям соответствия. Результаты исследования аминокислотного со-