АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Вопрос здорового образа жизни населения – один из самых актуальных для многих государств мира. Согласно данным экспертов Всемирной организации здравоохранения, здоровье нации на 52–55% определяют социально-экономические условия в стране, ежедневные привычки людей и качество их питания [1]. Несбалансированный рацион – тоже часть нездорового уклада жизни, и он наносит непоправимый ущерб организму. Дефицит основных питательных веществ может вызвать изменения в деятельности всех его систем, дисфункции и болезни внутренних органов, а в конечном итоге – вылиться в общенациональный рост заболеваемости раком, диабетом, сердечно-сосудистыми и респираторными патологиями. Для решения этой проблемы, которая приобрела поистине всемирный размах, ВОЗ разработала Глобальный план действий по профилактике неинфекционных заболеваний и борьбе с ними на 2013–2020 гг. Один из действующих рычагов его стратегии – рационализация питания за счет развития производства специализированных пищевых продуктов, употребление которых способствует повышению устойчивости организма к действию стрессоров [2]. Естественное происхождение пищи, поступающей на стол человека, ее экологическая чистота, содержание полноценного набора незаменимых компонентов и биологически активных веществ позволяет в короткие сроки и с высокой эффективностью скоррек-

Екатерина Беспалова,
младший научный сотрудник
лаборатории оборудования
и технологий молочноконсервного
производства Института мясо-
молочной промышленности НПЦ
НАН Беларуси по продовольствию,
аспирант; besspalova-kat@mail.ru

Инна Миклукх,
старший научный сотрудник
лаборатории оборудования
и технологий молочноконсервного
производства Института мясо-
молочной промышленности НПЦ
НАН Беларуси по продовольствию,
кандидат технических наук, доцент;
inmiklukh@mail.ru

Аннотация. В статье приведены данные исследования аминокислотного состава новых молочных продуктов с повышенным и пониженным содержанием белка, а также сыворотки, обезжиренного молока и других сырьевых ингредиентов, на основе которых они создаются. Предложен способ производства диетических видов молочной продукции путем комплексной переработки исходного сырья с применением мембранных технологий разделения на фракции.

Ключевые слова: аминокислотный состав, функциональные молочные продукты, высокобелковые и низкобелковые продукты.

Для цитирования: Беспалова Е., Миклукх И. Аминокислотный состав молочных продуктов функционального назначения // Наука и инновации. №11. С. 78–83. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2020-11-78-83>

тировать дисбаланс в работе организма, вызванный большими физическими, нервно-эмоциональными нагрузками.

Все развитые страны ориентированы на увеличение объемов выпуска функциональных продуктов и разработку их новых видов. Ассортимент постоянно совершенствуется за счет включения в их состав разнообразных полезных ингредиентов, к которым относятся пробиотическая микрофлора, пищевые волокна, витамины, минеральные комплексы, антиоксиданты и др. [3]. Такие виды продуктов производятся в различных отраслях пищевой промышленности: хлебобулочной и кондитерской, молочной, масложировой, используются в рецептах приготовления безалкогольных напитков. На рынке здоровых и диетических молочных продуктов выделяются отдельные направления: со сниженной долей сахара или совсем

без него, с пищевыми волокнами, с пробиотическими свойствами, безлактозные, с регулируемым белковым составом.

В рационе населения нашей страны ощущим дефицит полноценных белков, которые играют важнейшую роль в рациональном питании человека. Недостаток этих веществ ведет к снижению устойчивости организма к инфекциям, обострению течения воспалительных процессов, неблагоприятно воздействует на деятельность сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма. У человека, недополучающего белок, ухудшается аппетит, что, в свою очередь, приводит к еще большему ограничению его поступления с пищей. Белковые аминокислоты – это строительный материал для мышц, необходимый также и для замещения мышечных протеинов, которые расщепляются после травм, тренировок или других нагрузок, что особенно актуально для людей,

активно занимающихся спортом и занятых физическим трудом. Кроме того, аминокислоты с разветвленной цепью (лейцин, изолейцин, валин) участвуют в энергетических процессах, происходящих в организме, и, обладая определенными анаболическими свойствами, ускоряют образование энергии для мышечных сокращений [4].

Вместе с тем существует категория лиц, вынужденных ограничивать потребление молочного белка: при нарушениях работы почек, печени, сердца, сосудов, сахарном диабете, некоторых видах артрита, онкологических новообразованиях, реакции иммунной системы на белок коровьего молока (аллергии на молоко), фенилкетонурии и прочих состояниях, для которых характерна непереносимость аминокислот. Для этих людей жизненно необходимы продукты с низким содержанием белка, ассортимент которых в нашей стране

Рис. 1. Переработка молочного сырьё на высоко- и низкбелковые продукты

представлен только импортными производителями.

Сотрудниками лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства Института мясо-молочной промышленности разработаны технологии высокобелкового и низкобелкового продуктов, полученных в результате комплексной переработки молочного сырьё. При этом уделено особое внимание подбору базового компонентного состава. Установлена необходимость применения молочной основы с изначально требуемым содержанием белка и последующим введением в систему дополнительных ингредиентов. Для получения основных составляющих применялось мембранное разделение молочного сырьё на две диаметрально отличающиеся категории – концентрат белка и пермеат (рис. 1). Ультрафильтрация обезжиренного молока и молочной сыворотки (в смеси или по раздельности)

позволяет извлекать растворимые сывороточные белковые и молочные-белковые концентраты (с содержанием белка от 35% до 85% в сухом веществе) и пермеат (от 2% до 4%). Эти компоненты использовались для дальнейшей переработки на конечный продукт с заданными физико-химическими показателями.

Для жидкого продукта с 6–12% протеина в составе допускается применение

в качестве основного компонента сухого сывороточного белкового концентрата (КСБ-УФ) с содержанием белка 55–80%, имеющегося в массовой продаже, с последующим восстановлением обезжиренным молоком как источником казеина.

При изготовлении низкобелковых смесей основным компонентом определен пермеат, характеризующийся достаточно высоким содержанием

Рис. 2. Аминокислотный состав сырьё

лактозы (более 80%). Присутствие в нем остаточных количеств белковых веществ и минеральных соединений придает ему дополнительные преимущества, заключающиеся в более выраженном молочном вкусоароматическом профиле (например, по сравнению с лактозой и даже с деминерализованной молочной сывороткой). В качестве жировой фракции в продукте применялись сливки молочные высокожирные, которые содержат низкий уровень протеина (в среднем 5%).

Для построения большинства белков организму требуются незаменимые аминокислоты, причем в определенном соотношении, которое должно быть максимально приближено к таковому в белках тела человека. Нарушение сбалансированности аминокислотного состава пищевых продуктов приводит к сбою процессов синтеза организмом собственных белков, сдвигая динамическое равновесие анаболизма и катаболизма в сторону преобладания их распада [5].

Поскольку изучение общего химического состава сырья позволяет только приблизи-

Рис. 3. Аминокислотный скор сырья, %

тельно составить представление о биологической ценности продуктов, проведено исследование содержания в их составе незаменимых аминокислот, таких как треонин, валин, метионин и цистеин, изолейцин, лейцин, фенилаланин и тирозин, лизин, и аминокислотного сора (рис. 2, 3). Содержание метионина определялось в комплексе с цистеином, поскольку синтез последнего зависит от количества первого в организме. Фенилаланин превращается в тирозин, который используется в синтезе двух основных нейромедиаторов: дофамина и норэпинефрина [6].

Установлено, что сывороточные белки содержат больше эссенциальных аминокислот, чем казеин (на 8,2 г/100 г белка). Индекс питательной ценности казеина составляет 0,8, в то время как у сывороточных белков он приближается к единице. В то же время в составе последних обнаруживается некоторый дефицит серосодержащих аминокислот. Поскольку казеин, напротив, имеет их в избытке, то необходимо дополнить высокобелковые продукты казеиновой составляющей. Определено, что концентрат сывороточного белка, обезжиренное

Наименование аминокислоты	№1			№2		
	Апр		АС, %	Апр		АС, %
	г/100 г белка	К		г/100 г белка	К	
Треонин	6,30±0,8	3,2	157±20	0,54±0,12	3,9	135±30
Валин	5,60±0,6	2,9	112±12	0,58±0,13	4,2	116±26
Метионин+цистеин	2,00±0,4	1,0	56±11	0,14±0,03	1,0	40±9
Изолейцин	6,50±0,5	3,3	163±13	0,51±0,11	3,6	128±28
Лейцин	11,00±0,6	5,6	157±9	0,92±0,19	12,9	131±27
Фенилаланин+тирозин	8,20±0,4	4,2	137±7	0,65±0,1	4,4	108±17
Лизин	9,50±0,6	4,8	172±11	0,81±0,21	7,4	147±38
Суммарное содержание	49,00±1,2	-	-	8,69±1,92	-	-

Таблица 1. Аминокислотный состав и скор высоко- и низкобелковых продуктов

Наименование показателя	№ 1	№ 2
Массовая доля сухих веществ, %	23,80±0,5	10,00±0,02
Массовая доля белка, %	12,20±0,5	0,36±0,02
Массовая доля золы, %	1,20±0,1	0,35±0,02
Массовая доля лактозы, %	7,60±0,4	7,54±0,06
Массовая доля жира, %	0,50±0,1	1,71±0,04

Таблица 2. Физико-химические показатели продуктов с повышенным и пониженным содержанием белка

молоко и сливки содержат максимальное количество незаменимой аминокислоты, относящейся к одной из трех разветвленных кислот – лейцина (в количествах 11,2; 10,1; 8,2 г/100 г белка соответственно). В концентрате молочного белка максимальная доля суммы фенилаланина и тирозина равна 10,6 г/100 г белка. Пермеат богат аминокислотой лизином в количестве 5,3 г/100 г белка, которая присутствует в основном в животных протеинах и является дефицитной в растительных.

Для определения биологической ценности рассчитан аминокислотный скор молочных смесей по формуле 1. В качестве эталона определено количество аминокислот «идеального белка», принятого ФАО/ВОЗ:

$$AC = \frac{A_{\text{пр}}}{A_{\text{эт}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где AC – аминокислотный скор, %; $A_{\text{пр}}$ – содержание аминокислоты испытуемого белка, г/100 г белка; $A_{\text{эт}}$ – содержание этой же аминокислоты в эталоне, г/100 г белка.

Установлено, что аминокислотный скор концентрата сывороточного и молочного белков и сливок лимитирован по сумме серосодержащих ами-

нокислот метионина и цистеина (аминокислотные скоры 34,97% и 10% соответственно). В обезжиренном молоке аминокислотный скор составляет более 100% по всем аминокислотам, что свидетельствует об отсутствии лимитирующих биологическую ценность незаменимых аминокислот. Пермеат же, напротив, лимитирован по всем аминокислотам: их содержание менее 100%, в большей мере по треонину (первая лимитирующая аминокислота).

С учетом полученных ранее результатов исследований, требуемого состава конечного продукта и функциональной значимости каждой фракции белка для потребителей, нуждающихся в высокобелковом питании, определена необходимость сбалансировать состав смесей по незаменимым аминокислотам путем регулирования количественного содержания всех компонентов. Для этого применены встроенные функции программных средств вычислительной техники. По результатам выработаны партии продуктов с повышенным (№1) и пониженным (№2) содержанием белка. Определены соотношения незаменимых аминокислот в их составах.

Аминокислотный скор рассчитали, приняв за единицу лимитирующую кислоту по формуле 2. Результаты представлены в табл. 1.

$$K = \frac{A}{A_{\text{лим}}}, \quad (2)$$

где K – соотношение аминокислот, A – содержание аминокислоты в образце, г/100 г белка; $A_{\text{лим}}$ – содержание лимитирующей кислоты, г/100 г белка.

В результате проведенных исследований биологической ценности молочного сыра по величине аминокислотного сора установлено, что белковый состав обоих продуктов лимитирован по суммарному сочетанию незаменимых аминокислот метионин-цистеин. Установлено также, что введение казеина с обезжиренным молоком в продукт №1 позволило уменьшить лимитирование указанной выше кислоты на 65% по отношению к такому в концентрате сывороточного белка. В готовом продукте наблюдалось увеличение соотношения аминокислот по сравнению с эталоном на 1,5–3,2 ед. Однако для установления соотношения, максимально близкого к эталону, возможно введение в продукт дополнительно незаменимых аминокислот при низком их содержании или регулирование диеты потребителя по этим компонентам.

Для низкобелкового продукта характерно наличие аминокислот в концентрации меньше 1,0 г/100 г белка, что делает возможным его потребление лицами, испытывающими проблемы с переносимостью белка либо его компонентов. По соотношению незаменимых аминокислот в сравнении с эта-

лоном установлено превышение на 2,5–4,6 ед. в продукте №2, кроме лимитирующей кислоты.

В подобранных рецептурах отсутствует соотношение аминокислот ниже 1,0, что исключает возможность распада собственных белков организма человека для восполнения баланса.

Определены физико-химические показатели продуктов (для продукта с пониженным содержанием белка приведены в пересчете на восстановленный до готового к употреблению) (табл. 2).

По результатам исследований определено содержание белка в продукте №1, которое составляет более 50% в сухом веществе, в продукте №2 – не более 4%.

Для придания продуктам устойчивой однородной консистенции без оседания белка для высокобелковых смесей и расслоений жировой фазы для низкобелковых в процессе хранения подобраны стабилизирующие и эмульгирующие агенты из числа разрешенных согласно ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». Обладая высокой степенью гелеобразования, стабилизаторы способствуют понижению концентрации свободной влаги и показателя активности воды, что сопровождается снижением способности микроорганизмов к кислотообразованию и улучшением структурно-механических свойств. Уровень этих добавок в готовых продуктах просчитан в результате органолептических исследований путем проведения дегустаций и изучения реологических характеристик, измерения показателя вязкости ротаци-

онным вискозиметром компании Brookfield. Для высокобелковых смесей определен стабилизатор каррагинан (Е 407) в концентрации 4 г/л готового продукта, для низкобелковых – камедь рожкового дерева (Е410) из расчета 1 г/л и эмульгатор моно- и диглицериды жирных кислот (Е471) в количестве 4 г/л. Приведенные концентрации позволяют получить конечную продукцию с заданными показателями.

Таким образом, итогом проведенных научных исследований стала разработка технологий производства функциональных молочных продуктов с повышенным и пониженным содержанием белка с применением мембранного разделения сырья. На основе определенного аминокислотного состава и сора концентрата сывороточного и молочного белка, обез-

жиренного молока и молочных высокожирных сливок проведено сбалансирование компонентного состава готового продукта по данному показателю. Применение этой технологии на практике позволит обеспечить людей, нуждающихся в рациональном и диетическом питании, адаптированными молочными продуктами с выбором оптимального для них протеинового состава. ■

■ **Summary.** The article presents research data on the amino acid composition of new dairy products with a high and low protein content, as well as whey, skim milk and other raw ingredients on the basis of which they are created. A method for the production of dietetic types of dairy products by complex processing of raw materials using membrane technologies for separation into fractions is proposed.

■ **Keywords:** amino acid composition, functional dairy products, high-protein and low-protein products.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2020-11-78-83>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Доклады о состоянии здравоохранения, 2013–2015 гг. / Всемирная организация здравоохранения // <http://www.who.int.ru>.
2. Потороко И.Ю. Научные и практические аспекты технологий продуктов питания функциональной направленности / И.Ю. Потороко, А.В. Паймулина, Д.Г. Ускова, И.В. Калинина // Вестник ЮрГУ. Серия «Пищевые биотехнологии». 2018. Т. 6, №1. С. 49–59.
3. Грунская В.А. Творожные десертные продукты с функциональными свойствами и повышенной пищевой ценностью / В.А. Грунская, Д.С. Габриелян, Е.А. Кузина, К.А. Зайцев // Молочнохозяйственный вестник. №3. 2019. С. 88–100.
4. Технология продуктов спортивного питания: учеб. пособие / Э.С. Токаев [и др.]. – М., 2010.
5. Борисова О.О. Питание спортсменов. Зарубежный опыт и практические рекомендации. Учебно-методическое пособие. – М., 2007.
6. Мелешеня А.В. Мясные продукты специального назначения для спортсменов и людей, испытывающих повышенные физические нагрузки. / А.В. Мелешеня, О.В. Дымар, Т.А. Савельева [и др.]. Монография. 2011.

Статья поступила в редакцию 02.04.2020 г.

SEE http://innosfera.by/2020/11/functional_dairy_products