

А. Г. Храмцов, О. А. Дудникова, А. Д. Лодыгин

## ИЗУЧЕНИЕ ПИЩЕВОЙ, БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ И ХРАНИМОСПОСОБНОСТИ ЛИПИДНО-БЕЛКОВОГО КОНЦЕНТРАТА

Обоснована актуальность разработки технологии липидно-белкового концентрата на основе молочной сыворотки и обезжиренного молока. Представлены результаты исследований химического состава, энергетической ценности липидно-белкового концентрата. Рассмотрен аминокислотный состав образцов липидно-белкового концентрата с различными дозами внесения обезжиренного молока. Изучен фракционный состав белков молочной сыворотки, осветленной методом совместной коагуляции сывороточных белков и казеина, в сравнении с натуральной сывороткой. Приведены данные о хранимостности жидкого концентрата и белковой массы.

Липидно-белковый концентрат, пищевая ценность, аминокислотный состав, сроки хранения.

### Введение

Белковая недостаточность в питании характерна для многих стран мира, в том числе и для России. В связи с этим проблема использования сывороточных белков в настоящее время особенно актуальна. По данным Института питания РАМН, физиологическая норма среднестатистического потребления белков животного происхождения в нашей стране составляет 80 %. Доказано, что снижение количества белков в рационе питания отрицательно влияет на состояние здоровья, развитие организма человека, уменьшает его резистентность к неблагоприятным внешним воздействиям [1].

В соответствии с концепцией здорового питания, основной девиз которого – «Пища – лекарство», целесообразно создание продуктов нового поколения на основе легкоусвояемых сывороточных белков. Поэтому актуальными являются исследования, обеспечивающие дополнительное вовлечение белков животного происхождения в пищевой рацион.

На кафедре прикладной биотехнологии СевКавГТУ проведены исследования совместного выделения сывороточных белков и казеина в результате безреагентной коагуляции несепарированной подсырной сыворотки и сквашенного обезжиренного молока с образованием альбумино-казеинового комплекса. Данные исследования послужили предпосылкой разработки технологии липидно-белкового концентрата из молочного сырья. Для производства липидно-белкового концентрата целесообразно использовать относительно дешевое вторичное молочное сырье. Это позволит одновременно решить проблему полного и рационального использования белково-углеводного молочного сырья и предотвратить загрязнение окружающей среды.

### Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований были использованы:

- сыворотка молочная, удовлетворяющая требованиям ТУ 9229-179-04610209-2008;
- обезжиренное молоко, полученное из цельного молока, удовлетворяющего требованиям ГОСТ Р 53503-2009;

– закваска ацидофильная, ПА БК – г. Углич – АБ ацидофильной палочки вязкой ТУ 9229-102-04610209-2002.

При проведении экспериментальных исследований применялись методы определения следующих показателей:

- титруемой кислотности – по ГОСТ 8764-92;
- активной кислотности – потенциометрически по ГОСТ 26781-85, на приборе рН-150;
- плотности – ареометрически, метод и аппаратура по ГОСТ 3625-84, ареометр по ГОСТ 18481-81;
- влаги и сухого вещества – по ГОСТ 3626-73;
- содержание жира в соответствии с ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира»;
- содержание общего азота – методом Кьельдаля по ГОСТ 23327-98;
- определение белка – по методу Лоури (экспресс-метод).

### Результаты и их обсуждение

Важным показателем, относящимся к понятию качества пищевых продуктов, служит их пищевая ценность. Она отражает все полезные свойства пищевых продуктов, включая степень обеспечения физиологических потребностей человека в основных пищевых веществах и энергии. Пищевая ценность определяется прежде всего химическим составом пищевого продукта с учетом его потребления в общепринятых количествах [4].

Пищевая ценность продуктов питания, в свою очередь, включает понятия энергетической ценности пищи (калорийности) и биологической ценности белков пищи. Энергетическая ценность, или калорийность, пищевых продуктов характеризуется количеством энергии, которая высвобождается из пищевых веществ в процессе биологического окисления и используется для обеспечения физиологических функций организма. Ориентировочно усвояемую энергию 1 г белков или углеводов принимают равной 16,7 кДж (4,1 ккал), а 1 г жиров – равной 37,7 кДж (9,3 ккал), хотя энергетическая ценность различных групп углеводов и жиров неодинакова [3]. Для оценки пищевой и энергетической ценности был исследован химический состав экспериментальных

образцов липидно-белкового концентрата с различными дозами внесения обезжиренного молока (образец 1 – 24 %, образец 2 – 30 %, образец 3 – 48 %). Результаты исследований химического состава и расчета энергетической ценности образцов липидно-белкового концентрата в сравнении с контролем (творог мягкий диетический с массовой долей жира 4 %) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Пищевая и энергетическая ценность липидно-белкового концентрата

Образцы	Содержание основных пищевых веществ в 100 г продукта			Энергетическая ценность продукта	
	углеводы	жиры	белки	ккал/г	кДж/г
1	1,5	4,0	11,98	92,468	375,916
2	1,4	3,5	12,78	90,688	368,756
3	1,2	3,0	15,25	95,345	387,815
Контроль	1,0	4,0	15,0	102,8	418,0

На основании данных таблицы можно сделать вывод, что липидно-белковые концентраты, полу-

ченные из смеси подсырной сыворотки и сквашенного обезжиренного молока, по энергетической ценности практически не уступают творогу диетическому мягкому с массовой долей жира 4 %. Ввиду того что липидно-белковые концентраты вырабатываются из вторичного сырья, стоимость данного продукта значительно ниже, чем указанного вида творога.

Аминокислотный состав белков определяет биологическую ценность пищи. Биологическая ценность – показатель качества пищевого белка, отражающий перевариваемость белка и степень соответствия его аминокислотного состава потребностям организма в аминокислотах [1, 4]. С целью оценки биологической ценности экспериментальных образцов липидно-белковых концентратов в ГНУ Ставропольский НИИ животноводства и кормопроизводства был исследован их аминокислотный состав. Результаты анализа аминокислотного состава липидно-белковых концентратов приведены в табл. 2. Для сравнения приведены данные аминокислотного состава творога мягкого диетического с массовой долей жира 4 %.

Таблица 2

Аминокислотный состав липидно-белковых концентратов (мг на 100 г продукта)

Наименование аминокислот	Творог с массовой долей жира 4 %	Концентрат с содержанием об. молока 24 %	Концентрат с содержанием об. молока 30 %	Концентрат с содержанием об. молока 48 %
Аспаргиновая кислота	2230	1478	1514	1604
Треонин	762	1228	1258	1340
Серин	780	1142	1170	1208
Глутаминовая кислота	2870	2467	2528	2929
Глицин	120	301	308	367
Аланин	470	650	666	698
Валин	968	776	795	837
Метионин	465	310	382	412
Изолейцин	835	781	812	822
Лейцин	1551	1690	1728	1795
Триптофан	198	212	206	201
Тирозин	370	642	666	959
Фенилаланин	922	772	809	894
Гистидин	460	437	448	686
Лизин	1220	1969	1381	1339
Аргинин	630	1403	1437	1399
Всего АК	14 851	15 628	16 108	18 120
НАК	6921	7108	7371	8270
ЗАК	7930	8520	8737	9850

Для расчета биологической ценности белковых продуктов Всемирной организацией здравоохранения используется метод, основанный на сравнении аминокислотного состава белков исследуемого продукта с «идеальным», иначе «эталонным», белком (метод аминокислотного скор). Состав этого белка соответствует аминокислотной шкале комитета ФАО/ВОЗ (в г на 100 г белка) [3]. Данные по химическому скору липидно-белковых концентратов в

сравнении с творогом мягким диетическим с массовой долей жира 4 % (контроль) приведены в табл. 3. На основании приведенных данных можно сделать вывод, что белковые концентраты, полученные в результате совместной коагуляции казеина и сывороточных белков, обладают высокой биологической ценностью и большинство аминокислот превышает содержание их в твороге диетическом мягком 4%-й жирности.

Анализ аминокислотного сора

Аминокислоты	«Идеальный» белок, г/100 г	Содержание аминокислот в 100 г продукта, г/100 г				Аминокислотный скор, %			
		контроль	образец 1	образец 2	образец 3	контроль	образец 1	образец 2	образец 3
Триптофан	1	1,32	1,77	1,61	1,32	132	177	161	132
Лейцин	7	10,34	14,1	13,52	11,77	147,7	201,4	193,1	168,1
Изолейцин	4	5,56	6,52	6,35	5,39	139	163	158,75	134,75
Валин	5	6,45	6,48	6,22	5,48	129	129,6	124,4	109,6
Треонин	4	5,08	10,25	9,84	8,78	127	256,2	246	219,5
Лизин	5,5	8,13	12,91	11,7	10,8	147,8	234,7	203	196,3
Метионин	3,5	3,1	2,58	2,99	2,7	88,57	73,7	85,4	77,1
Фенилаланин	6	6,14	6,44	6,33	5,86	102	107	105,5	97,6

Лимитирующей аминокислотой является метионин. Следовательно, полученные липидно-белковые концентраты могут быть использованы для обогащения продуктов детского и лечебно-профилактического назначения.

С целью оценки эффективности перехода различных фракций сывороточных белков в липидно-белковый концентрат были исследованы образцы неосветленной подсырной и творожной сыворотки, а также осветленной методом совместной коагуляции сывороточных белков и мицелл казеина. Исследования проводили методом электрофореза на агарном геле в барбиталовом буфере на приборе PARAGON фирмы Beckman, США. Исследованию подвергли 6 образцов: 1 – неосветленная подсырная сыворотка с кислотностью 15 °Т; 2 – подсырная сыворотка, осветленная методом совместной коагуляции путем внесения 24 % сквашенного обезжиренного молока при рН смеси 5,0; 3 – подсырная сыворотка, осветленная методом совместной коагуляции путем внесения 30 % сквашенного обезжиренного молока при рН смеси 4,9; 4 – подсырная сыворотка, осветленная методом совместной коагуляции путем внесения 48 % сквашенного обезжиренного молока при рН смеси 4,77; 5 – неосветленная творожная сыворотка с кислотностью 65 °Т; 6 – творожная сыворотка, осветленная методом совместной коагуляции путем внесения 20 % сквашенного обезжиренного молока при рН смеси 4,8.

Результаты исследований приведены на рис. 1 и 2. Минорные фракции – это суммарное количество фракций альбумина сыворотки крови, протеозо-пептонов и иммуноглобулинов.

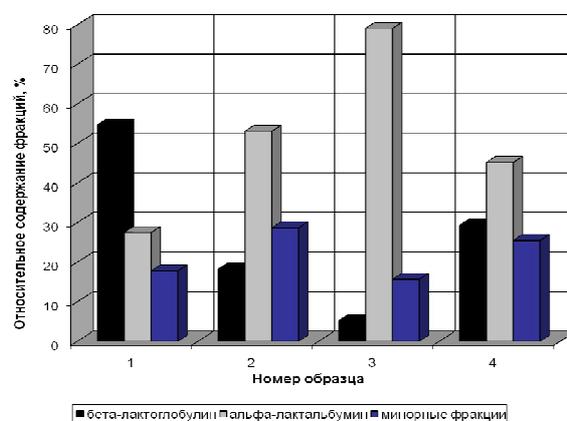


Рис. 1. Относительное содержание белковых фракций в неосветленной и осветленной методом совместной коагуляции сывороточных белков и казеина подсырной сыворотке

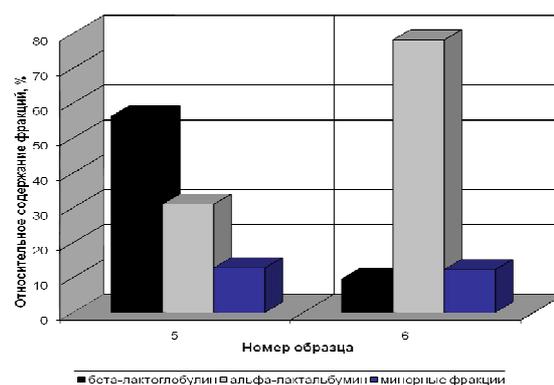


Рис. 2. Относительное содержание белковых фракций в неосветленной и осветленной методом совместной коагуляции сывороточных белков и казеина творожной сыворотке

Таким образом, в осветленной сыворотке остаются термоустойчивые фракции – протеозо-пептоны и, вероятно, небольшая часть  $\alpha$ -лактальбумина и иммуноглобулины. Термолабильные фракции –  $\beta$ -лактоглобулин, альбумин сыворотки крови удаляются.

Для данного липидно-белкового концентрата необходимо было установить сроки хранения. Срок хранения – период, в течение которого пищевой продукт при соблюдении установленных условий хранения сохраняет свойства, указанные в нормативном или техническом документе. Истечение срока хранения не оз-

начает, что продукт непригоден для использования по назначению. Липидно-белковый концентрат хранили при температуре 8–10 °С. Результаты исследований хранимостоспособности образцов жидкого концентрата и белковой массы представлены в табл. 4.

Таблица 4

Соответствие микробиологических показателей липидно-белкового концентрата  
Техническому регламенту на молоко и молочную продукцию

Виды концентрата	Период хранения, сутки	КМАФАнМ	БГКП	Патогенные, в том числе сальмонеллы	S. aureus	Листерии, L. monocytogenes	Дрожжи, плесени
Жидкий	1	+	+	+	+	+	+
Белковая масса		+	+	+	+	+	+
Жидкий	2	+	+	+	+	+	+
Белковая масса		+	+	+	+	+	+
Жидкий	3	+	+	+	+	+	+
Белковая масса		+	+	+	+	+	+
Жидкий	4	+	+	+	+	+	+
Белковая масса		+	+	+	+	+	+
Жидкий	5	+	+	+	+	+	+
Белковая масса		+	+	+	+	+	+
Жидкий	6	+	+	+	+	+	+
Белковая масса		+	+	+	+	+	+
Жидкий	7	+	+	+	+	+	–
Белковая масса		+	+	+	+	+	+
Белковая масса	8	+	+	+	+	+	+
Белковая масса	9	+	+	+	+	+	+
Белковая масса	10	+	+	+	+	+	+
Белковая масса	11	+	+	+	+	+	–

*Примечание.* Знак «+» показывает, что продукт удовлетворяет требованиям нормативно-технической документации; знак «–» показывает, что продукт не удовлетворяет требованиям нормативно-технической документации.

Исходя из данных табл. 4 были установлены сроки хранения исследованных видов липидно-белкового концентрата: жидкого – не более 3 суток, белковой массы – не более 5 суток при температуре

8–10 °С. Полученные результаты послужили основой для разработки технологии и технической документации на производство липидно-белкового концентрата [2].

#### Список литературы

1. Доронин, А.Ф. Функциональное питание / А.Ф. Доронин, Б.А. Шендеров. – М.: Грантъ, 2002. – 295 с.
2. Дудникова, О.А. Липидно-белковый концентрат / О.А. Дудникова, А.Д. Лодыгин, А.Г. Храмцов // Молочная промышленность. – 2010. – № 7. – С. 42–43.
3. Меркулова, Н.Г. Производственный контроль в молочной промышленности: практическое руководство / Н.Г. Меркулова, М.Ю. Меркулов, И.Ю. Меркулов. – СПб.: Профессия, 2009. – 656 с.
4. Химический состав российских продуктов питания / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

ГОУ ВПО «Северо-Кавказский  
государственный технический университет»,  
355029, Россия, г. Ставрополь, проспект Кулакова, 2.  
Тел.: (8652) 23-39-43  
e-mail: info@ncstu.ru

**A.G. Hramtsov, O.A. Dudnikova, A.D. Lodygin**

**Studying of lipid-protein concentrate nutritive, biological value and keeping ability**

The actuality of lipid-protein concentrate development on the basis of whey and skim milk technology is grounded. Results of examination of chemical composition and energy value of lipid-protein concentrate are presented. Amino acid composition of lipid-protein concentrate samples with different skim milk dosage is considered. The composition of protein fractions of native whey and whey deproteinised with the method of whey protein and casein coprecipitation is studied. Data on liquid concentrate and quarg keeping abilities are given.

Lipid-protein concentrate, nutritive value, amino acid composition, shelf-life.

North Caucasus State Technical University,  
Kulakova 2, Stavropol, 355029, Russia  
Phone: +7 (8652) 23-39-43  
e-mail: [info@ncstu.ru](mailto:info@ncstu.ru)

