

А.А. Остроумов, Р.А. Шахматов, М.Г. Курбанова

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА БЕЛКОВ МОЛОКА

Изучен фракционный состав белков молока в течение года. Приведены данные, характеризующие четыре фракции казеина (α_{s1} -казеин, α_{s2} -казеин, β -казеин, κ -казеин) и шесть фракций сывороточных белков (β -лактоглобулин, α -лактальбумин, иммуноглобулин, лактоферрин, альбумин сыворотки крови, протеозо-пептоны).

Молоко, казеин, сывороточный белок, фракции белков.

Введение

Фракционный состав белков молока является важным критерием, определяющим его свойства [1–4]. Его роль в производстве различных молочных продуктов отмечают многие авторы [5–9]. Известно, что фракционный состав белков молока не постоянен и зависит от многих факторов (рационы кормления, стадия лактации, возраст животных, условия содержания коров и др.).

Объекты и методы исследований

Изучали фракционный состав белков молока в течение года на примере коров черно-пестрой породы. Отбор проб молока проводили ежемесячно. Для разделения белков на фракции использовали метод электрофореза в полиакриламидном геле [10]. Белок

разделяли на десять фракций: α_{s1} -казеин, α_{s2} -казеин, β -казеин, κ -казеин, β -лактоглобулин, α -лактальбумин, иммуноглобулин, лактоферрин, альбумин сыворотки крови, протеозо-пептоны.

Результаты и их обсуждение

Все фракции казеина синтезируются в молочной железе, имеют генетические варианты, являются фосфопротеидами, характеризуются значительной термоустойчивостью. Различия между ними заключаются в построении и количествах, а также в ряде некоторых свойств.

Помесячное содержание казеиновых фракций от общего количества белка в молоке приведено в табл. 1.

Таблица 1

Содержание казеиновых фракций в белке молока

Месяц	Содержание белка в молоке, %	Содержание казеиновых фракций (в % от общего количества белка)				Содержание казеина (в % от общего количества белка)
		α_{s1} -казеин	α_{s2} -казеин	β -казеин	κ -казеин	
Январь	3,14±0,06	41,98	3,74	26,75	7,07	79,54
Февраль	3,12±0,08	41,41	3,97	27,16	7,93	80,37
Март	2,88±0,04	37,21	4,66	26,95	7,38	76,20
Апрель	2,81±0,06	36,99	4,83	25,16	6,09	73,07
Май	2,85±0,07	40,50	5,52	26,73	6,31	79,04
Июнь	2,91±0,03	43,60	4,18	30,20	7,25	85,23
Июль	3,01±0,02	43,73	3,79	30,17	7,61	85,30
Август	3,07±0,05	42,74	3,78	29,38	8,44	83,84
Сентябрь	3,10±0,08	43,05	3,67	28,60	8,03	83,35
Октябрь	3,12±0,06	42,90	3,70	28,10	7,62	82,32
Ноябрь	3,14±0,09	42,134	3,75	27,95	7,61	81,45
Декабрь	3,15±0,06	41,36	3,86	28,66	7,62	81,50
Среднее за год	3,03±0,04	41,45	4,12	27,98	7,42	80,97

По мере убывания процентного количества изучаемые фракции располагались в следующем порядке: α_{s1} -казеин, β -казеин, κ -казеин и α_{s2} -казеин. В среднем их годовое содержание от общего количества белка в молоке составляло для α_{s1} -казеина 41,45 %, для α_{s2} -казеина 4,12 %, для β -казеина 27,98 % и для κ -казеина 7,42 %. Суммарное среднее значение за год составило 80,97 %.

В течение года отмечали существенные различия в содержании отдельных фракций.

Наибольшее количество α_{s1} -казеина содержал белок летнего и осеннего молока. Его максимальная величина превосходила среднее значение на 6,22 %, а минимальная – на 15,42 %.

Меньше этой фракции содержал белок весеннего молока. Минимальное количество в сравнении со средним значением уменьшилось на 10,91 %.

Второй по величине присутствия отмечена фракция β -казеина. Ее колебания в составе белка варьировали от 25,16 до 30,20 %. Минимальное ее количество содержалось в белках молока весеннего периода, максимальное – в белках летнего молока.

Для фракции α_{s2} -казеина обнаружены следующие закономерности. Больше количество этой фракции содержал белок молока, полученного в марте – мае. Меньшее ее количество содержал белок

осеннего и зимнего молока. В целом колебания этой фракции в белке составляли от 3,67 до 5,52 % (при среднем значении 4,12 %).

Фракция κ -казеина находилась в пределах от 6,09 (апрель) до 8,44 % от общего количества белка (август).

По суммарному содержанию казеина в белке молока следует выделить весенние месяцы, когда этот

показатель понижался до минимальной величины, и летние месяцы, когда он возрастал до максимума.

В целом в течение года содержание казеина в белке молока изменялось от 73,07 до 85,23 % (при среднем значении 80,97 %).

В табл. 2 приведены данные, указывающие на содержание изучаемых фракций в казеине.

Таблица 2

Содержание фракций в казеине

Месяц	Содержание фракций в казеине, %			
	α_{S1} -казеин	α_{S2} -казеин	β -казеин	κ -казеин
Январь	52,9	4,7	33,6	8,8
Февраль	51,5	4,9	33,8	9,8
Март	48,8	6,1	35,4	9,7
Апрель	50,6	6,6	34,4	8,4
Май	51,1	6,9	34,0	8,0
Июнь	51,1	4,9	35,4	8,6
Июль	51,4	4,4	35,2	9,0
Август	50,5	4,5	35,0	10,0
Сентябрь	51,7	4,4	34,3	9,6
Октябрь	52,1	4,5	34,1	9,3
Ноябрь	51,7	4,6	34,3	9,4
Декабрь	50,7	4,7	35,2	9,4
Среднее за год	51,2	5,1	34,5	9,2

Около половины казеина составляла фракция α_{S1} -казеина (в среднем за год 51,2 % при колебаниях от 48,6 до 52,9 %). Фракция β -казеина занимала вторую позицию (в среднем 34,5 %). Далее следовала фракция κ -казеина (в среднем 9,2 %). Фракция α_{S2} -казеина составляла незначительное количество (в среднем 5,1 %).

Соотношения фракций в казеине претерпевали некоторые изменения в течение года. Для κ -казеина они составили 8,7 %, для β -казеина – 13,0 %, для α_{S1} -казеина – 3,3 %.

В табл. 3 приведены сведения о содержании фракций казеина в молоке.

Таблица 3

Содержание фракций казеина в молоке

Месяц	Фракции казеина, %				Всего казеина, %
	α_{S1} -казеин	α_{S2} -казеин	β -казеин	κ -казеин	
Январь	1,31	0,12	0,84	0,22	2,49
Февраль	1,29	0,12	0,85	0,25	2,51
Март	1,07	0,13	0,78	0,21	2,19
Апрель	1,04	0,14	0,70	0,17	2,05
Май	1,15	0,16	0,76	0,18	2,25
Июнь	1,27	0,12	0,88	0,21	2,48
Июль	1,32	0,11	0,90	0,23	2,57
Август	1,30	0,12	0,89	0,26	2,57
Сентябрь	1,33	0,11	0,89	0,25	2,58
Октябрь	1,34	0,11	0,88	0,24	2,57
Ноябрь	1,32	0,12	0,88	0,24	2,56
Декабрь	1,31	0,12	0,90	0,24	2,57
Среднее за год	1,25	0,12	0,85	0,23	2,45

У всех фракций казеина наблюдались временные отклонения от средней величины.

Абсолютная величина фракции α_{S1} -казеина значительно понижалась в молоке весеннего периода, достигая 1,04 (уменьшение в апреле в сравнении со средней величиной составило 16,3 %, а с максимумом – 22,4 %), что указывает на большую подвижность содержания этой фракции в молоке. Подобного рода количественные снижения характерны в этот период и для других фракций казеина, что ска-

залось на общем содержании его в молоке. Понижение против среднего значения составило 16,4 %, а против максимального – 20,3 %. Особенно большие изменения в содержании фракций казеина в молоке в течение года отмечены у κ -казеина (до 34,7 %). У фракции β -казеина она составила 22,3 %.

Помесячное содержание фракций сывороточных белков от общего количества белка в молоке приведено в табл. 4.

Таблица 4

Содержание сывороточных белков в белках молока

Месяц	Фракции сывороточных белков (в % от общего количества белков)						Всего сывороточных белков, %
	β-лактоглобулин	α-лактальбумин	Иммуноглобулин	Лактоферрин	Альбумин сыворотки крови	Протеозо-пептоны	
Январь	12,64	3,01	1,03	0,92	1,03	2,53	20,46
Февраль	10,27	2,60	1,26	1,09	1,36	3,05	19,63
Март	11,92	2,98	1,32	1,44	2,83	2,31	23,80
Апрель	11,15	4,13	2,59	2,40	3,51	3,15	26,93
Май	10,00	3,42	1,71	2,44	1,69	1,54	20,96
Июнь	8,48	2,00	0,95	0,75	0,85	1,70	14,73
Июль	8,51	2,14	0,89	0,73	0,83	1,60	14,70
Август	9,87	2,08	0,87	0,97	1,37	1,00	16,16
Сентябрь	10,05	2,25	1,02	0,78	1,30	1,25	16,65
Октябрь	10,05	2,30	1,30	0,90	1,16	1,37	17,68
Ноябрь	11,05	2,30	1,30	1,00	1,50	1,40	18,55
Декабрь	11,29	2,44	1,12	1,25	1,26	1,16	18,50
Среднее за год	10,44	2,64	1,38	1,22	1,56	1,88	19,12

Из приведенных данных видно, что относительное количество сывороточных белков в составе белков молока претерпевает значительные изменения в течение года. Их суммарный процент в общем составе от 14,70 до 26,93 % (среднее 19,12 %). Наличие сывороточных белков в составе белков молока особенно существенно возрастало в марте, апреле и мае. В июне и июле их относительное количество уменьшалось, а в остальные месяцы носило стабильный характер в пределах 16,0–18,0 %.

По отдельным фракциям отмечено следующее: среднее содержание в белках молока фракции

β-лактоглобулина составляло 10,44 % (колебания от 8,48 до 12,64 %), фракции α-лактальбумина – 2,64 % (колебания от 2,00 до 4,13 %), иммуноглобулин – 1,38 % (колебания от 0,87 до 2,59 %), лактоферрин – 1,22 % (колебания от 0,73 до 2,44 %), альбумин сыворотки крови – 1,56 % (колебания от 0,83 до 3,51 %), протеозо-пептоны – 1,88 % (колебания от 1,00 до 3,15 %).

В табл. 5 показано содержание этих фракций в сывороточных белках молока.

Таблица 5

Содержание фракций сывороточных белков относительно их общего количества

Месяц	Фракции сывороточных белков (в % к их общему количеству)					
	β-лактоглобулин	α-лактальбумин	Иммуноглобулин	Лактоферрин	Альбумин сыворотки крови	Протеозо-пептоны
Январь	61,9	14,0	5,0	5,5	5,3	12,1
Февраль	52,1	13,2	6,0	5,6	6,6	15,5
Март	50,1	12,5	5,5	6,0	11,9	10,0
Апрель	41,4	15,3	9,6	8,9	13,0	11,8
Май	47,7	16,3	8,1	11,6	8,0	7,3
Июнь	57,5	13,6	6,4	5,2	5,8	11,5
Июль	57,8	14,5	6,1	5,0	5,6	10,0
Август	61,1	12,9	5,3	6,0	8,5	6,2
Сентябрь	60,1	13,5	6,1	4,9	7,8	7,5
Октябрь	56,9	13,0	7,3	5,1	6,8	7,8
Ноябрь	59,6	12,4	7,0	5,4	8,1	7,5
Декабрь	61,0	13,2	6,1	6,7	6,8	6,2
Среднее за год	54,6	13,8	7,2	6,4	8,2	9,8

Основным представителем сывороточных белков является β-лактоглобулин. В наших опытах в среднем за год его содержалось 54,6 % от общего количества сывороточных белков. В различные периоды года его значения колебались. Максимальное его количество в составе сывороточных белков содержало молоко зимнего периода: январь 61,9 %, де-

кабрь 61,0 %. В летние месяцы (июнь, июль) эта фракция составляла 57,5–57,8 %. Некоторое понижение фракции β-лактоглобулина отмечали в сывороточных белках весеннего молока (март – 50,1 %, апрель – 41,4 %, май – 47,7 %).

Вторым по количественному признаку из сывороточных белков является α-лактальбумин. В общем их

объеме его содержалось 13,8 %, то есть соотношение β -лактоглобулина и α -лактальбумина в среднем составляло 4 к 1. В течение года соотношения между этими белками не были постоянной величиной. Длительный период, включая январь, август, сентябрь, октябрь, ноябрь и декабрь, оно находилось в пределах 4,4–4,7. В марте и апреле происходило снижение этого показателя до 2,7–2,9, то есть понижалась относительная величина β -лактоглобулина и увеличивалась относительная величина α -лактальбумина. В остальные месяцы (июнь, июль, март и февраль) соотношение находилось в пределах 4.

Относительное содержание в сывороточных белках изменялось в течение года от 5,0 до 9,6 %, составляя в среднем 7,2 %. В молоке они участвуют в нейтрализации действий различных чужеродных белков (антигенов).

Существенные отклонения от средних значений по показателю относительного содержания иммуноглобулинов в сывороточных белках имело молоко, полученное в апреле и мае (соответственно 9,6 и 8,1 %).

К белкам, обладающим бактерицидными свойствами, относится лактоферрин. В сывороточных белках его обнаружено в среднем 6,4 % при возрастании его доли в мае и апреле.

Альбумин сыворотки крови в среднем составлял 6,2 % от массы сывороточных белков, а протеозопептонная фракция – 9,8 %.

В табл. 6 приведено помесечное содержание фракций сывороточных белков в молоке.

Всего в среднем за год в молоке содержалось 0,58 % сывороточных белков при колебаниях от 0,76 % (апрель) до 0,43 % (июнь).

Все фракции сывороточных белков были не постоянны в течение года, изменяя свои значения примерно на 20 % как в сторону увеличения, так и уменьшения.

Выводы

С использованием прибора Protean II XV, в основе которого лежит метод электрофореза, удалось разделить белки молока на десять фракций, в том числе четыре фракции казеина и шесть фракций сывороточных белков.

В течение года содержание всех фракций белков не постоянно. Изменяется их количественное содержание, а также соотношения между отдельными фракциями. Наиболее резкие количественные изменения белковых фракций произошли в молоке, полученном в период февраль – май.

Таблица 6

Содержание фракций сывороточных белков в молоке

Месяц	Фракции сывороточных белков, %						Всего сывороточных белков, %
	β -лактоглобулин	α -лактальбумин	Иммуноглобулин	Лактоферрин	Альбумин сыворотки крови	Протеозопептоны	
Январь	0,40	0,09	0,03	0,03	0,03	0,08	0,65
Февраль	0,33	0,08	0,04	0,03	0,04	0,09	0,61
Март	0,36	0,09	0,04	0,03	0,04	0,07	0,68
Апрель	0,31	0,11	0,08	0,07	0,10	0,09	0,76
Май	0,29	0,10	0,05	0,06	0,05	0,05	0,60
Июнь	0,25	0,06	0,03	0,02	0,02	0,05	0,43
Июль	0,25	0,06	0,03	0,02	0,030	0,05	0,44
Август	0,32	0,06	0,03	0,02	0,02	0,04	0,50
Сентябрь	0,31	0,07	0,03	0,02	0,03	0,04	0,52
Октябрь	0,32	0,07	0,05	0,03	0,04	0,04	0,55
Ноябрь	0,35	0,07	0,04	0,03	0,04	0,05	0,58
Декабрь	0,36	0,07	0,03	0,04	0,04	0,04	0,58
Среднее за год	0,32	0,08	0,04	0,03	0,05	0,06	0,58

Список литературы

1. Остроумов, Л.А. Структура и коагуляционные свойства белков молока / Л.А. Остроумов, В.И. Брагинский, А.М. Осинцев, Е.А. Боровая // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 8. – С. 41–46.
2. Горбатова, К.К. Химия и физика белков молока / К.К. Горбатова. – М.: Колос, 1993. – 192 с.
3. Химия пищи: Белки: структура, функции, роль в питании / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко, Н.А. Жеребцов. – Кн. 1. – М.: Колос, 2000. – 384 с.
4. Дедков, К.А. Сезонные изменения молока и их влияние на состав и свойства молочной продукции: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2010. – 19 с.
5. Просеков, А.Ю. Анализ состава и свойств белков молока с целью использования в различных отраслях пищевой промышленности / А.Ю. Просеков, М.Г. Курбанова // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 4. – С. 68–71.
6. Иванов, В.Л. Совершенствование технологии молочных продуктов на основе электрофоретического изучения белков молока / В.Л. Иванов, П.А. Лисин, Н.А. Нагибина. – Омск, 2003. – 156 с.
7. Храмцов, А.Г. Производство и использование белков молочной сыворотки в лечебно-диетическом питании / А.Г. Храмцов, Г.И. Молчанов, Б.Е. Жидков, Л.В. Лунькова. – АгроНИИТЭИММП, 1993. – 32 с.

8. Круглик, В.И. Теоретическое обоснование и практическая реализация технологий гидролизатов молочных белков и специализированных продуктов с их использованием: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Кемерово, 2008. – 42 с.
9. Остроумова, Т.Л. Технологические свойства белковых концентратов / Т.Л. Остроумова, А.Г. Галстян, И.Ю. Трифонов, С.А. Равношкин, И.Г. Кулинчик // Сыроделие и маслоделие. – 2007. – № 2. – С. 53–54.
10. Просеков, А.Ю. Исследование фракционного состава белков молока методом электрофореза в полиакриламидном геле / А.Ю. Просеков, О.О. Бабич, О.В. Мудрикова, Н.В. Хуснулина, Л.А. Остроумов // Современные технологии продуктов питания: теория и практика производства: МНПС. – Омск, 2010. – С. 329–331.

ГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел./факс: (3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

ФГОУ ВПО «Кемеровский государственный
сельскохозяйственный институт»,
650056, Россия, г. Кемерово, ул. Марковцева, 5.
Тел./факс: (3842) 73-43-75
e-mail: ksai@ksai.ru

SUMMARY

L.A. Ostroumov, R.A. Shakhmatov, M.G. Kurbanova

Investigation of seasonal changes in fractional composition of milk proteins

Fractional composition of milk proteins within a year has been studied. The data characterizing four fractions of casein (α_{s1} -casein, α_{s2} -casein, β -casein, κ -casein) and six fractions of whey proteins (β -lactoglobulin, α -lactalbumin, immunoglobulin, lactoferrin, serum albumin, proteose peptons) are presented.

Milk, casein, whey protein, protein fractions.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia
Phone/Fax: +7(3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

Kemerovo State Agricultural Institute
5, Markovtsev st., Kemerovo, 650056, Russia
Phone/Fax: +7(3842) 73-43-75
e-mail: ksai@ksai.ru

