

В.П. Емелин, А.В. Бокарев, И.Ю. Трифанов

## СОСТАВ И СВОЙСТВА МОЛОЧНО-БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ РАЗНЫМИ СПОСОБАМИ

В статье приводятся различные способы получения молочно-белковых концентратов, а также состав белков МБК в зависимости от способа их получения. Кроме этого определено содержание белков казеиновых фракций и сывороточных белков в полученных МБК.

Молочно-белковый концентрат, казеин, сывороточные белки, концентрирование, ультрафильтрация.

Белки молока, наряду с высокой биологической ценностью, обладают рядом важнейших функциональных свойств. Если учесть, что белки определяют поведение молока при получении разнообразных продуктов питания, правомочно предположить, что, целенаправленно воздействуя на белковую фазу, можно добиться такой модификации технологических и физико-химических свойств исходной системы, которые в дальнейшем будут обуславливать ее способность к формированию белковых молочных продуктов.

На первой стадии технологический процесс производства пастообразных молочных продуктов предусматривает получение молочно-белковых концентратов (МБК). При постановке опытов стремились в условиях традиционных для молочной промышленности технологических процессов получить МБК с максимальным различием фракционного состава белков. Схема экспериментов по проведению фракционирования и коагуляции белков приведена в табл. 1.

Условия образования сгустков существенно различаются: в первом случае ферментация происходит за счет внесенного ферментного препарата, во втором и третьем - за счет развития мезофильных микроорганизмов и накопления молочной кислоты вследствие утилизации ими лактозы и снятия с мицелл казеина поверхностного заряда, являющегося фактором коллоидной стабилизации белковой фазы молока. В третьем варианте дополнительно использовано мембранное концентрирование с целью использования сывороточных белков.

В результате варьирования параметров технологической обработки получены молочно-белковые концентраты, характеризующиеся специфическим составом и соотношением белков, отличных от содержащихся в молоке перед переработкой. В табл. 2 показан состав белков МБК и молока, из которого они получены.

Установлено, что способ концентрирования белков молока оказывает существенное влияние на соотношение основных фракций белков и общее содержание белковых веществ в молочно-белковых концентратах. Так, ферментация позволила увеличить массовую долю белковых веществ по сравнению с молоком в МБК-ФП в 5,1 раза, аналогичное увеличение для МБК-ММ и МБК-УФ составляет 4,7 и 3,7 раза, соответственно. Вероятно, увеличение массовой доли общего белка в МБК-ФП и МБК-ММ по сравнению с МБК-УФ на 28,7 и 22,2%

связано с особенностями мембранной фильтрации, а именно явлением концентрационной поляризации, протекающей на поверхности мембран и снижением эффективности процесса в результате существенного увеличения вязкости концентрата.

Таблица 1

Параметры получения МБК

Параметры технологического процесса	Способ получения МБК (кодировка)		
	коагуляция		ультрафильтрация (МБК-УФ)
	сычужная (МБК-ФП)	кислотная (МБК-ММ)	
Температура пастеризации, °С	72±2	72±2	95±2
Продолжительность пастеризации, с	19±2	19±2	300±15
Вид коагулянта	свиной пепсин	закваска молочнокислых стрептококков из <i>Lactococcus lactis</i> spb. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> spb. <i>lactis</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> spb. <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> spb. <i>lactis</i> biovar <i>diacetylactis</i>	
Доза коагулянта, %	0,0025	5,0	5,0
Температура коагуляции, °С	35±1	28±2	28±2
Продолжительность коагуляции, мин	39,5±0,5	660±17,5	710±24,0
Температура фракционирования, °С	60±1	55±2	52±2
Удельная производительность установки, $\frac{м^3}{м^2 \cdot ч}$	-	-	1,2

Таблица 2

Состав белков молока и полученных МБК

Массовая доля, %	Молоко	МБК-ФП	МБК-ММ	МБК-УФ
Общий белок	3,15±0,22	16,20±1,13	14,85±1,03	11,55±0,81
Казеины	2,46±0,17	15,12±1,08	13,52±0,92	9,51±0,67
Сывороточные белки	0,69±0,04	1,08±0,08	1,23±0,08	2,04±0,14

Более высокое (на 8,3%) количество белков в концентрате, полученном с использованием свиного пепсина, по отношению к аналогичному показателю, характеризующему МБК-ММ, можно объяснить переходом белковых азотистых веществ в небелковые формы азотистых соединений в результа-

те действия экзоферментов протеолитической направленности микрофлоры, трансформирующей белки молока в факторы роста для собственной жизнедеятельности, а также частичной пептизации в следствие увеличения кислотности при сквашивании молока.

На фоне самого низкого (из всех исследуемых образцов) содержания белка МБК-УФ отличаются наиболее близким к молоку соотношением казеинов и сывороточных белков. Так, если в используемом для концентрирования молоке на долю казеинов приходится 78,1% от всех содержащихся белков, то в МБК-ФП, МБК-ММ и МБК-УФ их доля составляет 93,3; 91,0 и 82,3%, соответственно.

Данный факт можно связать несколькими причинами: во-первых, при высокотемпературной обработке часть сывороточных белков денатурирует и осаждаются на мицеллах казеина, образуя устойчиво ассоциированные комплексы. Во-вторых, размер пор при ультрафильтрационной обработке обеспечивает некоторую селективность в отношении сорбции сывороточных белков. В-третьих, приведенные данные указывают на интактность биологических коагулянтов в отношении сывороточных белков и высокую избирательность действия на мицеллы казеина.

С целью подтверждения выдвинутых предположений провели серию экспериментов, позволяющих оценить изменение качественного и количественного соотношения казеинов (табл. 3 - 4) и сывороточных белков (табл. 5 - 6) в МБК.

Таблица 3

Содержание белков казеиновых фракций в молоке и полученных МБК

Фракция	Молоко	МБК-ФП	МБК-ММ	МБК-УФ
$\alpha_{s1}$ -фракция	0,82±0,04	4,08±0,19	3,57±0,18	2,44±0,16
$\alpha_{s2}$ -фракция	0,49±0,03	2,72±0,14	2,34±0,12	1,74±0,04
$\beta$ -фракция	0,53±0,03	3,00±0,14	2,74±0,14	1,80±0,09
$\gamma$ -казеин	0,47±0,02	0,77±0,04	0,95±0,05	0,40±0,02
$\chi$ -фракция	0,12±0,01	2,42±0,11	0,81±0,04	1,04±0,06
Неидентифицированные фракции казеинов	0,03±0,001	2,13±2,13	3,11±0,16	2,09±0,004

Таблица 4

Относительное содержание белков казеиновых фракций в молоке и полученных МБК

Фракция	Относительное содержание, %			
	Молоко	МБК-ФП	МБК-ММ	МБК-УФ
$\alpha_{s1}$ -фракция	33,3	27,0	26,4	25,7
$\alpha_{s2}$ -фракция	19,9	18,0	17,3	18,3
$\beta$ -фракция	21,6	19,8	20,3	18,9
$\gamma$ -казеин	19,1	5,1	7,0	4,2
$\chi$ -казеин	4,9	16,0	6,0	10,9
Минорные фракции казеинов	1,2	14,1	23,0	22,0

Показано, что в наибольшей степени в МБК содержатся белки  $\alpha_s$ - и  $\beta$ -фракций. В результате

технологической обработки практически все фракции казеинов трансформируются, обеспечивая увеличение доли неидентифицированных (минорных) белковых компонентов. Наибольшее их содержание отмечается в МБК-ММ (на уровне 23,0% от доли всех белков), что связано с использованием белковых веществ для обеспечения собственной жизнедеятельности микрофлоры, а наименьшим относительным содержанием характеризуется МБК-ФП вследствие достаточной высокой относительной специфичности свиного пепсина.

По относительному содержанию белков основные фракции казеина концентрируются примерно в равных долевых количествах, однако доля  $\gamma$ - и казеина в относительном содержании в МБК-ФП и МБК-ММ представлена значительно в меньших количествах. Этот факт можно предотвратить, используя мембранную фильтрацию. Минорные фракции также концентрируются при ультрафильтрации ферментированного молока (если оценивать относительно других фракций увеличение составило примерно в 18,0 раз). В этой связи можно прогнозировать высокую биологическую ценность концентратов, полученных ультрафильтрацией.

В значительной степени мембранное концентрирование способствует увеличению общего содержания сывороточных белков (в 1,4-4,7 раза). Следует констатировать, что высокотемпературная пастеризация также оказывает положительное влияние на концентрирование белков, переходящих в сыворотку при получении МБК (табл.5).

В наибольшей степени в белковые концентраты переходят те фракции сывороточных белков, которые значимо количественно представлены в молоке ( $\beta$ -лактоглобулин и  $\alpha$ -лактоальбумин).

Таблица 5

Содержание сывороточных белков в молоке и полученных МБК

Массовая доля, %	Молоко	МБК-ФП	МБК-ММ	МБК-УФ
$\beta$ -лактоглобулин	0,26±0,013	0,42±0,021	0,48±0,024	1,22±0,060
$\alpha$ -лактоальбумин	0,17±0,009	0,38±0,018	0,41±0,021	0,63±0,031
альбумин сыворотки крови	0,09±0,007	0,11±0,004	0,10±0,005	0,13±0,007
Неидентифицированные фракции сывороточных белков	0,17±0,009	0,17±0,009	0,24±0,011	0,08±0,005

Таблица 6

Относительное содержание сывороточных белков в молоке и полученных МБК

Фракция	Относительное содержание, %			
	Молоко	МБК-ФП	МБК-ММ	МБК-УФ
$\beta$ -лактоглобулин	37,7	38,9	39,1	59,8
$\alpha$ -лактоальбумин	24,6	35,2	33,3	30,9
альбумин сыворотки крови	13,1	10,2	8,1	6,4
Неидентифицированные фракции сывороточных белков	24,6	15,7	19,5	39,2

В целом можно констатировать, что технологические факторы позволяют получать МБК с различным составом, свойствами, пищевой и биологической ценностью. По предварительным данным они существенно отличаются по физико-

химическим показателям от творога, являющегося одним из основных видов сырья для производства ПМП. В этой связи принципиальным является оценка возможности их использования в технологии пастообразных молочных продуктов.

ООО «Павлыч», г. Барнаул

## **SUMMARY**

**V.P. Emelin, A.V. Bokarev, I.Y. Trifanov**

### **Structure and properties of the dairy-albuminous concentrates received in the different ways**

In clause various ways of reception of dairy-albuminous concentrates, and also structure of fibers МБК depending on a way of their reception are resulted. Except for it the maintenance of fibers казеиновых fractions and сывороточных fibers in received МБК is certain.

Dairy-albuminous concentrate, casein, сывороточные fibers, концентрирование, a ultrafiltration.