

## ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА СГУЩЕНИЯ ПОДСЫРНОЙ СЫВОРОТКИ НА ВЫХОД ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

С.Ю. Бузоверов, канд. с.-х. наук, доцент  
Алтайский государственный аграрный университет  
(Россия, г. Барнаул)

DOI:10.24411/2500-1000-2019-11385

**Аннотация.** Проведены исследования по изучению влияния процесса сгущения подсырной молочной сыворотки в вакуум-выпарной установке на выход и качество готовой продукции. Проведенные исследования показали, что переход белков в сгусток составил для натуральной сыворотки 32%, для сгущенной сыворотки, полученной методом обратного осмоса, – 36%, для сыворотки, сгущенной методом вакуумного выпаривания – 35%. В условиях проводимых экспериментов выход термокислотных сгустков для сгущенной сыворотки был практически одинаков как в случае сгущения с применением метода обратного осмоса, так и при сгущении вакуумным способом.

**Ключевые слова:** молочная промышленность, подсырная сыворотка, сгущение, вакуум-выпарная установка, микрофильтрация, ультрафильтрация.

Проблема дефицита молочного сырья в России и повышения эффективности молочной промышленности может быть решена за счет использования молочной сыворотки, ресурсы которой в нашей стране превышают 3,5 млн т в год. Переработка молочной сыворотки остается одной из главных проблем молочной промышленности.

Рациональное использование продуктов, получаемых из молочной сыворотки, является не менее актуальной и значимой проблемой, как и промышленная переработка. К сожалению, ей уделяется, в том числе переработчиками, потребителями и инвесторами, недостаточное внимание. Так, если в странах с высокоразвитой молочной промышленностью (США, Канада и др.) до 90% сыворотки идет на производство продуктов питания и кормовых средств, то в России только около 50% ее подвергается промышленной переработке.

Таким образом, задача полного использования молочной сыворотки остается нерешенной и требует внедрения в практику новых технических и технологических решений. Молочная промышленность имеет достаточные резервы сыворотки, что указывает на актуальность поиска новых способов ее переработки.

Молочная сыворотка является нормальным побочным продуктом при производ-

стве сыров, творога, казеина, молочно-белковых концентратов и может быть отнесена к вторичным сырьевым ресурсам молочного подкомплекса АПК.

**Целью исследований** послужило изучение влияния процесса сгущения подсырной молочной сыворотки в вакуум-выпарной установке на выход и качество готовой продукции.

Объектами исследования служили натуральная подсырная сыворотка, полученная при производстве сыра «Витязь», подсырная сыворотка, сгущенная до массовой доли сухих веществ 14,4% с использованием вакуум-выпарной установки и сыворотка, сгущенная методом обратного осмоса.

Опыты с натуральной подсырной сывороткой проводили на образцах сыворотки, отбираемой при выработке сыра «Витязь» на этапе обработки сырного зерна.

В процессе производства сыра после разрезки сгустка и обработки сырного зерна производится отлив сыворотки и последующее разбавление смеси пастеризованной водой. Количество отливаемой сыворотки составляет около 30% от количества смеси.

Отливаемая сыворотка перед проведением технологических опытов подвергалась исследованию. В таблице 1 приведены данные измерений основных показате-

лей. В дальнейшем приведённые усредненные показатели использовали для расчетов выходов сырной массы, полученной из натуральной сыворотки.

Образцы сыворотки, сгущенной методом обратного осмоса, отбирались от партий сыворотки, полученной при производстве сыров «Витязь», «Российский» и «Горный». Массовая доля сухих веществ в партиях сгущенной сыворотки была почти в 2,5 раза выше и находилась в пределах от 16,1 до 16,4%. Литературные данные [1,

2] говорят о возможности получения сгущенной сыворотки с массовой долей сухих веществ до 18,5%, однако практически в реальных производственных условиях экономически эффективным получается вариант выработки сыворотки с массовой долей сухих веществ (16,1±0,2)%. Повышение доли сухих веществ в сгущенной сыворотке приводит к увеличению продолжительности мойки и регенерации мембран и, в целом, к снижению производительности установки [3].

Таблица 1. Физико-химические показатели образцов подсырной сыворотки

Образец	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Массовая доля лактозы, %	Величина активной кислотности, ед. рН
1	6,96	0,06	0,66	5,03	5,97
2	6,68	0,12	0,71	4,71	6,08
3	6,82	0,08	0,65	5,01	6,12
4	6,56	0,13	0,85	4,80	6,11
5	6,74	0,11	0,71	5,01	6,08
6	6,78	0,13	0,93	4,80	6,16
7	6,53	0,08	0,75	4,77	6,10
8	6,89	0,12	0,81	4,68	6,06
9	6,58	0,13	0,85	4,72	6,12
10	6,51	0,08	0,70	4,63	6,21
11	6,84	0,11	0,76	4,88	6,07
12	6,46	0,09	0,85	4,76	6,08
13	6,78	0,07	0,68	4,71	6,05
14	6,54	0,11	0,93	4,94	6,08
15	6,84	0,09	0,69	4,74	6,09
16	6,55	0,08	0,86	4,99	6,17
17	6,85	0,12	0,88	4,80	6,12
18	6,68	0,08	0,73	4,95	6,07
19	6,66	0,12	0,83	4,93	6,06
20	6,83	0,09	0,74	4,80	6,14
21	6,64	0,13	0,78	4,63	6,23
Среднее	6,701	0,102	0,778	4,824	6,102
СКО	0,421	0,010	0,149	0,290	0,050

Результаты анализа образцов сыворотки, сгущенной на установке обратного осмоса, приведены в таблице 2.

Следует отметить значительно больший разброс величин доли лактозы по сравнению с массовой долей белка и, в целом, с массовой долей сухих веществ. Это, вероятно, вызвано различной продолжительно-

стью хранения сыворотки до момента начала сгущения, а также использованием сыворотки, собранной при выработке различных видов сыра. Об этом свидетельствует факт высокой корреляции между величинами активной кислотности и массовой долей лактозы. Коэффициент корреляции составил 0,89.

Таблица 2. Физико-химические показатели образцов сыворотки, сгущенной методом обратного осмоса

Образец	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Массовая доля лактозы, %	Величина активной кислотности, ед. рН
1	16,41	0,16	1,66	12,55	5,64
2	16,36	0,15	1,59	12,35	5,60
3	16,39	0,15	1,58	13,13	5,79
4	16,52	0,14	1,64	11,75	5,57
5	16,10	0,14	1,58	12,90	5,74
6	16,22	0,14	1,64	11,86	5,57
7	16,53	0,15	1,59	11,92	5,70
8	16,38	0,16	1,56	11,68	5,52
9	16,23	0,14	1,54	13,33	5,77
10	16,08	0,16	1,53	13,25	5,73
11	16,27	0,15	1,66	12,28	5,64
12	16,15	0,15	1,60	13,07	5,72
13	16,11	0,16	1,59	11,86	5,70
14	16,34	0,14	1,66	14,17	5,82
15	16,26	0,14	1,60	11,65	5,58
16	16,18	0,16	1,64	13,67	5,72
17	16,33	0,15	1,58	12,32	5,74
18	16,39	0,14	1,57	12,79	5,73
19	16,16	0,15	1,59	12,71	5,68
20	16,37	0,16	1,64	11,64	5,62
21	16,44	0,15	1,58	11,40	5,58
Среднее	16,296	0,149	1,601	12,490	5,674
СКО	0,338	0,001	0,029	10,339	0,128

Аналитическую зависимость между указанными параметрами можно выразить уравнением:

$$Y = 0,0894x + 4,557,$$

где: Y - величина активной кислотности, ед. рН;

X - массовая доля лактозы, %

Исследовали также свойства подсырной сыворотки, сгущенной на вакуум-выпарной установке. Сгущение проводили

на лабораторной установке, а также на вакуум-выпарной установке «Виганд – 4000» (табл. 3).

С целью получения соизмеримых результатов концентрированную сыворотку разбавляли до массовых долей сухого вещества, соответствующих сыворотке, полученной сгущением на ультрафильтрационной линии методом обратного осмоса.

Таблица 3. Физико-химические показатели образцов сыворотки, сгущенной на вакуум-выпарной установке

Образец	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Массовая доля лактозы, %	Величина активной кислотности, ед. рН
1	16,80	0,18	1,65	12,29	5,54
2	16,84	0,31	1,77	11,74	5,53
3	16,65	0,26	1,61	12,30	5,61
4	16,65	0,31	2,12	11,95	5,49
5	16,83	0,27	1,91	12,33	5,61
6	16,95	0,32	2,04	11,95	5,52
7	16,92	0,22	1,92	11,89	5,59
8	16,84	0,29	2,08	12,07	5,46
9	16,81	0,28	1,89	11,93	5,61
10	16,77	0,28	2,00	12,15	5,53
11	16,78	0,21	2,00	11,85	5,61
12	16,86	0,32	1,81	11,91	5,59
13	17,10	0,34	2,11	12,30	5,64
14	16,91	0,31	1,81	11,91	5,52
15	16,83	0,26	2,13	12,42	5,61
16	16,87	0,31	2,25	12,04	5,61
17	16,76	0,23	1,93	12,34	5,59
18	16,97	0,33	2,07	12,27	5,57
19	16,78	0,23	2,04	11,95	5,55
Среднее	16,826	0,273	1,965	12,066	5,567
СКО	0,214	0,048	0,519	0,781	0,051

Физико-химические свойства исходного сырья, использовавшегося для выработки опытных сгустков и сырной массы при

проведении экспериментов, приведены в таблице 4.

Таблица 4. Средние значения физико-химических показателей исходного сырья

Вид сыворотки	Массовая доля сухих веществ, %	Массовая доля жира, %	Массовая доля белка, %	Массовая доля лактозы, %	Величина активной кислотности, ед. рН
Натуральная подсырная	$6,7 \pm 0,4$	$0,1 \pm 0,05$	$0,78 \pm 0,4$	$4,82 \pm 0,8$	$6,1 \pm 0,3$
Вакуумного сгущения	$16,8 \pm 0,5$	$0,27 \pm 0,05$	$1,96 \pm 0,6$	$12,1 \pm 0,9$	$5,56 \pm 0,3$
Сгущения обратным осмосом	$16,3 \pm 0,5$	$0,15 \pm 0,06$	$1,6 \pm 0,6$	$12,5 \pm 1,1$	$5,67 \pm 0,2$

Подготовленное сырье в количестве  $(3000 \pm 5)$  г нагревали до температуры  $(87 \pm 0,5)$  °С и вносили необходимое количество 30%-го раствора молочной кислоты.

Требуемое количество молочной кислоты определяли предварительным титрованием образца подготовленной к свертыванию смеси. Для этого от смеси отбирали образец объемом 50 мл и подвергали его титрованию 30% раствором молочной кислоты до уровня рН =  $(5,0 \pm 0,1)$ . По результатам титрования рассчитывали необходимое для внесения в смесь количество молочной кислоты.

После образования сгустка с помощью лавсановой ткани его отделяли от сыворотки, после чего проводили самопрессование в перфорированной пластмассовой форме. По окончании отделения сыворотки проводили исследования полученных

сгустков. Исследовали величины массовой доли сухих веществ, выход по массе, массовые доли белка и жира, величину активной кислотности. В качестве контроля использовали параметры технологий продуктов, выработанных из натуральной сыворотки.

На первом этапе проводили сравнительные исследования выходов термокислотных сгустков из различных видов исходного сырья: натуральной подсырной сыворотки, и сыворотки, сгущенной методами вакуумной выпарки и обратного осмоса. Сыворотку подкисляли раствором молочной кислоты до уровня активной кислотности рН =  $(5,0 \pm 0,1)$ . Масса исходного сырья составляла  $(3000 \pm 5)$  г.

Результаты опытов, проведенных в трехкратной повторности при вышеописанных условиях, приведены в таблице 5.

Таблица 5. Характеристика сгустков, полученных из различных видов сыворотки

Наименование исходного сырья	№ опыта	Масса сгустков, г	Массовая доля влаги, %	Масса сухих веществ, г	Масса жира, г	Масса белка, г	Масса углеводов, г
Натуральная посырная сыворотка	1	33,67	70,10	10,07	0,75	7,28	1,72
	2	34,90	68,71	10,92	0,83	7,63	1,88
	3	32,67	71,30	10,33	0,79	7,37	1,79
Сыворотка сгущенная (обратный осмос)	1	74,90	71,57	21,47	0,66	17,21	2,15
	2	75,70	71,61	21,50	0,73	17,19	2,11
	3	76,10	71,63	21,61	0,75	17,22	2,13
Сыворотка сгущенная (вакуум)	1	77,00	72,38	21,25	0,72	16,72	2,21
	2	78,20	72,41	21,32	0,73	16,68	2,18
	3	76,70	72,44	21,17	0,74	16,70	2,20

### Выводы

Расчеты показывают, что при указанных условиях переход белков в сгусток составил для натуральной сыворотки 32%, для сгущенной сыворотки, полученной методом обратного осмоса, – 36%, для сыворотки, сгущенной методом вакуумного

выпаривания – 35%. В условиях проводимых экспериментов выход термокислотных сгустков для сгущенной сыворотки был практически одинаков как в случае сгущения с применением метода обратного осмоса, так и при сгущении вакуумным способом.

### Библиографический список

1. *Абрамян, Э.Г.* Упрощенный электрофорез сывороточных белков коровьего молока / Э.Г. Абрамян // Труды Ереванского зоотехнического института – 1996. – Вып. 28. – С. 5-8.
2. *Алле, У., Жолле, П., Кигер, Н.* Разрушение белков молока в процессе нагревания. Отщепление азотистых соединений и небелкового фосфора // XVII Международный конгресс по молочному делу. – М.: Пищ. пром-сть, 1991. – С. 130.
3. *Храмцов, А.Г.* Научно-технические основы биотехнологии молочных продуктов нового поколения: учеб. пособие / А.Г. Храмцов, Б.М. Синельников, И.А. Евдокимов и др. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2012. – 118 с.
4. *Липатов, Н.Н., Марьин, В.А., Фетисов, Е.А.* Мембранные методы разделения молока и молочных продуктов. – М., 2006. – 168 с.
5. *Бионанотехнология* / под ред. А.А. Баева. – М.: Наука, 1995. – 600 с.

### THE INFLUENCE OF THE CONDENSING PROCESS CHEESE WHEY THE YIELD OF FINISHED PRODUCTS

**S.Y. Buzoverov**, *Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*  
**Altai State Agricultural University**  
**(Russia, Barnaul)**

**Abstract.** *Researches on studying of influence of process of condensation of cheese whey in vacuum-evaporating installation on an output and quality of finished goods are carried out. Studies have shown that the transition of proteins in the clot was 32% for natural serum, for condensed serum obtained by reverse osmosis – 36%, for serum condensed by vacuum evaporation – 35%. Under the conditions of the experiments, the yield of thermal acid clots for condensed serum was almost the same both in the case of condensation using the reverse osmosis method and in the case of vacuum condensation.*

**Keywords:** *dairy industry, cheese whey, thickening, vacuum evaporation plant, microfiltration, ultrafiltration.*