

оксиданта // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 5 (55). – С. 72-75.

3. Мандро Н.М., Борозда А.В., Денисович Ю.Ю. Использование дигидрохверцетина в качестве натурального антиоксиданта // Технология и продукты здорового пита-

ния: матер. II Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2008. – С. 94-96.

4. Анискевич О.Н. Дигидрохверцетин в мясopерерабатывающей промышленности // Пищевая промышленность: наука и технология. – 2011. – № 3 (13). – С. 38-42.



УДК 637.1/.3.002.5:637.142.2

**А.А. Майоров,
С.Ю. Бузоверов,
Н.М. Сурай**

ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА СГУЩЕНИЯ ПОДСЫРНОЙ СЫВОРОТКИ НА ВАКУУМ-ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ВЫХОД ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Ключевые слова: молочная сыворотка, подсырная сыворотка, сгущение, микрофльтрация, ультрафльтрация, нанофльтрация, обратный осмос, вакуум-выпарная установка, электродиализ, сывороточные белки.

Введение

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

Результаты исследований

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 зер-

на производятся 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 показателей. 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 сгущённой 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 сгущённой сыворотке приводит к увеличению продолжительности

мойки и регенерации мембран и, в целом, к снижению производительности установки [3].

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 продолжительностью 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.

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).

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

ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

С целью получения соизмеримых результатов концентрированную сыворотку разбавляли до массовых долей сухого ве-

щества, соответствующих сыворотке, полученной сгущением на ультрафильтрационной линии методом обратного осмоса.

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

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

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±0,4	0,1±0,05	0,78±0,4	4,82±0,8	6,1±0,3
Вакуумного сгущения	16,8±0,5	0,27±0,05	1,96±0,6	12,1±0,9	5,56±0,3
Сгущения обратным осмосом	16,3±0,5	0,15±0,06	1,6±0,6	12,5±1,1	5,67±0,2

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 подсырная 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

Физико-химические свойства исходного сырья, использовавшегося для выработки опытных сгустков и сырной массы при проведении экспериментов, приведены в таблице 4.

Подготовленное сырье в количестве 3000±5 г нагревали до температуры 87±0,5°С и вносили необходимое количество 30%-ного 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%-ным раствором молочной кислоты до уровня рН = 5,0±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 исследование полученных сгустков: величину 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±0,1. Масса исходного сырья составляла 3000±5 г.

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

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 // Труды Ереванского зоотехнического института. – 1976. – 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, 1971. – С. 130.
3. Храмов А.Г., Синельников Б.М., Евдокимов И.А. и др. Научно-технические основы биотехнологии молочных продуктов нового поколения: учеб. пособие. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2002. – 118 с.