

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ОСНОВЕ ТЕРМОКИСЛОТНОЙ КОАГУЛЯЦИИ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА

Т.И. Шингарёва, М.А. Глушаков

Исследовано влияние процессов гомогенизации и посолки при производстве копреципитатов на их органолептические показатели. Обосновано оптимальное сочетание исследуемых технологических процессов, обеспечивающих получение копреципитатов высокого качества. Проанализировано влияние гомогенизации и посолки на выход готовой продукции и эффективность использования составных частей обезжиренного молока.

Введение

Термокислотная коагуляция (ТКК) обеспечивает выделение из молока наряду с казеином ещё и максимального количества сывороточных белков, богатых незаменимыми аминокислотами, что повышает биологическую ценность вырабатываемых данным способом белковых продуктов – копреципитатов. Однако в силу того, что термокислотный белковый сгусток имеет хлопьевидную структуру, копреципитаты имеют излишне плотную и даже крошливую консистенцию, ограничивающую возможность их непосредственного употребления в пищу. Причиной тому являются высокая температура и кислотность среды во время термокислотной коагуляции. Если же проводится ТКК обезжиренного молока (ОБМ), то плотность белковой структуры повышается ещё больше, так как пластифицирующая жировая фаза отсутствует, а содержащейся в продукте влаги недостаточно для обеспечения надлежащей эластичности консистенции. В этой связи, повышение массовой доли влаги (МДВ) в копреципитатах, выработанных из ОБМ, должно способствовать улучшению их консистенции.

Результаты исследований и их обсуждение

Известно, что в сыроделии для повышения водоудерживающей способности белков и массовой доли влаги в готовом продукте применяют частичную посолку сырного зерна поваренной солью (хлорид натрия), которая в водном растворе полностью диссоциирует с образованием высокогидратированных ионов Na^+ и Cl^- . Ионы концентрируются вокруг функциональных групп на поверхности белковых мицелл, увеличивая двойной электрический слой последних, то есть повышают водоудерживающую способность белковых мицелл. При этом снижается синергетическая активность белкового сгустка, и готовый продукт имеет большую влажность и более пластичную консистенцию [1, 2]. Исходя из вышеизложенного, в работе при получении копреципитатов из ОБМ представляло интерес исследование внесения поваренной соли на различных стадиях технологического процесса.

В производстве цельномолочной продукции известным технологическим процессом является гомогенизация, широко используемая для диспергирования и равномерного распределения жировой фазы в молочных смесях, а также изменения вязкости последних [3]. В то же время, высокое давление гомогенизации оказывает влияние не только на жировую фазу, но и вызывает частичную деструкцию белковых мицелл, в результате чего растёт удельная поверхность белковой фазы и количество гидратационно связанной белками влаги. При последующей коагуляции деструктурированные белки образуют пространственную структуру большего объёма, на единицу которого приходится меньше химических связей, формируемых между белковыми мицеллами и субмицеллами, и больше влаги. В результате предварительная гомогенизация молока снижает синергетическую активность белкового сгустка [4]. Из вышесказанного следует, что использование гомогенизации ОБМ с последующим проведением ТКК должно обеспечить получение готового продукта с большей влажностью и более пластичной консистенцией.

В силу того, что гомогенизация и посолка не являются взаимоисключающими технологи-

ческими приёмами, представляет интерес их совместное применение при получении копреципитатов, которое должно обеспечить дополнительное повышение МДВ в копреципитатах и улучшить их консистенцию. С учётом вышерассмотренных технологических процессов (гомогенизация, посолка, коагуляция и посолка) как возможных путей улучшения консистенции копреципитатов, полученных из ОБМ, были проведены исследования, схема организации которых представлена на рисунке 1.

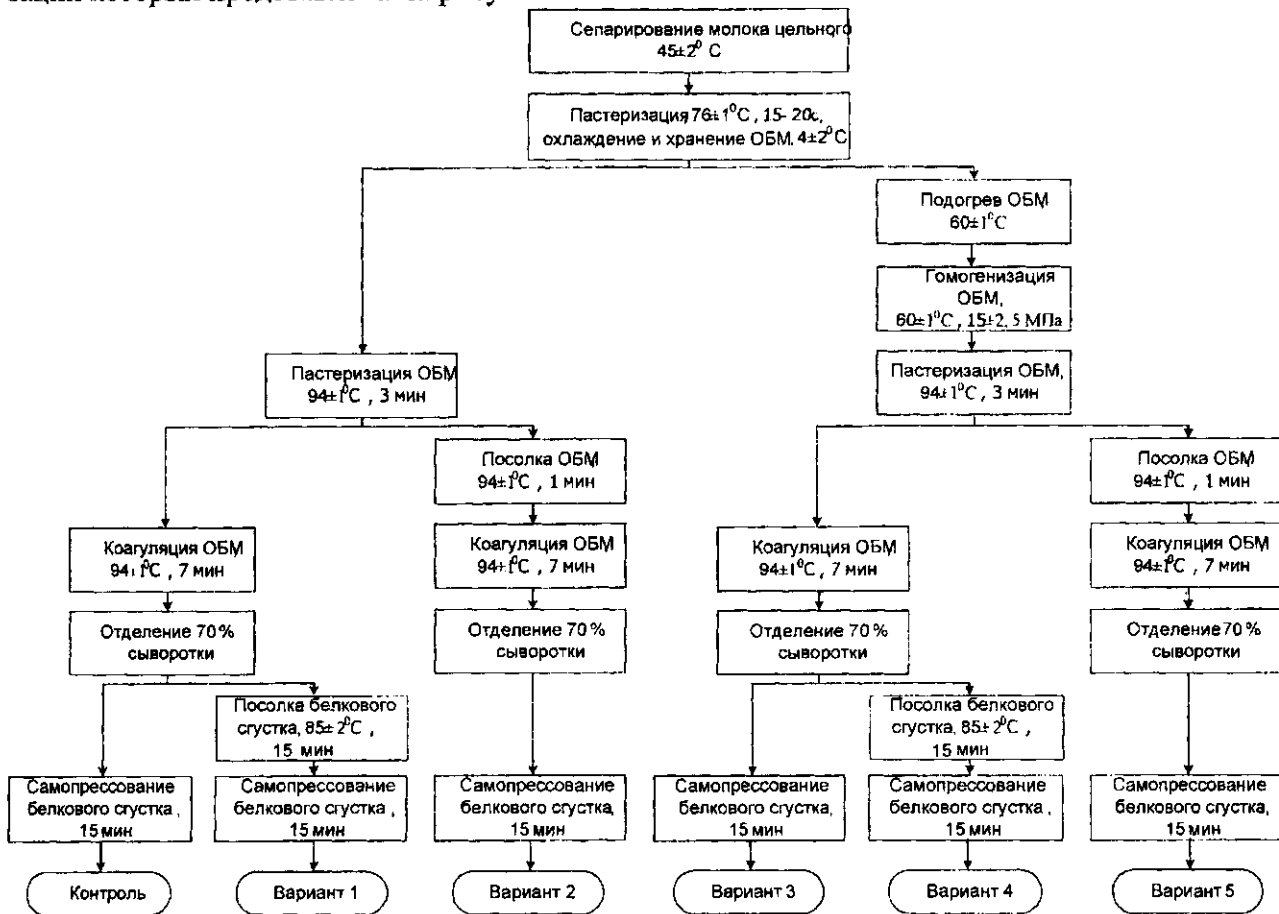


Рисунок 1 – Схема организации эксперимента

Исследования включали пять вариантов, отличающихся видами используемых технологических процессов: вариант №1 – внесение поваренной соли в белковый сгусток после отделения 70% (от массы ОБМ) сыворотки; вариант №2 – внесение поваренной соли в ОБМ после пастеризации перед этапом коагуляции; вариант №3 – гомогенизация ОБМ; вариант №4 – гомогенизация ОБМ и внесение поваренной соли в белковый сгусток после отделения 70% (от массы ОБМ) сыворотки; вариант №5 – гомогенизация ОБМ и внесение поваренной соли в ОБМ после пастеризации перед этапом коагуляции. Интенсивность прироста МДВ, а также органолептические показатели в полученных копреципитатах сравнивали с контролем, вырабатываемым из негомогенизированного ОБМ без проведения посолки.

В работе использовали ОБМ кислотностью 16–17⁰T, в качестве коагулянта применяли творожную сыворотку кислотностью 60–65⁰T, которую вносили в количестве 18–19% от массы ОБМ. Количество вносимой поваренной соли в вариантах 1, 2, 4, 5 составляло 600, 800, 1000 или 1200 г на 100 кг ОБМ.

Органолептические показатели полученных образцов оценивались по условной 10-балльной шкале. При этом максимальная балльная оценка по консистенции составляла 7 баллов, по вкусу – 3 балла. По вкусовым показателям скидку баллов продукции осуществляли при наличии следующих пороков: невыраженный или солёный – 1 балл, чрезмерно солёный – 2 балла. Скидка баллов по консистенции проводилась следующим образом: мажущаяся или излишне плотная – 1 балл, мучнистая – 2 балла, крупинчатая – 3 балла, крошливая или рези-

нистая – 4 балла.

Наряду с показателем МДВ и органолептической оценкой в работе определяли выход продукта и степень использования сухих веществ сырья (СИСВ). Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели копреципетатов

Показатель	Контроль	Вариант 1 (посолка белкового сгустка)				Вариант 2 (посолка ОБМ)			
		600	800	1000	1200	600	800	1000	1200
Кол-во вносимой поваренной соли, г/100кг ОБМ	0	600	800	1000	1200	600	800	1000	1200
Влага, %	71,42	72,71	73,00	73,19	73,31	73,32	73,48	73,74	74,06
ОП, баллы	5,8	7,5	8,7	8,3	7,9	7,6	8,4	9	9,6
консистенция	4,0	4,5	5,7	5,8	5,9	5,3	6,0	6,4	6,7
вкус	1,8	3,0	3,0	2,5	2,0	2,3	2,4	2,6	2,9
Выход, %	13,0	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9	13,9	13,8	13,7
СИСВ, %	42,06	42,02	41,94	41,89	41,76	42,02	41,86	41,21	40,38
Массовая доля соли в сыре, %	0,00	1,27	1,70	2,12	2,55	0,48	0,64	0,81	0,97
Кол-во вносимой поваренной соли, г/100кг ОБМ	0	600	800	1000	1200	600	800	1000	1200
Влага, %	72,16	73,48	73,79	74,10	74,27	74,20	74,28	74,40	74,58
ОП, баллы	8,1	8,7	9,9	9,3	8,5	7,8	8,9	9,1	9,2
консистенция	6,2	5,7	6,9	7,0	7,0	5,4	6,3	6,4	6,3
вкус	1,9	3,0	3,0	2,6	2,0	2,4	2,6	2,7	2,9
Выход, %	13,2	13,9	14,0	14,2	14,3	14,2	14,3	14,1	13,8
СИСВ, %	41,85	41,74	41,79	41,82	41,69	41,54	41,65	40,90	39,86
Массовая доля соли в сыре, %	0,00	1,27	1,70	2,13	2,55	0,49	0,65	0,82	0,98

Установлено, что использование гомогенизации ОБМ (вариант 3) вызывает повышение МДВ копреципетатов в сравнении с контролем на 0,74% (таблица 1). При проведении посолки в вариантах 1, 2 и внесении поваренной соли в количестве 600 г на 100 кг ОБМ эти образцы имеют МДВ соответственно 72,71% и 73,32%, против 71,42% (контроль). Таким образом, сравнение трёх используемых по отдельности технологических процессов показывает, что посолка поваренной солью, в особенности посолка ОБМ (вариант 2), в большей степени, чем гомогенизация, способствует повышению МДВ в получаемых продуктах.

Совместное использование гомогенизации и посолки (варианты 4, 5) обеспечивает, как показали исследования, дополнительный прирост МДВ в копреципетатах. Так, при внесении поваренной соли в количестве 600 г на 100 кг ОБМ в опытном образце варианта 4 МДВ в копреципетате составила 73,58%, а в варианте 5 – 74,30%, что выше по сравнению с образцами, выработанными с проведением только гомогенизации или посолки (варианты 1, 2, 3).

Как следует из экспериментальных данных, повышение количества вносимой поваренной соли (варианты 1, 2, 4, 5) также способствует повышению МДВ копреципетатов. Так, внесение поваренной соли из расчёта 1200 г на 100 кг ОБМ обеспечивает дополнительный прирост МДВ в копреципетатах в сравнении с 600 г: в варианте 1 на 0,60%, в варианте 2 на 0,74%, в варианте 4 на 0,79%, в варианте 5 на 0,38%. Это способствует повышению МДВ и формированию более пластичной, нежной консистенции получаемых копреципетатов. При этом зависимость изменения МДВ от количества внесённой поваренной соли близка к линейной (рисунок 2). Таким образом, исходя из результатов исследований, определяющим технологическим процессом, способствующим повышению МДВ в опытных копреципетатах, является гомогенизация. Проведение посолки оказывает на МДВ копреципетатов меньшее влияние, при этом с повышением количества вносимой поваренной соли в исследуемом диапазоне (600–1200 г на 100 кг ОБМ) вызывает минимальное изменение МДВ в копреципетатах в сторону увеличения. Следует отметить, что различные способы внесения поваренной соли (непосредственно в ОБМ или в белковый сгусток) определяют её концентрацию в копреципетатах и влияют на органолептические показатели последних. Так, в вариантах 1 и 4, где проводили посолку белкового сгустка, копреципетаты содержали 1,25–1,28% поваренной

соли при дозе её внесения 600 г на 100 кг ОБМ и 2,54–2,56% при дозе внесения 1200 г поваренной соли. При использовании этих же количеств поваренной соли для посолки ОБМ (варианты 2 и 5) содержание поваренной соли в копрецептатах составляло, соответственно, 0,48–0,49% и 0,87–0,98%. По результатам органолептической оценки все опытные образцы копрецептатов получили большее количество баллов, чем контроль, у которого была отмечена крошливая, излишне плотная консистенция и невыраженный вкус (таблица 1). При этом сравнении эффективности использования гомогенизации и посолки выявило разнонаправленную тенденцию: опытные образцы, выработанные с использованием только гомогенизации (вариант 3) имели лучшую консистенцию, чем образцы, выработанные с проведением посолки белкового сгустка (вариант 1), однако несколько уступали образцам, выработанным с проведением посолки ОБМ (вариант 2) при внесении поваренной соли в количестве 1000, 1200 г на 100 кг ОБМ. Установлено, что при применении посолки в опытных образцах (варианты 1, 2, 4, 5) характер изменения органолептических показателей зависит как от количества внесённой поваренной соли, так и от этапа внесения поваренной соли. Так, при посолке белкового сгустка (варианты 1 и 4) увеличение количества поваренной соли от 600 г до 800 г на 100 кг ОБМ повышает органолептические показатели копрецептатов в среднем на 1,0 балл за счёт улучшения консистенции. В то же время увеличение количества поваренной соли до 1200 г вызывает снижение органолептических показателей готового продукта в среднем на 0,8 балла, что связано с появлением излишне солёного вкуса (концентрация поваренной соли в копрецептате – 2,55%).

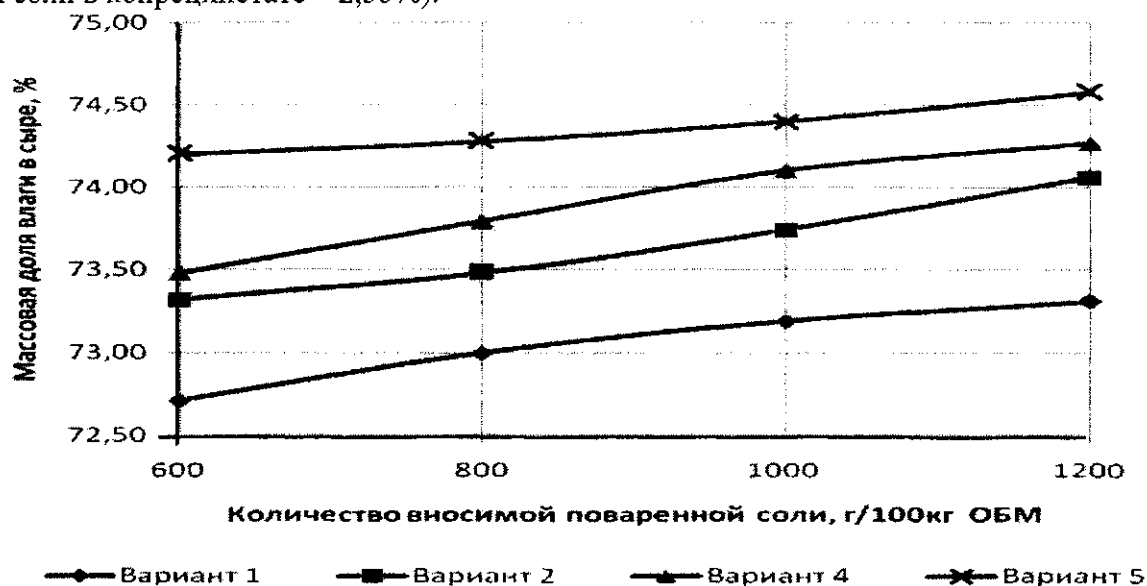


Рисунок 2 – Влияние гомогенизации и различных способов посолки на МДВ в копрецептате

При использовании посолки исходного ОБМ (варианты 2 и 5) увеличение количества поваренной соли во всём исследуемом диапазоне способствует улучшению органолептических показателей (как консистенции, так и вкуса) опытных образцов. При этом лучшую оценку получили опытные образцы варианта 2, в которых наряду с повышением пластичности улучшалась и формоустойчивость, в то время как в варианте 5 внесение поваренной соли 1000, 1200 г на 100 кг ОБМ способствовало появлению мажущейся консистенции.

Следует отметить, что более высокие органолептические показатели независимо от количества вносимой поваренной соли имели опытные образцы варианта 4 (от 8,7 до 9,9 баллов), при выработке которых поваренную соль вносили в белковый сгусток, полученный из гомогенизированного ОБМ.

Известно, что наряду с органолептическими показателями важным критерием является выход продукта. В проведенных исследованиях для всех опытных образцов отмечено повышение выхода в сравнении с контролем (таблица 1). При этом установлено, что посолка бел-

кового сгустка (вариант 1) и исходного ОБМ (вариант 2) уже при внесении поваренной соли из расчёта 600 г на 100 кг ОБМ обеспечивают прирост выхода в сравнении с контролем на 0,6 и 0,9% соответственно. В то же время использование гомогенизации ОБМ (вариант 3) повышает выход копреципитата только на 0,3%.

Дополнительный прирост выхода копреципитатов обеспечивает совместное использование гомогенизации и посолки ОБМ (вариант 5) или гомогенизации ОБМ и посолки белкового сгустка (вариант 4), который при внесении поваренной соли из расчёта 600 г на 100 кг ОБМ составляет в сравнении с контролем 0,9% (вариант 4) и 1,22% (вариант 5).

В ходе исследований установлено, что при посолке белкового сгустка (варианты 1 и 4) увеличение количества поваренной соли способствует увеличению выхода копреципитатов. Однако при внесении поваренной соли в ОБМ (варианты 2 и 5) наблюдается непропорциональная зависимость выхода от количества вносимой поваренной соли (рисунок 3). При этом максимальный выход отмечен при внесении в ОБМ поваренной соли из расчёта 800 г на 100 кг ОБМ и составляет 13,9% (вариант 2) и 14,3% (вариант 5), а увеличение количества поваренной соли (1000, 1200 г) приводит к снижению выхода копреципитатов.

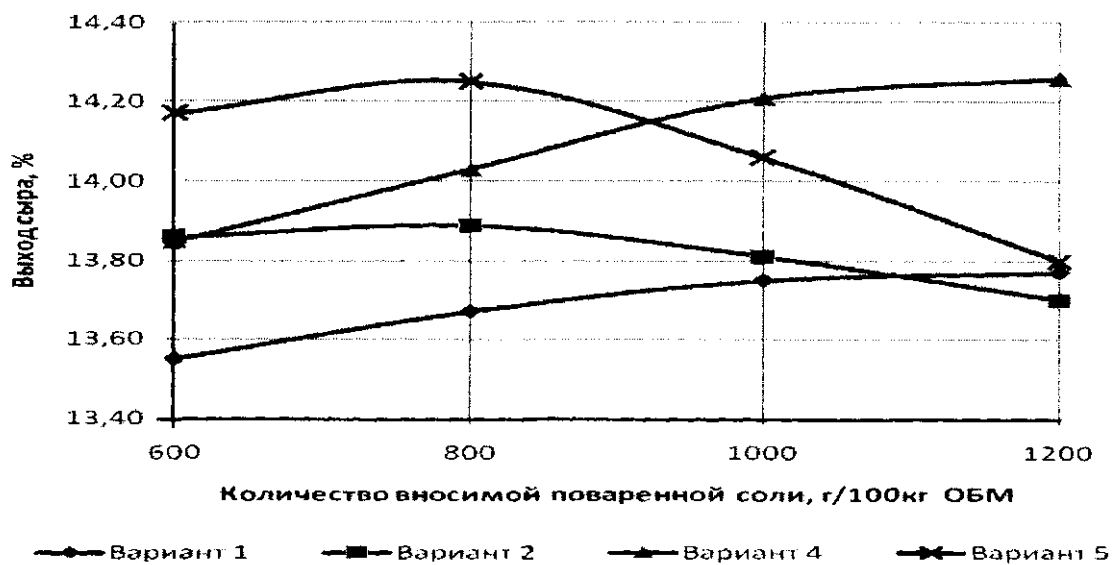


Рисунок 3 – Влияние гомогенизации и различных способов посолки на выход продукта

Технологическая эффективность производства определяется степенью использования составных частей сырья. Поэтому, чем выше СИСВ в конкретном способе получения продукции, тем он приоритетнее. Анализ показателя СИСВ в контроле и исследуемых опытных образцах позволил установить, что максимальное значение данного показателя характерно для контроля и опытных образцов, выработанных из негомогенизированного ОБМ (варианты 1 и 2) при дозе внесения поваренной соли 600 г на 100 кг ОБМ (таблица 1). Использование гомогенизации ОБМ (вариант 3) приводит к снижению СИСВ. Так, в сравнении с контролем в варианте 3 данный показатель ниже на 0,21% и составляет 41,85%. Установлено, что совместное использование гомогенизации ОБМ и различных способов внесения поваренной соли (варианты 4 и 5) также незначительно снижает СИСВ.

Количество вносимой поваренной соли, как показали исследования, в различной степени оказывает влияние на СИСВ (рисунок 4). Так СИСВ в вариантах 2 и 5 при внесении поваренной соли в количестве 600–800 г на 100 кг ОБМ СИСВ практически не изменяется и составляет в среднем соответственно 41,90% и 41,54%. Однако повышение дозы внесения поваренной соли более 800 г вызывает существенное снижение СИСВ, в среднем на 1,60–1,70%. Последнее обусловлено формированием излишне мягких сгустков, при обработке которых наблюдалось чрезмерное дробление структуры с образованием белковой пыли.

На основании полученных результатов установлено, что высокий показатель СИСВ достигается в опытных образцах, выработанных из гомогенизированного ОБМ при внесении

поваренной соли в белковый сгусток (вариант 4). При этом количество вносимой поваренной соли принципиального влияния на данный показатель не оказывает.

На наш взгляд, различное влияние способов внесения поваренной соли на СИСВ в исследуемых опытных образцах связано со свойствами и состоянием молочных белков на момент посолки. Так, если проводится посолка исходного ОБМ (вариант 2), то из высокогидратированных ионов натрия и хлора между белковыми мицеллами образуется буферная зона, которая препятствует сближению и агрегации мицелл. Образующиеся при этом белковые сгустки имеют повышенную водоудерживающую способность и более низкую прочность [4]. В случае, когда производится посолка сформированного белкового сгустка (вариант 1) и его структура уже сформирована и химические связи установлены между его составными частями. При этом поваренная соль действует преимущественно на белки, расположенные на поверхности белкового сгустка. В результате не происходит существенного повышения МДВ в его внутренних слоях, однако при этом прочность белкового сгустка остаётся достаточно высокой, поэтому переход сухих веществ в сыворотку минимален.

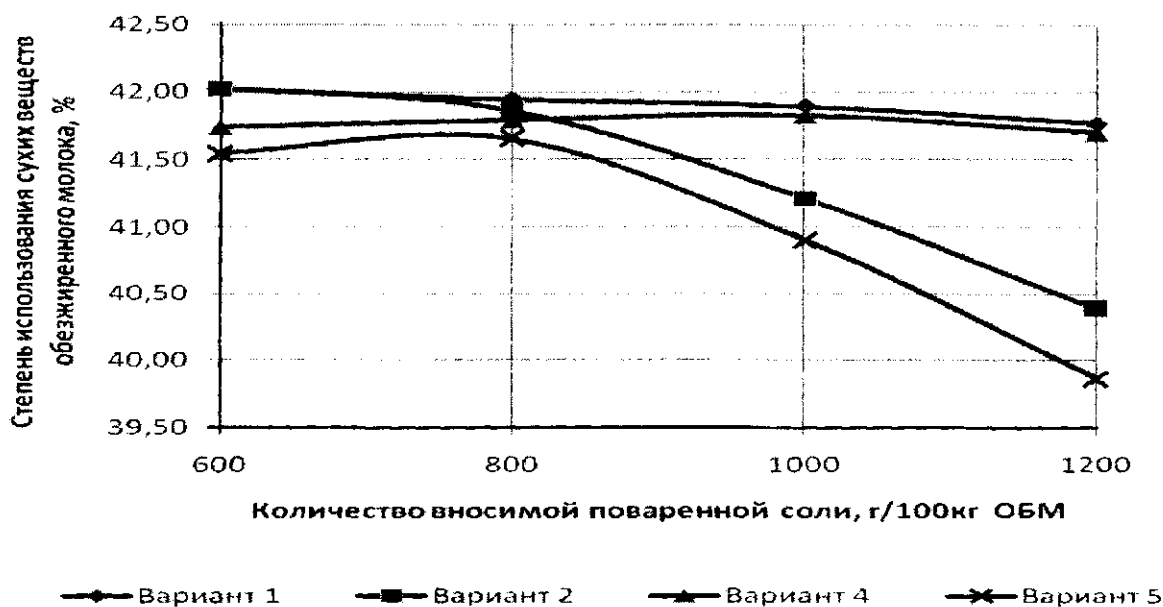


Рисунок 4 – Влияние гомогенизации и различных способов посолки на степень использования сухих веществ ОБМ

Заключение

Показано, что при получении копреципитатов применение отдельных процессов гомогенизации обезжиренного молока, посолки обезжиренного молока, посолки белкового сгустка, так и комбинации данных процессов гомогенизации и посолки обезжиренного молока, гомогенизации обезжиренного молока и посолки белкового сгустка способствует повышению массовой доли влаги в продукции и улучшает её органолептические показатели. Установлено, что лучшие органолептические показатели копреципитатов наряду с высокой эффективностью технологического процесса обеспечивают совместное использование гомогенизации обезжиренного молока и посолки белкового сгустка.

Литература

- 1 Горбатова, К.К. Химия и физика молока: учебник для вузов / К.К. Горбатова. - СПб.: ГИОРД, 2003. – 288 с.
- 2 Воюцкий, С.С. Курс коллоидной химии / С.С. Воюцкий. – М.: Химия, 1976. – 512 с.
- 3 Крусь, Г.Н. Технология молока и молочных продуктов: Учебник для вузов / Г.Н. Крусь, А.Г. Храмов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: Колос, 2004. – 455 с.
- 4 Гудков, С.А. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под редакцией С.А. Гудкова – М.: ДеЛи принт, 2003. – 627 с.

Поступила в редакцию 16.10.2008