

Зенина Дарья Вячеславовна, с.н.с., к.т.н.

ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (Россия, Москва)

ВЛИЯНИЕ ГОМОГЕНИЗАЦИИ НА СТЕПЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ МОЛОКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТВОРОГА

Аннотация. Рассмотрены вопросы применения гомогенизации при производстве творога. Представлены данные исследования влияния гомогенизации на степень использования составных частей молока в твороге. Определено предельное значение давления гомогенизации молока при производстве творога 10 МПа, способствующее уменьшению потерь жира и белка с сывороткой.

Ключевые слова: творог, гомогенизация, степень использования, жир, белок.

Zenina Darya Vyacheslavovna, senior researcher, Ph.D.

All-Russian Dairy Research Institute (Russia, Moscow)

THE EFFECT OF HOMOGENIZATION ON MILK COMPONENTS USAGE IN QUARK PRODUCTION

Abstract. The usage of homogenization in quark production has been considered. The data of the investigations covering the effect of homogenization on milk components utilization in quark are presented. The limiting value of milk homogenization pressure in quark production – 10 MPa contributing to reduction of fat and protein with whey losses were determined.

Key words: quark, homogenization, utilization factor, fat, protein.

Гомогенизация молока является одной из основных технологических операций при производстве цельномолочных продуктов (питьевое молоко, кисломолочные напитки, сметана), применяющейся с целью улучшения таких функционально-технологических свойств сырья как жиро- и влагоудерживающая способность.

Повышению устойчивости гомогенизированного молока (сливок) к отстаиванию жира способствуют три фактора: уменьшение среднего диаметра жировых шариков и как следствие скорости их отстаивания и степени кластеризации; уменьшение широты распределения жировых шариков по размеру и увеличение плотности глобул вследствие адсорбции белка на их поверхности.

Степень выраженности вышеуказанных эффектов зависит от применяемых режимов гомогенизации.

При гомогенизации увеличивается общая площадь поверхности жировой фазы. Оболочечных веществ молока недостаточно для покрытия поверхности вновь образовавшихся жировых шариков. Поэтому состав оболочек жировых шариков гомогенизированного молока имеет свои отличия. Исследования оболочечного белка не гомогенизированного молока показывают наличие одного белкового глобулиноподобного компонента, тогда как в оболочке жировых шариков гомогенизированного молока обнаруживается, по большей части, казеин, в меньшем количестве – α -лактоальбумин и измененный лактоглобулин. Таким образом, часть белков из плазмы молока адсорбируется на поверхности жировых шариков. Во время гомогенизации меняется не только состав, но и физические свойства оболочек жировых шариков: жировые шарики гомогенизированного молока можно рассматривать как своеобразные комплексы белок-жир по свойствам, приближающимся к крупным казеиновым мицеллам (В.В.Вайткус). Белковые вещества оболочек жировых шариков включаются в структурообразование кисломолочного сгустка. Жировые шарики служат как бы узлами структурной сетки сгустка и повышают ее прочность (И.Н.Влодавец, Г.Н.Гранат). При этом снижается отделение сыворотки при хранении кисломолочных продуктов, вязкость увеличивается в 1,5-2 раза (В.П.Любинская, С.К.Урбене) [1].

Основным процессом при изготовлении творога является процесс отделения сыворотки от молочно-белкового сгустка, поэтому при производстве творога гомогенизация традиционно применяется в отдельных случаях (например, при использовании восстановленного молока).

В тоже время в международной практике известно применение гомогенизации при производстве некоторых видов сыров, например, мягких сыров типа «Фета» с целью достижения следующих эффектов:

- уменьшение степени агрегации частиц казеина;
- уменьшение синерезиса;
- образование сгустка с более тонкой структурой;
- увеличение тиксотропной способности и устойчивости сгустка к разрушению (резке);
- получение продукта с мягкой, эластичной текстурой;
- получение сгустка более белого цвета, вследствие отсутствия свободного жира;
- увеличение степени использования жира;
- увеличение выхода продукта благодаря повышению степени использования сухих веществ и влагоудерживающей способности.

При этом негативные эффекты, связанные с уменьшением скорости отделения сыворотки и прочности сгустка, компенсируются более высокими дозами кальция и сычужного фермента [2].

Одной из причин, снижающих эффективность производства творога традиционным способом, является большая продолжительность производственного цикла его выработки. Это объясняется тем, что существующая технология основана на использовании длительного процесса

молочнокислого брожения. Творожный сгусток образуется в течение 6-10 часов, что составляет примерно 35 % от общей продолжительности производственного цикла выработки творога. Процесс прессования сгустка составляет 2-3 часа или 20 % от общего времени. Процесс образования сгустка затягивается вследствие медленного развития молочнокислого брожения, а соответственно и замедленного накопления молочной кислоты, под действием которой происходит свертывание и образование сгустка [3,4].

Большая длительность и трудоемкость процесса, характерные для традиционного способа изготовления творога, в современных условиях не отвечают интересам производителей [5,6].

За последние годы возник ряд новых направлений в разработке технологических процессов получения молочно-белковых сгустков при производстве творога [7,8]. Создание поточных способов производства позволяет значительно сократить продолжительность процесса в целом, механизировать и автоматизировать основные технологические операции. Современные решения для производства традиционного творога предлагает научно-производственное предприятие «Молочные Машины Русских». Созданная им технологическая линия за счет использования каскада из нескольких аппаратов позволяет обеспечить поточность основных технологических операций. Появилась возможность автоматизировать процесс получения творога традиционным способом в небольших аппаратах.

Некоторые западные компании такие как «Alpma Alpenland Maschinenbau ГмбХ» (Германия), «Obram Sp. z o. o.» и «Tewes-Bis Sp. z o. o.» (Польша), «DONIDO machine industry AD» (Болгария) и другие предлагают для выработки творога модифицированные линии производства сыра. Основным преимуществом такого оборудования следует считать возможность увеличения срока годности продукта и практически полную механизацию процесса производства.

Как известно, при производстве сыра после получения сырного зерна следует процесс формования и прессования. Использование заимствованного оборудования для прессования, формования молочно-белкового коагулята, центробежных отделителей сыворотки и т.п. с целью интенсификации процесса производства творога существенно изменяет потребительские качества конечного продукта. Предлагаемое оборудование более приемлемо для производства творога зерненого, который является самостоятельным молочным продуктом.

Обязательной операцией технологического процесса на вышеуказанных линиях является гомогенизация.

При производстве творога часть составных компонентов молока переходит в сыворотку, причем степень перехода определяется главным образом размером частиц (таблица 1).

Степень использования сухих веществ молока характеризует коэффициент использования молока $K_{и}$, определяемый из отношения количества того или иного компонента в твороге к количеству его в молоке:

$$K_{и} = M_{\text{опт}} / M_{\text{р}} ,$$

где $M_{\text{опт}}$ – оптимальное количество молока, необходимое на производство 1 кг творога, кг; $M_{\text{р}}$ – фактическое количество молока, израсходованное на производство 1 кг творога, кг.

Таблица 1 – Степень перехода компонентов молока в молочную сыворотку

Компоненты молока	Размер частиц, нм	Степень перехода компонентов в молочную сыворотку, %
Молочный жир	2000-5000	7,7
Белки:		
казеин	100-200	22,5
сывороточные	15-50	95,0
Лактоза	1,0-1,5	96,2
Минеральные соли	0,2-2,0	81,1
Сухие вещества	-	49,9

При оптимальных условиях ведения процесса $K_{и}$ должен приближаться к единице. При значительном отклонении $K_{и}$ от единицы необходимо изменять или направлять технологический процесс таким образом, чтобы добиться наилучшего использования составных частей молока и соответственно повышения выхода творога.

Выход творога в значительной степени зависит от состава и свойств перерабатываемого молока. Основными факторами при этом являются соотношение между белком и жиром, размер жировых шариков, коллоидное состояние белковой фракции. Кроме того, степень использования составных частей молока и выход продукта зависят от ряда технологических факторов: продолжительности свертывания молока, прочности и удельной поверхности сгустка, режима обработки сгустка. Правильное управление этими факторами дает положительные результаты и повышает коэффициент использования составных частей молока.

Были проведены исследования с целью изучения влияния гомогенизации на степень использования составных частей молока при производстве творога (таблица 2).

Анализ полученных данных показал, что отход жира в сыворотку, а, следовательно, степень его использования при выработке творога из гомогенизированного молока уменьшается обратно пропорционально давлению гомогенизации.

Повышение степени использования жира при выработке творога из гомогенизированного молока связано с увеличением дисперсности жировой фазы, отсутствием свободного жира, а также с изменениями в составе оболочек жировых шариков.

Таблица 2 – Химический состав творога и сыворотки в зависимости от давления гомогенизации

Давление гомогенизации, МПа	Физико-химические показатели					Степень использования, %	
	массовая доля, %					жира	сухих веществ
	жира	сухих веществ	жира	белка	сухих веществ		
творога		сыворотки					
контроль	18,2±0,22	35,8±0,24	0,24	0,64	6,60	94,20	52,50
5	18,1±0,15	35,5±0,20	0,14	0,58	6,50	96,60	53,20
10	18,1±0,17	35,2±0,15	0,10	0,52	6,45	97,80	53,83
15	18,1±0,30	35,1±0,19	0,09	0,54	6,52	97,94	53,58

Примечание. Физико-химические показатели исходного молока: массовая доля жира – 3,4%; массовая доля сухих веществ – 11,6%; массовая доля белка 3,18%

Относительно потерь белка с сывороткой можно отметить, что они уменьшаются в интервале давления до 10 МПа, а при повышении давления до 15 МПа происходит некоторое увеличение потерь белка.

Повышение степени использования белка может происходить за счет некоторого увеличения перехода в творожную массу сывороточных белков, которые участвуют в формировании оболочек жировых шариков при гомогенизации молока. Кроме того, на снижение потерь белка в некоторой степени влияет и повышение степени использования жира, так как вместе с жиром в творог переходит и его белковые оболочки.

С увеличением давления гомогенизации до 15 МПа наблюдается небольшое повышение потерь белка с сывороткой, а соответственно снижается степень его использования. Это обусловлено тем, что при обработке такого сгустка в сыворотку отходит большое количество белковой пыли.

Белковая структура сгустка из гомогенизированного молока, по-видимому, образована связями преобладающего коагуляционного характера, обладающими большей влагоудерживающей способностью, вязкостью и тиксотропностью. В процессе прессования сгустка, полученного из гомогенизированного молока при давлении выше 15 МПа, уменьшается интенсивность выделения сыворотки, что обусловлено более мелкодисперсной, тонкой структурой сгустка. При этом ухудшается способность к самопрессованию, а увеличение давления прессования для ускорения обезвоживания возможно только до определенной степени, т.к. при отсутствии выраженной сети капилляров в исходном сгустке или их нарушении механическое воздействие становится неэффективным. Дальнейшее повышение нагрузки не приводит к увеличению скорости фильтрации и не позволяет получить текстуру, свойственную традиционному продукту. Творог из гомогенизированного молока приобретает мажущую консистенцию. В результате получить продукт со стандартным содержанием влаги становится проблематичным. Кроме того, замедление синерезиса при недостаточно

быстром охлаждении неизбежно будет способствовать дальнейшему развитию заквасочных, а также контаминантных термоустойчивых микроорганизмов и излишней кислотности продукта. Таким образом, применение давления гомогенизации молока более 15 МПа при производстве творога нецелесообразно.

Вывод. Вследствие вышеуказанных причин применение гомогенизации рекомендуется при кислотно-сычужном способе производства, выработке творога из восстановленного молока, на механизированных линиях. При этом давление гомогенизации молока не должно превышать 10 МПа.

Список литературы

1. Горбатова К.К., Гунькова П.И. Химия и физика молока и молочных продуктов; под общ. ред. К.К. Горбатовой. СПб.: ГИОРД, 2012. 336 с.
2. Nair M.G., Mistry V.V., Oommen B.S. Yield and functionality of cheddar cheese as influenced by homogenization of cream // International dairy journal. 2000. V.10, № 9. С. 647-657.
3. Харламова Е.В., Сташков С.И. Обследование технологического процесса производства творога как объекта управления показателями качества // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. 2012. № 14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obsledovanie-tehnologicheskogo-protsessa-proizvodstva-tvoroga-kak-obekta-upravleniya-pokazatelyami-kachestva> (дата обращения: 11.04. 2020).
4. Каледина М.В. Исследование технологических параметров производства крем-сыра «Каймак» // Вестник КрасГАУ. 2016. № 11. С. 72-77.
5. Бурыкин А.И. О физической модели процесса гомогенизации // Молочная промышленность. 2012. № 2. С. 30-32.
6. Бурыкин А.И. Некоторые расчеты к физической модели процесса гомогенизации // Молочная промышленность. 2012. № 3. С. 18-19.
7. Будрик В.Г., Фриденберг Г.В., Агаркова Е.Ю., Гусев Е.М., Новиков Г.С., Березкина К.А. Оборудование для измельчения и диспергирования при производстве творожных продуктов // Молочная промышленность. 2012. № 7. С. 31-35.
8. Асафов В.А., Фоломеева О.Г., Ершова М.В. Способ получения творожного продукта // Патент на изобретение RU 2143204 С1, 27.12.1999. Заявка № 99111967/13 от 15.06.1999.