

Д-р техн. наук С. С. Гуляев-Зайцев, С. И. Кимачинский, С. А. Нарижный
Технологический институт молока и мяса, Киев

УДК 664.3.033

Получение устойчивых жировых эмульсий при производстве спредов: технология и оборудование

Недостаточное количество современного и эффективного оборудования для получения агрегативно-устойчивых дисперсий жиров сдерживает развитие производства спредов, новых видов легких маргаринов и других продуктов с комбинированной жировой основой. При изготовлении таких продуктов одна из важнейших технологических операций — эмульгирование жира — получение технологически стойких дисперсных систем. Устойчивость таких эмульсий в значительной степени влияет на характер последующих технологических процессов и в итоге — на качество готовых продуктов [9].

В последние годы для диспергирования жировой фазы применяли самые разнообразные эмульгирующие устройства: гомогенизаторы, эмульсоры, центробежные насосы и др. [2, 3, 7, 8, 10]. Исследования, проведенные в институте [1, 4–6], показали, что для эмульгирования жиров целесообразно использовать роторные устройства. Однако процесс получения эмульсий необходимой технологической устойчивости с их применением фактически не изучен.

Исследование технологических и энергетических параметров получения жировых эмульсий, а также оценка их влияния на стойкость дисперсных систем проведены на экспериментальной установке на базе эмульсора Я5-ОЕА. В данной установке эмульсор дооснащен системой автоматизации, что дает возможность на качественно новом уровне исследовать влияние энергетических параметров на стойкость дисперсных систем.

Исследования в лабораторных условиях проведены на эмульсиях с концентрацией жировой фазы 35 %. Для их получения использовали восстановленное сухое обезжиренное молоко, а в качестве

жировой фазы — ЗМЖ «Олмикс 100 АК», «Феттимилк 02АК» и «Деликон ЗТЛ № 1». Кроме того, проведена серия опытов с использованием молочного жира.

В ходе исследований использовали эмульгаторы: моноглицериды дистиллированные (МГД) и соевый лецитин (в соотношении 3:1), которые вводили в жировую фазу эмульсии при 65 и 50 °С соответственно.

Эмульсии оценивали по таким параметрам, как степень дестабилизации (методом Фавстовой), стойкость (методом определения устойчивости жировой суспензоэмульсии с модифицированной жировой фазой за самостоятельным отстаиванием жира) и степень дисперсности жировой фазы (методом микроскопирования). В качестве эталона взяты показатели натуральных сливок соответствующей жирности. Повторность опытов при этом была 3–4-кратная.

В результате исследований, проведенных в лабораторных и промышленных условиях, получены данные о закономерностях формирования жировых эмульсий, на основании которых можно сделать следующие выводы:

- процесс эмульгирования жиров в молочной плазме с помощью эмульсора роторного типа носит циклический характер. После получения дисперсии со средним размером жировых шариков (ЖШ) меньше 4 мкм попеременно происходят процессы диспергирования и агрегации ЖШ, сопровождающиеся соответственно повышением и снижением стабильности эмульсии;

- по мере повышения концентрации поверхностно-активных веществ (ПАВ) сокращается продолжительность обработки молочно-жировой смеси, необходимой для получения устойчивой эмульсии. Однако переизбыток эмульгатора не повышает, а в некоторых случаях снижает стойкость эмульсий. Оп-

тимальная концентрация ПАВ, обеспечивающая стойкость жировых эмульсий 35 %-ной жирности с помощью устройства роторного типа в течение 1–1,25 мин диспергирования, составляет 0,6 % (МГД+лецитин в соотношении 3:1);

- использование в качестве жировой фазы разного рода жиров значительного влияния на процессы эмульгирования не оказывает как по эффективности диспергирования, так и оптимальной продолжительности обработки;

- повышение концентрации жировой фазы в смеси замедляет процесс формирования эмульсии типа жир в воде, так как при этом возрастают степень ее дестабилизации и соответственно оптимальная длительность эмульгирования. Вследствие этого, а также по причине повышения вязкости эмульсий при увеличении их жирности увеличиваются затраты мощности и энергии на эмульгирование, которые возрастают по мере повышения жирности эмульсий с 3,5 до 35 % примерно в 1,6 раза;

- оптимальные параметры получения эмульсий жирностью 35 % (с дисперсностью и стабильностью, близкой к натуральным сливкам) в роторно-вихревом эмульгирующем устройстве независимо от вида используемой жировой фазы при концентрации ПАВ 0,6 % следующие: температура эмульгирования — 50–70 °С, без вакуумирования, мощность обработки — 155–220 Вт при скорости ротора эмульгирующего устройства 3000 об/мин; длительность обработки — 1–1,25 мин; затраты энергии — 1,9–3,3 кДж/кг.

На основе данных, полученных в ходе экспериментальных исследований процесса эмульгирования, с учетом предварительных расчетов, а также анализа известных технических решений и эксплуатационных данных по существ-

вующему оборудованию [1, 4, 5, 10] были определены технические параметры и характеристики. Последние легли в основу исходных требований на разработку эмульсора роторного типа (см. рисунок). Промышленное производство эмульсора освоено подведомственным ТИММ предприятием.

В основу технического решения положен принцип, базирующийся на эффекте гидродинамической обработки вязкой жидкости, проходящей в пульсирующем зазоре между вращающимся ротором и неподвижным статором. Рабочие органы эмульсора выполнены в виде конического профильного статора и вращающегося с помощью привода коаксиального профильного конического ротора. Тыльная сторона ротора снабжена лопатками, создающими при вращении центробежный эффект, который обеспечивает создание необходимого напора продукта на выходе. Зазор между ротором и статором по пути следования исходных компонентов продукта образует рабочую зону эмульгирования, в которой осуществляется процесс гидродинамической обработки при переменном градиенте скоростей. Это обеспечивает широкий спектр воздействия на продукт и высокую эффективность процесса эмульгирования.

Были проведены испытания эмульсора в промышленных условиях в составе линии производства спредов как методом непрерывного сбивания жировой смеси, так и преобразования высокожирных сливок (ПВЖС). Результаты испытаний подтвердили работоспособность и целесообразность принятых конструкторских решений, а также высокую эффективность эмульсора роторного типа при минимальных трудозатратах на техническое обслуживание.



Внешний вид роторно-вихревого эмульсора Я5-ОММ

Интенсивность механического воздействия в эмульсоре Я5-ОММ изменяется регулированием рабочего зазора между ротором и статором, а также путем ограничения расхода продукта на выходе. Противодействие создается с помощью регулирования сечения выходного крана. Проведенные исследования показали, что ограничение расхода продукта на выходе замедляет процесс получения технологически стойких эмульсий независимо от концентрации жировой фазы в смеси.

Наиболее эффективное диспергирование продукта в эмульсоре Я5-ОММ достигается при максимальной производительности перекачивания (соответствующей минимальным потерям давления на выходной линии) и минимальном рабочем зазоре между ротором и статором ($\Delta=0,22$ мм). Дальнейшее увеличение зазора соответственно уменьшает интенсивность обработки.

Техническая характеристика эмульсора Я5-ОММ

Производительность, м ³ /ч	18
Температура продукта, °С	До 85
Мощность привода, кВт	4,0
Габаритные размеры, мм:	
длина	600
ширина	300
высота	360
Масса, кг	62

Таким образом, стремление к повышению эффективности эмульгирования путем ограничения расхода продукта на выходе (создания противодействия) и увеличения рабочего зазора между ротором и статором применительно к эмульсору Я5-ОММ нецелесообразно.

Производительность эмульсора Я5-ОММ (при минимальном рабочем зазоре между ротором и статором $\Delta=0,22$ мм без ограничения расхода продукта на выходе) составляет: на воде, молоке и смеси с массовой долей жира 3,5–40 % (65 °С) – 18 м³/ч, на смеси 62,5–72,5 %-ной жирности (50 °С) – 10 м³/ч. С учетом периодического режима эмульгирования и оптимальной кратности обработки рабочая производительность по продукту составляет: на эмульсии с массовой долей жира 62,5–72,5 % – 6–7 м³/ч, 35±5 % – 3,5–4 м³/ч.

Затраты мощности и величины тока в процессе работы эмульсора практи-

чески не изменяются и составляют 2,3±0,2 кВт и 4,6±0,4 А соответственно. Незначительное уменьшение энергозатрат наблюдается при перекачивании готовой эмульсии.

В ходе проведения испытаний в лабораториях заводов были исследованы образцы эмульсий, отобранные в процессе диспергирования (после каждого цикла обработки), а также после всех последующих технологических операций. Полученные результаты показали, что во время диспергирования стабильность эмульсии возрастает и достигает оптимального уровня (для производства спредов методом непрерывного сбивания жировой смеси) после пяти циклов обработки. Для получения технологически стойкой жировой эмульсии при производстве спредов методом ПВЖС достаточно одного-двух циклов обработки. При этом показатели стабильности эмульсий (степень дестабилизации и отстаивание жира) изменяются синхронно, коррелируя между собой.

Также установлено, что после смешивания эмульсии растительных жиров с натуральными сливками стабильность смеси значительно возрастает. Исходя из этого, нецелесообразно доводить степень дисперсности эмульсий до уровня натуральных сливок соответствующей жирности.

Оптимальный уровень технологической стойкости эмульсий при производстве спредов методом непрерывного сбивания сливок выше, нежели при ПВЖС. Это обусловлено рядом факторов, основной из которых – различные состав и концентрация жировой фазы получаемых эмульсий, а также специфика их дальнейшей обработки для применяемого способа производства.

При промышленных испытаниях эмульсора Я5-ОММ получены дисперсии растительных жиров с концентрацией жировой фазы 30–72,5 %, из которых выработаны спреды и смеси растительно-сливочные, соответствующие требованиям НТД по всем показателям качества.

На основании данных исследований обоснованы оптимальные параметры и режимы эмульгирования жиров как с точки зрения получения технологически стойких эмульсий жирностью от 3,5 до 72,5 % (с учетом специфики процес-

сов их дальнейшей обработки), так и с целью минимизации затрат энергии на процесс. Установлены принципы регулирования стабильности и дисперсности жировой фазы эмульсии при производстве спредов.

Процесс эмульгирования растительных жиров также используется при

производстве ряда других (кроме спредов) продуктов, например сгущенного молока, сыров, мороженого, молочных десертов, сметаны и др. Так, были проведены испытания эмульсора Я5-ОММ при производстве сгущенных молочных продуктов, в ходе которых отработаны оптимальные технологические

параметры и режимы получения технологически стойких жировых дисперсий. В результате получен молочный сгущенный продукт. Разработанные технологии и оборудование могут быть использованы при проектировании и эксплуатации производств пищевых эмульсионных продуктов.

Список литературы

1. Бовкун А.А. Диспергирование жировой фазы в процессе производства плавяного сыра // материалы 67-й науч. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Ч. 2. – Киев: УДУХТ, 2001.
2. Гомогенизация. Новый взгляд: монография-справочник. – СПб.: ГИОРД, 2006.
3. Грановский В.Я. Сравнительная оценка диспергирующих устройств // Молочная промышленность. 1999. № 11.
4. Гуляев-Зайцев С.С., Бовкун А.А. Разработка технологии производства пастообразного плавяного сыра на роторно-вихревом эмульгаторе // научные труды Украинского государственного университета пищевых технологий. 2001. Ч. 2. № 10.
5. Ересько Г.А., Гуляев-Зайцев С.С., Бовкун А.А. Физико-химические процессы производства пастообразных плавяных сыров на основе кисломолочного сыра // Вестник аграрной науки. 2001. № 9.
6. Ересько Г.А., Гуляев-Зайцев С.С., Бовкун А.А. Технология производства пастообразного плавяного сыра // Мясо и молоко. – Киев: ТИММ УААН. 2001. № 5.
7. Жидонис В., Матиешка С. Определение взаимосвязи геометрических параметров роторного диспергатора, потребляемой мощности и стабильности вырабатываемой эмульсии // труды Литовского филиала ВНИИМСа. – Вильнюс, 1990, т. XXIII.
8. Луконина К. Противопоточная гомогенизация молока // Пищевая и перерабатывающая промышленность. 1998. № 8.
9. Пищевые эмульгаторы и их применение / под ред. Дж. Хазенхюттля, Р. Гартеля; пер. с англ. В.Д. Широкова; под науч. ред. канд. техн. наук Т.П. Дорожкиной. – СПб.: Профессия, 2008.
10. Смотрич А.А. Изучение стабилизирующих свойств некоторых пищевых эмульгаторов и установление закономерностей процесса эмульгирования с применением гидродинамического вибратора: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Московский ин-т нар. хозяйства им. Г.В. Плеханова. – М., 1963.



ПАМЯТИ Олега Азаматовича Суюнчева

Не стало нашего коллеги и товарища по молочному делу. Нас разделяли тысячи километром России. Нас соединяла любовь к одному миру. У нас были одни авторитеты и одни друзья.

Он был внимательным, гостеприимным, по-настоящему, по-кавказски, окружал нас вниманием и заботой в те дни, когда мы бывали в Ставрополе.

Работа в одном из ведущих вузов страны, принадлежность к школе

мэтра и корифея молочного дела академика А.Г. Храмцова, долгие годы работы в НИИ комплексного использования молочного сырья, а также на предприятиях отрасли сделали Олега Азаматовича крупнейшим в стране специалистом в области биотехнологии молочного сырья и продуктов его переработки. Он является ярким примером беззаветного служения родному краю, преданности идеалам добра и справедливости.

Любая человеческая смерть вызывает внутренний протест. Смерть коллеги и друга в расцвете сил необъяснима. Яркий, талантливый, доброжелательный человек, Олег Азаматович был прекрасным товарищем и ученым. Светлая память о нем навсегда сохранится в сердцах друзей, коллег и учеников.

Профессор Л. А. Остроумов,
профессор А. Ю. Просеков
КемТИПП