

# Влияние технологических факторов на эмульгирование жира в роторно-вихревом эмульгирующем устройстве

Нарижный С.А., магистр, аспирант отдела маслоделия (ТИММ, Киев)

В предыдущих публикациях [1, 2] были представлены результаты исследования процессов эмульгирования растительных жиров в роторно-вихревом эмульгирующем устройстве. Настоящая работа посвящена изучению влияния технологических факторов на процессы эмульгирования жира.

Таковыми параметрами являются температура эмульгирования и степень разряжения. Безусловно, важный фактор, определяющий процесс диспергирования жира и стабильность эмульсии, – содержание жировой фазы в эмульсии.

Сведения о влиянии вакуумирования на процессы эмульгирования очень ограничены и противоречивы.

В связи с изложенным была поставлена задача – исследовать процессы эмульгирования растительных жиров в роторно-вихревом эмульгирующем устройстве и выяснить влияние таких факторов, как вакуумирование, температура эмульгирования и концентрация жировой фазы в эмульсии. В маслоделии обычно применяются сливки жирностью около 35%. Поэтому опыты были проведены на эмульсиях такой жирности. Для получения эмульсий использовали восстановленное сухое обезжиренное молоко и заменитель молочного жира «Олимпик 100 АК» производства ОАО Киевского маргаринового завода. Эмульгирование осуществляли при скорости вращения ротора диспергирующего устройства 3000 об/мин., так как наши предыдущие исследования показали, что наиболее эффективное эмульгирование проходит именно при такой интенсивности обработки. Для расчета затрат энергии применяли оптимальное время эмульгирования – 1,5 мин. Оценивали эмульсии по таким параметрам: степень дестабилизации (метод Фавстовой [3]) и стойкость (метод отстаивания [4]), степень дис-

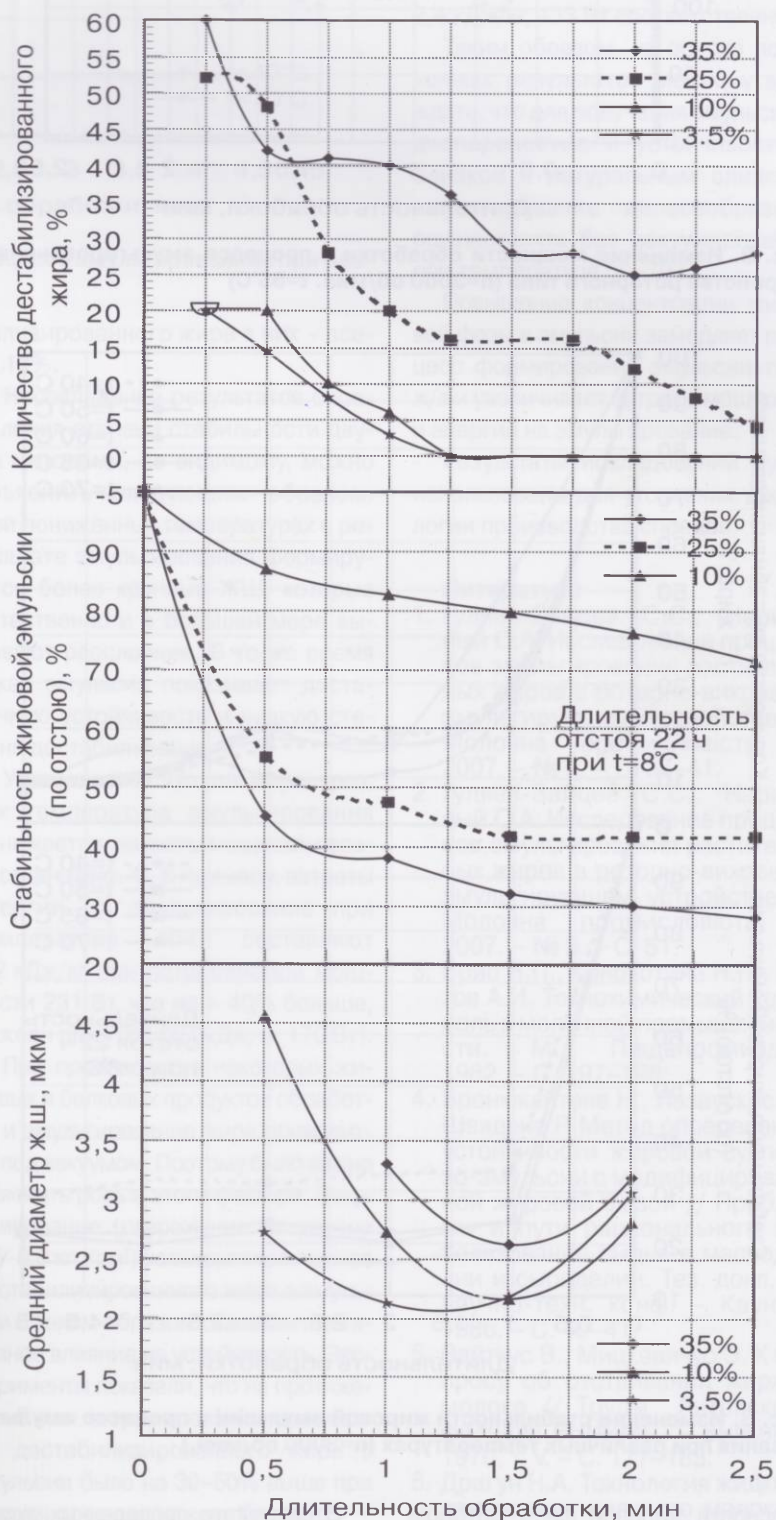


Рис. 1. Изменение степени дисперсности и стабильности жировых эмульсий с различной концентрацией жировой фазы в процессе обработки в эмульгирующем устройстве (n=3000 об/мин. t=65°C)

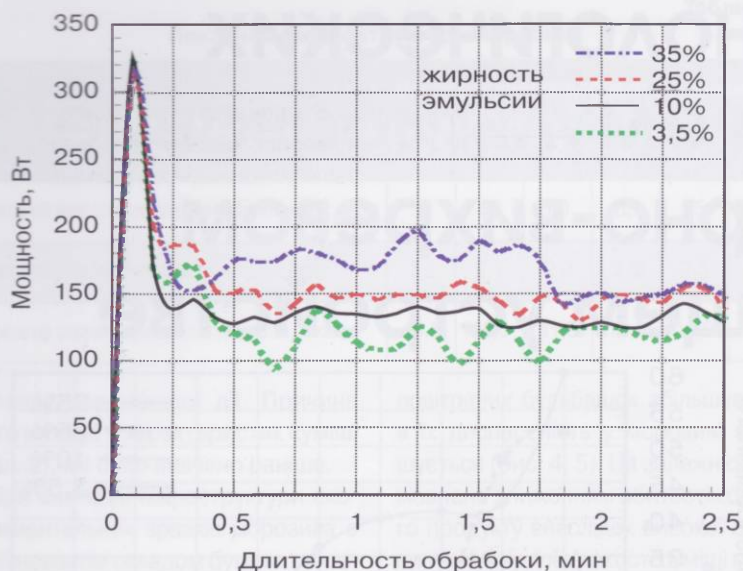


Рис. 2. Изменение мощности обработки в процессе эмульгирования в устройстве роторного типа ( $n=3000$  об/мин.  $t=65^{\circ}\text{C}$ )

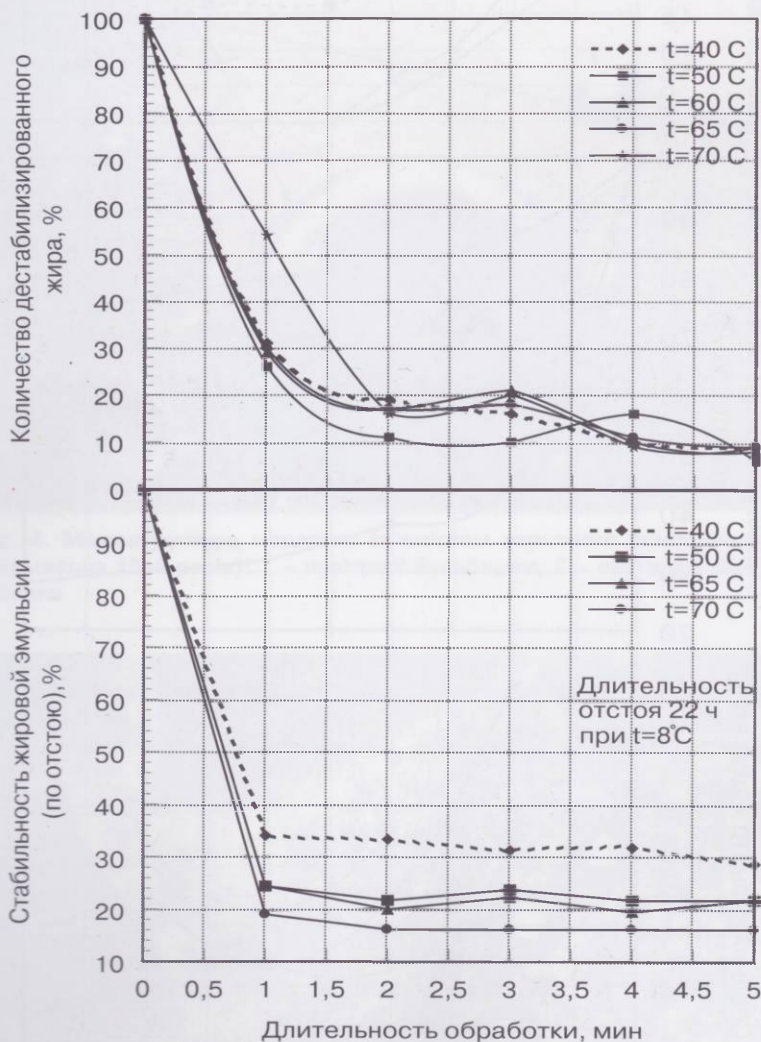


Рис. 3. Изменение стабильности жировой эмульсии в процессе эмульгирования при различных температурах ( $n=3000$  об/мин.)

перности жировой фазы методом микроскопирования. В качестве эталона взяты показатели натуральных сливок соответствующей жирности.

В результате проведенных экспериментальных работ установлено, что по мере повышения жирности эмульсии возрастает степень ее дестабили-

зации и, соответственно, оптимальная продолжительность эмульгирования (рис. 1). Так, эмульсия жирностью 3,5–10% при интенсивности обработки, соответствующей частоте вращения ротора 3000 об/мин., достигает устойчивости, соответствующей показателям натуральных сливок, за 45 с, а через 1,25 мин. эмульгирования дестабилизированный жир в эмульсии отсутствует. При этих же условиях формируется достаточно устойчивая эмульсия жирностью 25%. Оптимальная продолжительность эмульгирования для эмульсии жирностью 35% составляет 1,5 мин., при этом степень дестабилизации жира – меньше 30%.

Все, упомянутое выше, хорошо коррелирует с данными по дисперсности жировой фазы (рис. 1). Средние диаметры и объемы жировых шариков эмульсии жирностью 3,5–35% достигают минимальных размеров (2,0–2,6 мкм и 11–19 мкм<sup>3</sup>), соизмеримых с таковыми для натуральных молочных сливок, через 1–1,5 мин. эмульгирования. Далее происходит их укрупнение, что и подтверждает отмеченную нами в предыдущих исследованиях закономерность формирования эмульсии в устройстве роторного типа, с попеременным уменьшением и увеличением размеров жировых шариков. Следует заметить также, что означенное увеличение дисперсности эмульсии не сопровождается повышением степени дестабилизации.

Полученные нами данные зависимости стабильности жировой эмульсии, определяемой по отстаиванию жира, от концентрации в ней жировой фазы (рис. 1) свидетельствуют о том, что с повышением жирности степень отстаивания жировых шариков уменьшается. На первый взгляд, это противоречит большинству ранее опубликованных суждений разных авторов [5, 6 и т. д.]. Однако суть несовпадения результатов, скорее всего, заключается в следующем. Для определения стойкости эмульсии используют стандартный метод определения отстаивания жира. Для этого характерно разбавление эмульсии водой или обезжиренным молоком до получения системы с концентрацией жира 2–3%. Следовательно, полученная эмульсия по своему химическому составу и свойствам будет значительно отличаться от исходной жировой дисперсии с массовой долей жира 35%.

Для оценки эмульгирования растительных жиров в обезжиренном

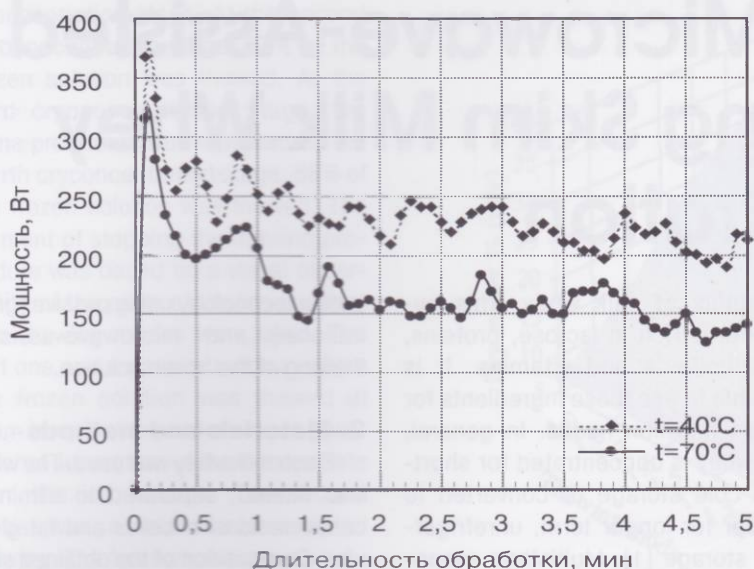


Рис. 4. Изменение затрат мощности в процессе эмульгирования при различных температурах (n=3000 об/мин.)

молоке нами был использован модифицированный метод определения устойчивости жировой эмульсии по отстаиванию жира [4], при котором эмульсия не разбавлялась водой или обезжиренным молоком, а исследовалась в натуральном виде. Таким образом, это была вязкая среда, что и обусловило результат.

Затраты мощности на эмульгирование зависят от жирности эмульсии (рис. 2) и возрастают по мере ее повышения с 3,5 до 35% в ~ 1,6 раза. Это объясняется повышением вязкости эмульсии при увеличении ее жирности.

Экспериментальные исследования показали, что достаточно высокую стабильность эмульсия приобретает через 1,5 мин. эмульгирования, причем она весьма существенно зависит от температуры эмульгирования (рис. 3). Так, при оценке стабильности эмульсии по отстою выяснилось, что наиболее высокая эффективность эмульгирования обеспечивается при 70°C, и по мере снижения температуры она уменьшается. При понижении температуры эмульгирования до 40°C отстаивание жира повышается в два раза (с 16 до 33%).

Несколько иначе изменяются показатели стабильности эмульсии при оценке ее по степени дестабилизации. Практически степень дестабилизации при температурах в диапазоне 40–70°C приблизительно одинакова и через 2 мин. эмульгирования равна 16–20%. Исключения составляют лишь сливки, полученные при температуре эмульгирования 50°C, количество деста-

билизованного жира в них – всего 10%.

Несовпадение результатов определения степени стабильности двумя методами, по-видимому, можно объяснить следующим образом. При пониженных температурах в результате эмульгирования формируются более крупные ЖШ, которые естественно и в большей мере вызывают расслоение. В то же время такая эмульсия показывает достаточную устойчивость и низкую степень дестабилизации.

Установлено, что по мере того, как температура эмульгирования понижается, затраты мощности возрастают (рис. 4). К примеру, затраты энергии на эмульгирование при температуре 40°C составляют 4,2 кДж/кг при потребляемой мощности 231 Вт, что на ~ 40% больше, нежели при 70°C (3,1 кДж/кг, 170 Вт).

При производстве некоторых жировых и белковых продуктов обработка и эмульгирование жира проводится под вакуумом. Поэтому было важно выяснить роль и этого фактора. Вакуумирование (разрежение на уровне 0,6–0,8 кгс/см<sup>2</sup>) повышает количество дестабилизованного жира в эмульсии и таким образом оказывает негативное влияние на устойчивость. Эксперименты показали, что на протяжении 5 мин. эмульгирования количество дестабилизованного жира в эмульсии было на 30–50% выше при вакуумировании, нежели без него.

Что касается стабильности жировой эмульсии, определяемой методом отстаивания, то по результатам

исследований можно сделать вывод, что вакуумирование не влияет на этот показатель.

В процессе исследования закономерностей эмульгирования жира было установлено, что эмульгирование с вакуумированием продукта вызывает повышение – на 40% – затрат энергии и мощности по сравнению с обработкой без вакуума, и составляет 3,3 кДж/кг, 185,5 Вт и 2,4 кДж/кг, 133 Вт соответственно.

Таким образом, на основе полученных результатов можно утверждать, что для получения эмульсии с дисперсностью и устойчивостью, близкой к натуральным сливкам, эмульгирование целесообразнее осуществлять без вакуумирования при температуре 50–70°C.

Повышение концентрации жировой фазы в эмульсии замедляет процесс формирования эмульсии типа ж/в и увеличивает затраты мощности и энергии на эмульгирование.

Результаты исследований будут использованы для уточнения технологии производства спредов.

#### Литература

1. Гуляев-Зайцев С.С., Нарижный С.А. Исследование процессов эмульгирования растительных жиров в роторно-вихревом эмульгирующем устройстве // Молочна промисловість. – 2007. – № 2. – С. 37–41.
2. Гуляев-Зайцев С.С., Нарижный С.А. Исследование процессов эмульгирования растительных жиров в роторно-вихревом эмульгирующем устройстве // Молочна промисловість. – 2007. – № 3. – С. 51.
3. Брио Н.П., Конокотина Н.П., Титов А.И. Технохимический контроль в молочной промышленности. М.: Пищепромиздат, 1962. – С. 197–198;
4. Бронюкайте Н., Лазаускас В., Швядене Р. Метод определения устойчивости жировой суспензо-эмульсии с модифицированной жировой фазой // Проблемы и пути рационального использования сырья в маслоделии и сыроделии. Тез. докл. VII научно-техн. конф. – Каунас, 1986. – С. 40–41;
5. Вайткус В., Мицкевичус Э. К вопросу об отстаивании жира в молоке // Труды Литовского филиала ВНИИМС. – Вильнюс, 1970, т. V. – С. 177–183.
6. Драгун Н.А. Технология жидкого заменителя цельного молока с использованием струйного способа эмульгирования: Автореф. канд. техн. наук: 05.18.04 / ВНИКМИ. – М., 1990. – 19 с.