

А.В. Терещук, И.Д. Савельев, К.В. Старовойтова

## ЭМУЛЬГИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНО-ЖИРОВЫХ ЭМУЛЬСИОННЫХ ПРОДУКТОВ

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность использования для производства сливочно-растительного спреда, сливочного масла и крема на растительных маслах эмульгаторов – дисциллированных моноглицеридов E 471 (Palsgaard 0291), а также композиции E 471 с лецитином E 322 (Palsgaard 3228) и фосфатидным концентратом. Исследовано влияние различных эмульгаторов на процесс кристаллизации композиций молочного жира и рапсового масла в различном соотношении. Приведены данные о температуре и времени кристаллизации жировых систем.

Кристаллизация, эмульгаторы, фазовый переход, молочно-жировые композиции, спреды, структура, пластичность.

### Введение

Основу технологии сливочно-растительных спредов составляет получение однородной молочно-жировой эмульсии. Для получения прочных концентрированных эмульсий необходимо внесение в систему специальных стабилизирующих веществ – эмульгаторов, обеспечивающих получение тонкодисперсных, агрегативно устойчивых систем. Действие эмульгаторов обусловлено их способностью скапливаться на границе двух жидких фаз, снижая межфазное натяжение, и создавать вокруг капель защитный слой, препятствующий коагуляции и коалесценции [3].

Выбор эмульгаторов, а также правильное сочетание и дозировка эмульгирующих композиций позволяют вырабатывать эмульсионные продукты требуемого качества с варьируемым в широком диапазоне соотношением жировой и водной фаз. Тип эмульгатора и его дозировка зависят от массовой доли жира в эмульсионном продукте назначения (бутербродный, для жарения, выпечки), режимов технологического процесса, вида используемого растительного жира, степени замены молочного жира на растительный, условий и сроков хранения продукта [2].

В настоящее время при получении эмульсий широко распространены композиции высоко- и низкомолекулярных ПАВ, природным прототипом этой композиции является белково-фосфолипидный комплекс, из которого построены все биологические мембраны и оболочки природных эмульсий.

Последние годы современный ассортимент таких перспективных продуктов, как растительно-сливочные и растительно-жировые спреды, соусы на основе растительных масел, соусы майонезные, кремы на растительных маслах, ориентирован на выпуск низкокалорийной продукции с повышенным содержанием влаги. В связи с этим проблема получения стабильных эмульсий, не расслаивающихся в процессе производства и хранения, становится более актуальной. Как правило, для стабилизации низкожирных эмульсий необходимо использовать эмульгаторы смешанного типа или композиции эмульгаторов, сочетающих в себе гидрофильные и гидрофобные свойства. Таким образом, свойства эмульга-

торов и правильный их выбор определяют качество эмульсий [1].

Основные принципы выбора стабилизирующих и эмульгирующих систем связаны сегодня с ориентацией на группу соединений природного происхождения или их синтетических аналогов, наиболее перспективны из которых добавки, обладающие максимальной функциональностью и позволяющие создавать широкий спектр эмульсионных продуктов с заранее заданными свойствами.

В зарубежной и отечественной практике синтезированы и исследованы многочисленные классы поверхностно-активных веществ. Наиболее распространенными являются моно- и диглицериды пищевых жирных кислот; лецитин и фосфолипиды; эмульгаторы на основе полиглицерина и другие.

Важно отметить, что основной акцент сегодняшнего времени в концепции сбалансированного и качественного питания ставится на разработку молочного-жировой продукции с диапазоном жирности 40–60 %, широкое внедрение которой позволит решить многие важные социальные и экономические проблемы: значительно увеличить объем выработки продукции из тех же ресурсов молока-сырья, что повысит эффективность производства; улучшить наполняемость рынка высококачественными сливочно-растительными спредами, близкими по потребительским показателям к сливочному маслу и превосходящими его по биологической ценности; более полно удовлетворить спрос потребителей за счет расширения ассортимента; повысить покупательскую способность россиян вследствие более низкой стоимости новых продуктов. Вместе с тем качественное и количественное изменение жировой составляющей эмульсионных продуктов позволит вырабатывать широкое разнообразие продукции с учетом назначения и специфики использования.

Таким образом, производство молочного-жировых эмульсионных продуктов (спредов, кремов, соусов) – предмет интенсивных научных исследований и технологических разработок.

### Методы и материалы

Органолептическую оценку спредов проводили по 20-балльной шкале, в том числе при максимальной оценке вкуса и запаха 10 баллов, консистенции – 5

баллов, цвета – 3 балла, упаковки и маркировки – 2 балла.

Йодное число определяли по ГОСТ 5475-69.

Перекисное число определяли по ГОСТ Р 51487-99.

Стойкость эмульсии определяли методом центрифугирования по ГОСТ 30004.2-93-2.

### Результаты и их обсуждение

Исследованы поверхностно-активные вещества, наиболее распространенные в производстве масло-жировых продуктов: дистиллированные моно- и диглицериды жирных кислот и их композиции с эфирами моно- и диглицеридов лимонной и жирных кислот, с лецитином (или с комплексом фосфолипидов), а также фосфатидный концентрат.

Эмульгаторы, используемые в производстве молочно-жировых эмульсионных продуктов с использованием композиции молочного жира, растительных жиров и масел, должны соответствовать определенным требованиям:

- обладать пищевыми достоинствами и быть физиологически безвредными;
- стабилизировать высоко- и низкодисперсные эмульсии и повышать их устойчивость;
- способствовать удержанию влаги в масле при механической обработке в процессе производства;
- обеспечивать стойкость масла при хранении.

Промышленностью вырабатывается широкий спектр моно- и диглицеридов, отличающихся друг от друга по ряду показателей, определяющими из которых являются температура плавления и йодное число, характеризующие степень ненасыщенности.

Нами исследованы физико-химические показатели эмульгаторов фирмы Palsgaard с шифрами 0291, 1308, 3228, 6111. Характеристика эмульгаторов приведена в табл. 1.

При выборе эмульгатора для спредов различной жирности следует учитывать значения этих показателей. Так, насыщенные моноглицериды с йодным числом 2–3 г J<sub>2</sub>/100 г и содержанием моноглицерида до 80 % используются при производстве высокожирных эмульсий (массовая доля жира 75–85 %). В эмульгаторах такого класса не так сильно выражена эмульгирующая способность, как способность оказывать влияние на кристаллическую решетку, которая укрепляет структуру кристалла и таким образом уменьшает или препятствует выделению жидкого растительного масла. При производстве низкожирных спредов необходимо использование моноглицеридов с высокими эмульгирующими свойствами, которые состоят в стабилизации эмульсии посредством воздействия на поверхность соприкосновения фаз воды и жира. Для низкожирных масел (массовая доля жира 50–60 %) требуется применение ненасыщенного эмульгатора с йодным числом 50–90 г J<sub>2</sub>/100 г и содержанием моноэфира 40–60 %. Промышленностью выпускается широкий ассортимент эмульгаторов на основе моно- и диглицеридов.

Характеристика эмульгаторов Palsgaard

Характеристика	Palsgaard 0291	Palsgaard 3228	Palsgaard 1308	Palsgaard 6111
Код	E 471	E 471/ E 322	E 471/ E 475	E 471
Температура плавления, °С	54,8	54,5	27,0	62,0
Состав эмульгатора	Дистиллированные моноглицериды жирных кислот	Моно- и диглицериды жирных кислот, эфиры моно- и диглицеридов жирных кислот, лецитин	Моно- и диглицериды жирных кислот	Моно- и диглицериды жирных кислот
Йодное число, в г J <sub>2</sub> /100 г	60	65	85	3
Рекомендуемая доза, %	0,4–0,6	0,25–0,3	0,5–1,0	0,3–1

Широкое использование в производстве эмульсионных продуктов находят композиции моно- и диглицеридов с пищевыми фосфолипидами. Такая смесь не только сохраняет все положительные качества эмульгатора E 471, но и улучшает функциональные свойства ПАВ, поскольку фосфатиды обладают гидрофильностью и способностью более прочно удерживать влагу при повышенных температурах за счет способности переходить в присутствии воды в гидратную форму. В связи с этим эмульгатор смешанного типа обладает, наряду с эмульгирующей, антиразбрызгивающей способностью.

С целью изучения влияния эмульгаторов на устойчивость спредов к разбрызгиванию в процессе жарки при температуре 190±2 °С были определены значения разбрызгивающей способности для образцов спредов, содержащих различные эмульгаторы.

Эффективность действия стабилизирующей системы оценивалась следующим образом: в рецептурную композицию спреда с массовой долей жира 72,5 % вносили 1 % эмульгатора (в первый образец – моно- и диглицериды жирных кислот E 471, во второй – моно- и диглицеридов жирных кислот и лецитина E 471/E 322) и определяли устойчивость полученных эмульсий.

Результаты исследований показали, что наиболее устойчивыми к разбрызгиванию были образцы спреда, содержащие композицию моно- и диглицеридов жирных кислот и лецитина (разбрызгивающая способность 0,15 %, в то время как для сливочно-растительного спреда с использованием моно- и диглицеридов жирных кислот – 0,35 %).

Кроме того, установлено, что совместное использование лецитина и моно- и диглицеридов жирных кислот повышало устойчивость спредов к окислению. Динамику окислительных процессов изучали по изменению перекисного числа в условиях ускоренного окисления. Анализируя полученные данные, следует отметить, что внесение в спред компо-

зиции моно- и диглицеридов жирных кислот с лецитином оказывает тормозящее действие на образование перекисей и гидроперекисей. В жировой основе спреда, включающей лецитин, перекисное число изменилось от 2,5 до 4,8 ммоль акт. кислорода/100 г, в то время как в образце без внесения лецитина этот показатель увеличился до 7,8 ммоль акт. кислорода/100 г. Кроме того, присутствие лецитина в эмульгаторе повышает его биологическую ценность.

Лецитин – один из широко применяемых эмульгаторов в производстве пищевых продуктов. Эмульсии, содержащие лецитин, имеют повышенную вязкость, устойчивы в отношении расслаивания и не разбрызгиваются при термическом воздействии. На практике лецитин используется в рецептурах маргариновой продукции совместно с моноглицеридами.

Таким образом, существует большое разнообразие эмульгаторов, характеризующихся многофункциональностью: эмульгирующая, антиоксидантная и антиразбрызгивающая способность. Выбор эмульгатора определяется требуемыми от него свойствами, а также пониманием того, как следует его использовать совместно с другими пищевыми компонентами.

Следует отметить, что наряду с синтезированными стабилизирующими системами широкое применение находят эмульгаторы природного происхождения, обладающие максимальной функциональностью и позволяющие создавать широкий спектр эмульсионных продуктов с заранее заданными свойствами. К группе таких добавок принадлежат растительные фосфолипиды, вырабатываемые путем гидратации растительных масел.

Нами изучены фосфолипиды, выделенные из подсолнечного и соевого масла.

Содержание фосфолипидов зависит от вида масла и способа его производства. Данные по содержанию фосфолипидов в нерафинированных маслах представлены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание фосфолипидов в нерафинированных маслах

Масло	Массовая доля фосфолипидов, % в пересчете на стеароолеолецитин
Соевое экстракционное	4,0–6,0
Подсолнечное: прессовое	0,3–0,7
экстракционное	0,7–1,2
Хлопковое: прессовое	0,8–1,6
экстракционное	1,4–2,8
Рапсовое: прессовое	0,4–0,7
экстракционное	0,7–1,3

По химической природе все типы фосфолипидов представляют собой соединения дифильной природы, гидрофобная часть представлена радикалами жирных кислот, а гидрофильная – активными группами (эфирными, гидроксильными, карбоксильными, азотсодержащими и др.).

В состав фосфолипидов растительного происхождения входят глицерофосфолипиды, содержащие

азотные основания (кислоты) и не содержащие азот (полиолсодержащие).

Общность в строении глицерофосфатидов позволяет рассмотреть их как производные 1,2 диацил – sn-глицеро-3-фосфата.

Фосфатидный комплект растительных масел имеет сложный состав. В табл. 3 приведен групповой состав фосфолипидов, выделенных из нерафинированных растительных масел.

Таблица 3

Состав фосфолипидов растительных масел

Фосфолипиды, %	Масло	
	подсолнечное	соевое
Фосфатидилхолины	18–21	18–22
Фосфатидилэтаноламины	21–23	13–15
Фосфатидилинозитолы	12–15	6–7
Фосфатидилсеринины	13–15	20–16
Фосфатидные кислоты	5–7	5–9
Полифосфатидные кислоты	10–14	12–13
Дифосфатидилглицерины	12–14	14–15

Следует отметить, что такие группы фосфолипидов, как фосфатидилинозитолы, фосфатидные и полифосфатидные кислоты, способны взаимодействовать с одно-, двух- и трехвалентными металлами, фосфатидилсеринины – с двух- и трехвалентными металлами, фосфатидилэтаноламины – с одновалентными. Связывая следы металлов, фосфолипиды подавляют процесс аутоокисления, что является весьма важным для повышения стойкости жировой основы в процессе хранения.

Дифильное строение молекул фосфолипидов свидетельствует об их поверхностной активности, связанной со способностью изменять фазовые и энергетические взаимодействия на границах раздела фаз. Их активность особенно ярко выражена на границе раздела фаз «неполярный растворитель – вода» и «малополярный растворитель – вода», например «масло – вода». В зависимости от особенностей строения фосфолипиды могут образовывать как классические мицеллы в воде, так и обращенные мицеллы в неполярных растворителях.

Эмульгирующая способность фосфатидов объясняется главным образом наличием в них лецитина и кефалина, общее содержание которых составляет до 45–60 %. Хорошо сбалансированные полярные и неполярные группы в молекулах данных фосфолипидов определяют их эффективное эмульгирующее действие. Аналогично фосфатидилхолину (лецитину) стремятся синтезировать многие промышленные эмульгаторы.

Пищевые растительные фосфолипиды успешно применяют в качестве эмульгатора и биологически ценной добавки при производстве диетических эмульсионных продуктов – маргаринов, майонезов, спредов. Кроме этого, лецитины используют как разжижители шоколадных масс, в качестве пищевых биологически активных добавок и как стабилизаторы различных жележных продуктов.

Таким образом, основные функции фосфолипидов в пищевых продуктах связаны с эмульгированием, особенностями которого являются способности образовывать и поддерживать в однородном состоянии как прямые, так и обратные эмульсии; стабилизацией различных систем; пеногашением; антиразбрызгивающей способностью. Перечисленные функции определяют фосфолипиды как традиционные пищевые добавки, преднамеренно вносимые в пищевые продукты с целью придания им заданных свойств, а также повышения их антиоксидантного потенциала и увеличения сроков хранения, так как установлено антиокислительное действие некоторых фосфолипидов.

Однако использование фосфолипидов в технологии эмульсионных продуктов не ограничивается решением только технологических задач, их высокая физиологическая активность создает предпосылки для создания новых видов биологически полноценных жировых продуктов.

Медико-биологические исследования, проведенные институтом питания РАМН, показали, что пищевые растительные фосфатиды обладают высокой биологической активностью, проявляющейся в благоприятном воздействии на липидный обмен, функциональное состояние печени, в снижении гиперхолестеринемии, повышении антиокислительных функций организма. Будучи природными эмульгаторами, фосфолипиды обеспечивают перенос жирорастворимых витаминов, способствуя их окислению в печени и трансформированию в тканях и т.д.

Исходя из биологической активности фосфолипидов и современных представлений о сбалансированном питании установлено, что средний пищевой рацион взрослого человека должен содержать 3,5–5,0 г лецитина.

Учитывая высокие физиологические и пищевые достоинства фосфолипидов, а также их широкое применение в пищевой промышленности, предусматривается извлечение фосфолипидов с целью производства самостоятельных продуктов, так называемых фосфатидных концентратов различного состава и свойств. Основным источником промышленного получения фосфатидных концентратов для пищевой промышленности служат жидкие растительные масла, главным образом соевое, реже подсолнечное, рапсовое, кукурузное и др. Они содержат до 60 % фосфолипидов (в состав которых входят до 25 % фосфатидилхолинов – лецитинов, до 25 % фосфатидилэтаноламинов – кефалинов, 16–17 % дифосфатидилглицеринов, 5–10 % фосфатидных кислот, до 15 % фосфатидилсеринов), до 40 % триацилглицеринов, а также  $\beta$ -ситостерин и жирорастворимые витамины, в том числе токоферолы.

Нами получены образцы кремов на растительных маслах с массовой долей жира 35 %. В качестве эмульгирующей системы были использованы: Palsgaard 0291, фосфатидный концентрат 0,8 %. Стабилизаторами эмульсионной системы являлись: хамульсион ЕМД 30 (включающий модифицированный крахмал, сухой яичный желток, гуаровую муку, ксантан, фосфат кальция) – 3,5 %; белки обезжиренного сухого

молока – 2 %. Готовый продукт характеризовался высокой степенью стабильности эмульсии (98 %).

На следующем этапе изучали влияние эмульгаторов фирмы Palsgaard с шифрами 0291, 1308, 3228 на кристаллизационные и структурообразующие свойства спредов и влияние дозировки на органолептические и физико-химические показатели эмульсионных продуктов.

Для производства спредов с массовой долей жира 61,5 % были выбраны ненасыщенные моноглицериды. Они обладают хорошими эмульгирующими свойствами и повышенной влагоудерживающей способностью. Основное назначение этих эмульгаторов – получение и стабилизация водно-жировой эмульсии, улучшение пластичности готового продукта. Дозировка эмульгатора зависит от жирности спреда, количества молочных белков и технологической схемы производства.

Для проведения эксперимента были приготовлены 15 образцов спредов на основе молочного жира с различным содержанием рапсового масла и эмульгатора. При этом учитывался интервал дозировки, рекомендованный фирмой-производителем, так как увеличение дозировки положительно влияет на стойкость эмульсии, но ухудшает вкус продукта, придавая ему явно выраженную горечь. В качестве контрольных образцов использовано сливочное масло 72,5 и 61,5 % жирности без использования эмульгаторов.

Результаты исследований представлены в табл. 4.

Таблица 4

Показатели процесса кристаллизации композиций молочного жира и рапсового масла

№ образца	Массовая доля жира	Содержание молочного жира: рапсового масла, %	Эмульгатор		Температура начала фазового перехода, °С	Температура окончания фазового перехода, °С	Время кристаллизации, мин
			Шифр	Дозировка, %			
1	72,5	100:0	–	–	17,5	12,7	2:20
2	61,5	100:0	–	–	17,0	14,4	3:05
3	61,5	100:0	0291	0,6	20,1	14,0	2:00
4	61,5	100:0	1308	1,0	19,8	12,5	3:18
5	61,5	100:0	3228	0,3	14,6	12,8	2:00
6	61,5	90:10	0291	0,6	20,7	10,2	1:10
7	61,5	90:10	1308	1,0	18,3	8,9	5:30
8	61,5	90:10	3228	0,3	14,3	9,2	2:35
9	61,5	85:15	0291	0,6	19,3	10,4	1:50
10	61,5	85:15	1308	1,0	13,0	7,0	5:10
11	61,5	85:15	3228	0,3	12,2	9,6	3:00
12	61,5	80:20	0291	0,6	18,1	9,8	2:50
13	61,5	80:20	1308	1,0	11,5	7,4	4:00
14	61,5	80:20	3228	0,3	10,5	8,5	1:35
15	61,5	75:25	0291	0,6	13,6	7,3	3:10
16	61,5	75:25	1308	1,0	11,6	5,6	4:50
17	61,5	75:25	3228	0,3	9,6	7,3	1:00



При органолептической оценке консистенции установлено, что образцы 11 и 17 (с долей растительного масла 15 и 25 %) имеют крошливую консистенцию. Кроме того, указанные образцы представляют собой нестабильную эмульсию (стойкость эмульсии составила 84 %), при этом образец 8 (содержание рапсового масла в жировой основе 10 %) отличается пластичной консистенцией и высокой стойкостью эмульсии (96 %). Таким образом, следует отметить, что увеличение доли жидкого растительного масла более 10 % приводит к получению нестабильной эмульсии. При этом следует учитывать, что эмульгирующие системы, содержащие лецитин, рекомендуется применять в эмульсионных системах, содержащих жира не менее 60 %, из-за выраженных гидрофильных свойств лецитина, так как водная фаза становится активной и эмульсия оборачивается.

При оценке образцов 4, 7, 10, 13, 16 (с эмульгатором 1308) установлено, что эти образцы характеризуются низкой степенью стабильности эмульсии (стойкость эмульсии составила 75 %). При увеличении дозировки эмульгатора более 1 % повышается стабильность эмульсии, но данные образцы имеют небольшую горечь в послевкусии.

Образцы 6, 9, 12 и 15, где в качестве эмульгатора использовался Palsgaard 0291, имели максимальную балльную оценку по органолептическим показате-

лям. Следует отметить высокую степень пластичности и стойкости эмульсии у данных образцов.

При исследовании влияния доли рапсового масла на процесс кристаллизации следует отметить, что при увеличении доли жидкого растительного масла требуется более высокая степень переохлаждения. Так, температура начала фазового перехода в образце № 5 (без использования рапсового масла) составила 14,6 °С (время кристаллизации – 2 минуты), при внесении 10 % рапсового масла – 13,3 °С (время кристаллизации – 2 минуты 35 секунд), при внесении 20 % рапсового масла – 10,5 °С (время кристаллизации – 1 минута 35 секунд). При снижении температуры начала кристаллизации уменьшается время кристаллизации.

Анализ результатов исследований позволил выбрать наиболее оптимальный вид эмульгатора из трех апробированных. Полученные результаты свидетельствуют, что кристаллизация жиров и масел, а также их композиционных смесей является одним из важнейших процессов при производстве сливочных масел, спредов, маргаринов. Этот процесс определяет свойства готового продукта и зависит не только от глицеридного состава и содержания твердой фазы жира, но и от типа и дозировки эмульгатора, без которого современная технология получения эмульсионных продуктов с заданными свойствами и требованиями по транспортировке и хранению невозможна.

#### Список литературы

1. Вышемирский, Ф.А. Маслоделие в России (история, состояние, перспективы). – Углич, 1998. – 590 с.
2. Булдаков, А.С. Пищевые добавки: справочник. – СПб.: Ut, 1996. – 240 с.
3. Терещук, Л.В. Молочно-жировые композиции: аспекты конструирования и использования: монография / Л.В. Терещук, М.С. Уманский; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2006. – 209 с.

ГОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел./факс: (3842) 73-40-40  
e-mail: office@kemtipp.ru

#### SUMMARY

**L.V. Terechuk, I.D. Saveljev, K.V. Starovojtova**

#### **Emulsifying Systems in the Technology of Milk Fat Emulsion Products**

The possibility of using emulgators such as distilled monoglycerides E 471, as well as the composition of E 471 with lecithin and phospholipids for manufacture of cream and vegetable spread, butter, and vegetable cream has been theoretically proved and experimentally confirmed. The effect of different emulgators on crystallization of compositions made of milk fat and rape oil taken in various ratios has been investigated. The data on temperature and time of fat systems crystallization are given.

Crystallization, emulgators, phase transition, milk fat compositions, spreads, structure, plasticity.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia  
Phone/Fax: +7(3842) 73-40-40  
e-mail: office@kemtipp.ru

