

**ИЗУЧЕНИЕ ОТВЕРДЕВАНИЯ ФРАКЦИЙ
МОЛОЧНОГО ЖИРА МЕТОДОМ ДИЛАТОМЕТРИИ**

Т. А. СТЕПАНЕНКО, Г. В. ТВЕРДОХЛЕБ, А. И. ПИСКУН

Киевский технологический институт пищевой промышленности

При изучении влияния условий охлаждения на получение естественных фракций молочного жира установлено, что наилучшим является режим медленного охлаждения расплава молочного жира со скоростью 2 град/час до 35°C и далее до заданной температуры *t* со скоростью 0,5 град/час. Температуры разделения избирали в соответствии с точками

Таблица 1

Скорость охлаждения жира, °С/час	Т-ра максимумов плавления на термограммах, °С			
	высокоплавкая	среднеплавкая	легкоплавкая	
	группа глицеридов			
0,8	31,6	18,6	14,5	-0,2
0,6	32,4	22,0	14,0	-0,8
0,5	33,8	23,1	13,2	-2,6

отвердевания жира [1]: 20,2—19,0 и 12,2—11°C. Наиболее четкое фиксирование массовой кристаллизации наблюдается при разности *t* жира и окружающей среды 5—6°C. Наблюдения под микроскопом подтвердили эти *t* массовой кристаллизации глицеридов жира. Для обоснованного выбора *t* фракционирования также

были записаны на пирометре Курнакова термограммы нагревания молочного жира, предварительно охлажденного с различной скоростью (табл. 1).

Основываясь на всех этих данных, выбрали *t* фракционирования 20 и 11°C. Избранный режим медленного охлаждения до 20°C способствовал полному выкристаллизовыванию высокоплавких групп глицеридов и не требовал дополнительной выдержки. Жидкая фаза жира отделялась от 1-й фракции прессованием через два слоя марли винтовым прессом УСА-1С. Фильтрат далее охлаждали до 11°C и вновь таким же образом разделяли на 2-ю и 3-ю фракции. По внешнему виду 1-я фракция кристаллическая, слегка желтая, 2-я—плотная, желтая, мажущаяся, 3-я—ярко-желтая жидкость. По содержанию первые две находятся примерно в одинаковом количестве и при сравнении с фракционным выкристаллизовыванием из раствора жира в ацетоне (1:3) [2] резко от них отличаются. Так, при этих же *t* выкристаллизовывания 1-й фракции было 5,2, а 2-й — 13,8%. Эти различия обязаны избирательной способности растворителя ацетона: глицериды низкомолекулярных и ненасыщенных жирных кислот лучше растворяются, нежели высокомолекулярные и насыщенные. А при получении естественных фракций растворителем для высокоплавких глицеридов являются низкоплавкие. Повышенное содержание естественных первых двух фракций также обязано адсорбции жидких легкоплавких глицеридов поверхностью кристаллов высоко- и среднеплавких глицеридов, а также частично захвату легкоплавких глицеридов внутрь самих кристаллов. Поэтому применяемый метод не дает возможности полного разделения жидкой и твердой фаз при получении фракций. В промышленной линии Альфа-Лаваль [3] для разделения молочного жира на фракции используют водные растворы поверхностно-активных веществ. При введении этих растворов в закристаллизованную массу жира вследствие большой поверхностной активности эта жидкость смачивает кристаллы жира, вытесняя с поверхности жидкую фазу жира. Затем проводят сепарирование, промывку и вакуум-сушку, полученные фракции по своему составу и свойствам близки к нашим.

Как показывает табл. 2, первые две фракции имеют весьма различные по температурам плавления величины, по йодному числу довольно близки между собой и к цельному молочному жиру. Это подтверждает, что ненасыщенная олеиновая кислота, которая в основном и определяет величину йодного числа, входит в состав большей части триглицеридов молочного жира, но в глицериды первой фракции, кроме олеиновой, входят преимущественно высокоплавкие насыщенные кислоты.

Таблица 2

Образцы жира	Содержание, %	Т-ра плавления, °C	Числа				
			Йодное	омыления	Рейхерта— Мейссля	рефракции при t , °C	
						40	60
Фракции:							
1	29	42,3	31,14	220,43	20,02	—	1,4185
2	30	29,1	34,07	209,79	25,19	1,4550	1,4496
3	41	13,2	44,31	200,77	28,27	1,4560	1,4516
Цельный жир	100	31,2	34,42	217,62	25,85	1,4555	1,4503

Дилатометрические исследования процессов отвердевания подтверждают большое различие в глицеридном составе фракций и цельного жира. Дилатометры с жиром нагревали до 70°C и выдерживали 30 мин, чтобы исключить влияние ориентации молекул на дальнейший процесс отвердевания, затем охлаждали в льдодояной смеси в течение 2 час до наступления равновесия и проводили нагревание, отмечая дилатацию через 2°C с выдержкой 10—15 мин при каждой температуре.

Кривые содержания твердых глицеридов показали, что при 0°C половина молочного жира (на рис. 1 показана зависимость твердой фазы T от t) находится в твердом состоянии за счет триглицеридов, входящих в 1-ю и 2-ю фракции, степень отвердевания которых при 0°C составляет 75%, в то время как в 3-й — лишь 28%. Высокая степень отвердевания 1-й фракции сохраняется вплоть до 30°C, 2-й — до 20°C, а для цельного молочного жира — до 16°C, 3-я фракция не достигает такого уровня твердого жира и при 0°C. Полное расплавление 1-й фракции наступает при 48°C, 2-й — при 36°C и 3-й — при 15°C.

Дифференцирование интегральных кривых плавления дает более полную картину состава и свойств полученных фракций. В твердой фазе (на рис. 2 представлена зависимость удельного ее расширения D от t) цельного молочного жира отмечается семь глицеридных групп, из них наиболее выраженные с максимумами плавления при 8, 20 и 30°C, наибольший удельный вес приходится на вторую группу.

По дифференциальной кривой наиболее высокоплавкой фракции в ее твердой фазе четко вырисовывается четыре группы глицеридов с тем-

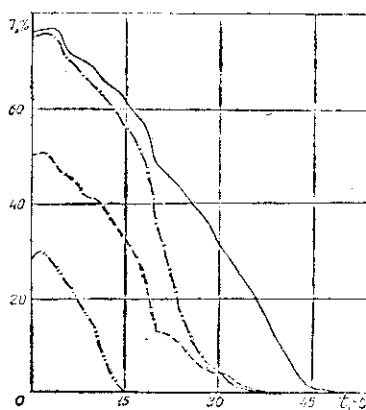


Рис. 1. Зависимость T от t после быстрого охлаждения:
 — цельный жир, фракции:
 ······ 1-я, —·—·—· 2-я,
 - - - - 3-я.

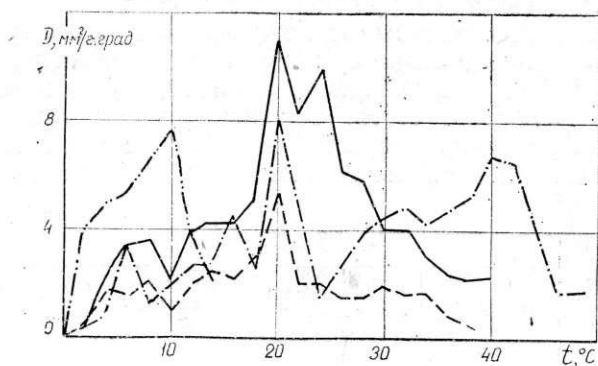


Рис. 2. Обозначения по рис. 1.

температурами максимумов плавления 6, 16, 20 и 32—40°C. Первые три более легкоплавкие группы, охватывая узкие группы глициридов, дают острые пики плавления, из них наиболее выражен пик плавления при 20°C. Последняя высокоплавкая группа охватывает очень широкую группу глициридов с диапазоном плавления в 22°C, в ней можно

выделить две родственные группы с температурами максимумов плавления при 32 и 40°C. Эта группа составляет основу 1-й фракции, определяя плавкость и способность ее к отвердеванию. Первые три более легкоплавкие группы, видимо, обуславливают повышенное йодное число. При повышении скорости снятия диатометрических кривых в 1-й фракции выделится в основном лишь две группы глициридов с диапазоном плавления 1-й группы от 2 до 24°C, 2-й — от 24 до 40°C. Возможно, что легкоплавкая группа глициридов ЛГГ является результатом адсорбции высокоплавкой группой глициридов ВГГ при выкристаллизовывании из расплава молочного жира. Последующие микро- и рентгеноструктурные исследования позволяют определить природу этих групп глициридов. Следует подчеркнуть, что пики плавления легкоплавких групп 1-й фракции хорошо согласуются с таковыми цельного жира, что указывает на возможность образования этими группами самостоятельных смешанных кристаллов.

Вторая фракция по дифференциальной кривой больше всего напоминает цельный молочный жир, но только в ней ярче выражены среднеплавкие пики плавления с максимумами при 20 и 24°C, составляющие основу фракции. Твердая фаза этой фракции, как показывает дифференциальная кривая дилатации, охватывает более узкую группу глициридов с более однородным химическим составом по сравнению с 1-й фракцией.

Третья фракция — наиболее легкоплавкая, твердая фаза ее выше 0°C имеет только один пик плавления с максимумом при 10°C, представляет собой практически однородную и узкую группу глициридов. Максимум плавления ее совпадает с таковым дифференциальной кривой легкоплавких компонентов цельного молочного жира.

Следует подчеркнуть, что дифференциальные кривые плавления фракций очень хорошо повторяют таковую цельного молочного жира, в то время как фракции, полученные дробной кристаллизацией из ацетона [2], хотя и мало отличаются по жирнокислотному составу от естественных фракций, однако дифференциальные кривые плавления их имеют значительные отличия от таковой цельного молочного жира. Это, видимо, обязано существенным различиям в глициридном составе естественных фракций и полученных дробной кристаллизацией из ацетона. Знание жирнокислотного состава жира не дает еще полного представления о его свойствах, так как даже при одинаковом жирнокислотном составе возможно их различное распределение в триглицеридах, что обуславливает физико-химические свойства молочного жира. Сня-

тие дифференциальных dilatометрических кривых плавления естественных фракций молочного жира дополняет характеристику свойств молочного жира и позволяет судить о его триглицеридном составе. Таким образом, изучение процессов отвердевания естественных фракций молочного жира дает возможность получить объективную характеристику группового состава и свойств молочного жира с целью научного обоснования направленного регулирования консистенции сливочного масла, а также рационального использования этих фракций при выработке высококачественных пищевых продуктов.

ВЫВОДЫ

1. Снятие кривых отвердевания и плавления методами дифференциально-термического и микроструктурного анализов и определение точек отвердевания в приборе Жукова дали возможность установить температуры массовой кристаллизации основных групп глицеридов при 20 и 11°C для получения естественных фракций молочного жира.

2. Изучение процессов отвердевания естественных фракций показало совпадение пиков плавления групп глицеридов с таковыми цельного молочного жира.

3. Для изучения свойств и химического состава молочного жира следует использовать не только метод определения жирнокислотного состава, но и распределение групп глицеридов по естественным фракциям и анализ кинетики их отвердевания по дифференциальным кривым.

ЛИТЕРАТУРА

1. Докладов Г. В. Молочная промышленность, № 12, 26, 1957.
2. Докладов Г. В. Фазовые изменения молочного жира и их роль в формировании консистенции масла. Докт. дисс., Л., 1961.
3. Mitchell F. & Fellewell J. Dairy Industry, 35, № 7, 424; № 8, 502, 1970.

Кафедра технологии молока
и молочных продуктов

Поступила 9 III 1972