

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОХЛАЖДЕНИЯ НА ПОЛУЧЕНИЕ
ФРАКЦИЙ МОЛОЧНОГО ЖИРА

Т. А. СТЕПАНЕНКО, Г. В. ТВЕРДОХЛЕБ

Киевский технологический институт пищевой промышленности

Изучалось влияние температуры и способа охлаждения на количественную и качественную характеристики естественных фракций молочного жира. Фракции выделяли путем охлаждения расплава чистого молочного жира до определенной температуры с заданной скоростью и отделением полученной закристаллизованной массы от незакристаллизованного жидкого жира [1—5].

Чистый молочный жир выплавляли из сливочного масла при 60°C. Расплавленную массу помещали в холодильник, что давало быстрое и полное отделение плазмы масла. Затем жир слегка подогревали и отфильтровывали.

Для получения фракций применяли четыре режима охлаждения расплава молочного жира: 1-й — медленное от 45—50°C до заданной со скоростью 0,5°C в час; 2-й — режим 1-й с последующим повышением температуры на 10°C от конечной; 3-й — быстрое охлаждение в водяной бане с заданной температурой до установления таковой в самом жире; 4-й — охлаждение по режиму 3-му с перемешиванием жира.

Иодное число исследуемого жира (по Ганусу) 39,9; температура плавления $t_{пл}$ 32,2°C.

Для ускорения охлаждения по режимам 1, 2 можно применить скорость охлаждения 2°C в час от 45 до 35°C, в дальнейшем охлаждение проводить со скоростью 0,5°C в час. Выдержка жира при режимах быстрого охлаждения 1 час [6].

Для разделения закристаллизованной массы на легко- и высокоплавкую фракции использовали центрифугирование, фильтрование под вакуумом и прессование. Для сравнения разделения при различных режимах охлаждения проводили фильтрование с помощью вакуум-насоса ВН-461М, диаметр воронки Бюхнера 7 см. Количество жира при всех режимах охлаждения было одинаковым.

При охлаждении с перемешиванием жир довольно быстро принимал температуру окружающей среды. Получалась кремообразная масса с очень трудноотделяемым жидким жиром. Отделение последнего возможно было только фильтрованием под вакуумом при очень тонком слое жира на фильтре. Даже при этом процесс идет с большим трудом и длительно. Чем ниже температура охлаждения, тем труднее отделяется жидкий жир и тем больше его оставалось в твердой фракции. Например, при охлаждении жира до 15°C жидкой фракции получили только 18,5% с $t_{пл}$ 16,4°C, $t_{пл}$ твердой фракции 35,6°C. С повышенным темпе-

Таблица 1

t выделен. фракций, °C	Режим 1				Режим 2				Режим 3				Режим 4				
	твердая фракция		жидкая фракция		твердая фракция		жидкая фракция		твердая фракция		жидкая фракция		твердая фракция		жидкая фракция		
	содер- жание, %	t _{пл} , °C	содер- жание, %	t _{пл} , °C	содер- жание, %	t _{пл} , °C	содер- жание, %	t _{пл} , °C	содер- жание, %	t _{пл} , °C	содер- жание, %	t _{пл} , °C	содер- жание, %	t _{пл} , °C	содер- жание, %	t _{пл} , °C	
25	28,4	41,3	71,6	19,4	25-35	14,7	42,5	85,3	27,6	30,2	41,5	69,8	25,5	34,8	59,6	65,2	27,8
22	35,4	40,8	64,6	18,8	22-32	17,1	42,0	82,9	24,8	40,2	39,5	59,8	23,8	51,0	38,8	49,0	26,0
20	37,1	39,8	62,9	17,4	20-30	33,4	41,6	66,6	21,3	46,1	39,1	53,9	21,6	48,8	38,0	51,2	21,8
18	41,5	38,8	58,8	17,2	18-28	36,0	41,1	64,0	19,3	53,7	38,2	46,3	16,8	70,3	36,2	29,7	19,2
15	63,2	38,5	36,8	13,8	15-25	40,2	40,4	50,8	17,2	81,2	36,8	18,8	15,5	81,5	35,6	18,5	16,4

ратуры охлаждения уменьшается различие между твердой и жидкой фракциями. Так, разница в $t_{пл}$ фракций составляет только 12°C при охлаждении жира до 22—25°C.

При охлаждении по режиму 3 до 25 и 22°C в основном выкристаллизовываются высокоплавкие триглицериды. Снижение температуры охлаждения до 15—18°C вызывает частичную кристаллизацию и легкоплавких глицеридов. Происходит массовая кристаллизация с выделением большого количества тепла, поэтому задерживается восприятие жиром температуры охлаждающей среды. Очевидно, если существует необходимость ускорить процесс, охлаждение нужно вести в бане с температурой на 5—10°C ниже заданной. Масса отвердевшего жира получается плотная, мелкокристаллическая, фильтрование под вакуумом происходит в тонком слое жира на фильтре (до 10 мм) легче, чем при режиме 4.

Сравнивая 3-й и 4-й режимы охлаждения, видим, что перемешивание способствует образованию кремообразной массы, а это значительно ухудшает возможность разделения. Температура плавления твердой фракции при использовании режима 4 понижается, а жидкой—повышается. Это объясняется образованием смешанных кристаллов из триглицеридов с широким диапазоном плавления. Перемешивание способствует вовлечению более легкоплавких глицеридов [7]. Увеличение процентного содержания твердой фракции подтверждает образование большого количества мелких кристаллов, которые благодаря большой поверхности хорошо смачиваются жидким жиром и с трудом от него отделяются. Например, режим охлаждения 3 до 25°C дает 30,2% твердой фракции, а режим охлаждения 4 до этой же температуры 34,8%, при 22°C соответственно 40,2 и 51%.

При медленных режимах охлаждения 1 и 2 отвердевшие глицериды представляют собой крупные кристаллы в жидком жире [7]. Фракции легко и быстро разделяются на фильтре при вакуумировании, дают твердую и жидкую с различием в $t_{пл}$ до 25°C. При режиме охлаждения 2 нагрев уже закристаллизованной массы на 10°C дает возможность выплавиться более легкоплавким триглицеридам. Закристаллизованными остаются только те, у которых $t_{пл}$ выше температуры ступенчатого нагрева.

Известно, что между температурами плавления и отвердевания молочного жира существует разрыв в несколько градусов. Это свойство используется в режиме охлаждения 2. Наблюдение процесса при медленном охлаждении под микроскопом показывает, что идет послойная кристаллизация, размер кристалла увеличивается. Если затем нагреть жир на 10°C , кристаллы сохраняются, только немного уменьшаются в размерах. Как следует из табл. 1, этот нагрев увеличивает температуру плавления жидкой фракции вследствие частичного расплавления кристаллов, которые обогащают жидкий жир более высокоплавкими компонентами. Например, медленное охлаждение жира до 25°C без нагрева дает легкоплавкую фракцию с $t_{пл} = 19,4^{\circ}\text{C}$, последующий нагрев на 10°C увеличивает $t_{пл}$ жидкой фракции до $27,6^{\circ}\text{C}$. Температура плавления твердой фракции изменяется незначительно, хотя количество ее при режиме 1 намного больше. Чем больше разница в содержании твердых фракций режимов 1 и 2, тем больше различие в температуре плавления жидких фракций. Режим охлаждения 2 рекомендуется использовать для получения достаточно чистых высокоплавких фракций.

Исследована способность разделения закристаллизованной массы жира на твердую и жидкую фракции методом фильтрования под вакуумом, центрифугирования и прессования [8]. Установлено, что при использовании режимов медленного охлаждения центрифугирование при 6000 об/мин приводит к разделению закристаллизованной массы на твердую и жидкую фракции, но полученный осадок содержал большое количество жидкого жира и нуждался в дополнительном фильтровании под вакуумом. При использовании режима быстрого охлаждения при увеличении числа оборотов центрифуги до 2000 об/мин удается отделить твердую фракцию, но с большим количеством жидкого жира.

Применение фильтрования под вакуумом на воронке Бюхнера с использованием вакуум-насоса дает хорошие результаты только при пропускании малых порций закристаллизованной массы жира (не больше $10-12 \text{ мл}$). Фильтрование проводили через бумажный фильтр в 1 слой при толщине жира на фильтре 10 мм , температура фильтрования соответствовала температуре охлаждения, время составляло $15-20 \text{ мин}$.

Отделение твердой фракции методом прессования возможно только для режимов медленного охлаждения. По сравнению с методами центрифугирования и фильтрования под вакуумом прессование позволяет производить разделение быстрее, со значительно большей производительностью. Степень отделения жидкого жира зависит от высоты слоя жира в салфетке (при использовании винтового ручного пресса УСА-1М оптимальное количество $120-150 \text{ г}$), давления, времени прессования — достаточно 10 мин , более длительное прессование не увеличивает выхода жидкой фракции. Можно использовать несколько рядов салфеток, но между ними необходимо прокладывать металлические диски.

Таблица 2

Режим охлаждения	Содержание твердого жира, %, при температуре, $^{\circ}\text{C}$				
	25	22	20	18	15
1	5,59	7,66	8,31	9,57	19,66
3	5,87	8,18	10,02	12,59	20,66

Дилатометрически [9] определили степень отвердевания жира, моделируя режимы 1 и 2 (табл. 2). Выяснилось, что они дают почти одинаковое количество закристаллизованного жира, так как применяемые температуры охлаждения довольно

высокие и обуславливают выкристаллизовывание преимущественно высокоплавких глицеридов. В то же время, как показывают данные табл. 1, режим охлаждения существенно влияет на соотношение жидкой и твердой фаз, твердая фракция обогащена жидкой и разделение их затруд-

нено. Разделение фракций более успешно при использовании медленных скоростей охлаждения.

ВЫВОДЫ

1. При разделении жира на твердую и жидкую фракции наилучшим является медленное охлаждение. Для получения достаточно чистой высокоплавкой фракции используется режим охлаждения со скоростью $0,5 \text{ град/час}$ до заданной температуры и последующим повышением на 10 град . Разделение производится при температуре нагрева.

2. Самым высокопроизводительным и удобным методом разделения является прессование, которое можно использовать при медленных режимах охлаждения. Быстрое охлаждение дает трудноразделимые фракции. Производить их разделение можно при фильтровании под вакуумом в тонком слое жира на фильтре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schuis M. E., Timmen. XVII Int. Dairy Congr., 155, 1966.
2. Vasik J., de Man J. M. XVII Int. Dairy Congr., 149, 1966.
3. Шаданугина Э. П., Коваленко М. С. Молочная пром-сть, № 2, 22, 1968.
4. Jebson R. S. XVIII Int. Dairy Congr., A. 4, 2, 2406, 1970.
5. Asbjorn Fjaeroll. J. Dairy Industry, 35, № 7, 424, № 8, 502, 1970.
6. Авторская заявка № 1677796/28—13, решение от 20 апреля 1972.
7. Казанский М. М., Твердохлеб Г. В. Молочная пром-сть, № 10, 35, 1960.
8. Либсман С. Г., Тузова Н. И., Куликова Е. Ю. Тр. Всес. и.-и. ин-та мясной пром-сти, вып. 23, 1970.
9. Твердохлеб Г. В. Изв. вузов СССР, Пищевая технология, № 1, 122, 1961.

Кафедра технологии молока
и молочных продуктов

Поступила 21 I 1972