

## РАЗРАБОТКА СКОРОСТНОГО МЕТОДА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ С13 ТОПЛЕНЫХ ГОВЯЖЬИХ ЖИРОВ

С.Г. Лисберман, М.Н. Патрашев, Н.Н. Тузова, Е.Ю. Куликова

Говяжьи и бараньи жиры обладают сравнительно высокой температурой плавления и низкой усвоемостью (90%), что ограничивает непосредственное их использование в таком виде на пищевые цели.

При медленном охлаждении жиров до определенной температуры, содержащиеся в них триглицериды с высокой температурой плавления (тристеарин и трипальмитин) будут кристаллизоваться, в то время, как триглицериды с низкой точкой плавления останутся жидкими.

Полученный путем кристаллизации говяжьего жира при температуре 30–32°C и удалением из него прессованием высокоплавкой фракции (олео-стеарина) – олео-маргарин (олео-эйль) является основным видом сырья для маргарировской промышленности. Олео-маргарин при температуре плавления 28–32°C обладает вкусовой легкоплавкостью и пластичной консистенцией, воспроизводящей физические свойства молочного жира. В свою очередь физические показатели жировой основы маргарина должны соответствовать константам олео-маргарина. Олео-маргарин по своему жирнокислотному составу и усвоемости отвечает всем требованиям на диетический жир.

Общепринятый процесс кристаллизации высокоплавких жиров (говяжьих, бараньих) осуществляется в промышленности одноступенчато, в статических условиях при медленном их охлаждении. В этих условиях обеспечивается образование крупных кристаллов тугоплавких глицеридов, однако при этом получается наименьшее количество центров кристаллизации, так как процесс осуществляется без применения побудителей.

Практически олео-маргарин (олео-ойль) из говяжьего жира получается в результате охлаждения массы жира от  $60^{\circ}\text{C}$  до  $34-35^{\circ}\text{C}$  в ее центре. Процесс кристаллизации жира протекает в изолированной камере (термокамере), в которой поддерживается стабильная температура  $29-32^{\circ}\text{C}$ . В этих условиях продолжительность кристаллизации жира в металлических тележках ёмкостью 300 кг составляет 65 часов.

Одним из основных путей интенсификации процесса кристаллизации жира является: быстрое охлаждение жира в тонком слое, введение затравок, энергичное перемешивание, встряхивание, вибрация и другие колебания среды, которые повышают скорость образования центров кристаллизации.

Указанные выше факторы, создают движение среды, которое благоприятствует сближению минимального количества молекул, необходимого для образования центров кристаллизации, и способствует росту кристаллов. При этом кристаллы имеют более однородную структуру.

Кристаллизация также может быть осуществлена в жидкой фазе с растворителями. В этом случае скорость разделения жира выше. Однако расходы на извлечение растворителя, например, гексана, очень высоки, а применяемое оборудование должно быть огнестойким, и продукт может быть использован на пищевые цели только после дезодорации.

Кристаллические центры жиров образуются в точках с наиболее низкой температурой, т.е. около стенок и дна. Повышается температура среды, вследствие выделяющейся теплоты.

Увеличиваясь до определенной величины, кристаллы под действием сил тяжести и различных удельных весов жидкой и твердой фракции медленно осаждаются на дно кристаллизатора.

Закристаллизованную массу разделяют на жидкую и твердую фракции путем прессования или центрифугирования.

Целью нашей работы было исследование влияния тонкого слоя, перемешивания, добавления затравок на скорость кристаллизации кира.

Чтобы установить влияние добавления затравок и перемешивания кира на скорость кристаллизации были проведены опыты в формах емкостью 10 и 20 кг при температуре помещения 30-32°С.

Нами устанавливалось оптимальное количество добавляемой затравки, обеспечивающее необходимую скорость кристаллизации для получения максимального выхода жидкой фракции. Значительное увеличение количества затравки может снизить использование емкости кристаллизаторов и качество продукции. Большое количество кристаллов в жидкости мешает один другому двигаться, что уменьшает скорость кристаллизации. Однако, в этом случае кристаллы будут находиться ближе друг к другу, что препятствует образованию на кристаллах толстого неподвижного слоя жидкости и должно увеличить скорость кристаллизации. Оптимальным количеством добавляемой затравки можно считать 1%. Было установлено, что добавление затравки позволяет лишь незначительно ускорить процесс кристаллизации.

Скорость кристаллизации зависит от толщины неподвижного слоя, прилипшего к кристаллу. Но толщина неподвижного слоя зависит от скорости движения кристалла по отношению к окружающей массе: чем быстрее это движение, тем меньше толщина неподвижного слоя и больше скорость кристаллизации. Поэтому такое важное значение имеет перемешивание кристаллизующейся массы. Кристалл по отношению к окружающему веществу движется лишь под влиянием силы тяжести. При отсутствии перемешивания кристаллы постепенно осели бы на дне

и кристаллизация вследствие этого замедлилась бы в десятки раз. Основное назначение мешалки — это не позволить кристаллам осесть. Так как кристаллы медленно падают в вязкой среде, то достаточно и медленного перемешивания массы. Ускорение движения мешалок не дает никакого эффекта, так как увеличивает истирание кристаллов и уменьшает их размеры. Следует учесть, что мелкие кристаллы из-за большой своей удельной поверхности трудно отделяются от жидкой фазы при прессовании.

Исследовалось влияние периодичности перемешивания жира на скорость процесса кристаллизации. Перемешивание осуществляли через каждые 5, 15, 30 мин. и непрерывно. В результате опытов пришли к выводу, что оптимальным является перемешивание через 15 минут. Длительность кристаллизации при этом по сравнению с кристаллизацией в статических условиях сокращается с 10 до 5 час. (в формах емкостью 10 кг) и с 22-24 час. до 8-10 (в формах емкостью 20 кг).

Динамика процесса кристаллизации при перемешивании характеризуется кривой, приведенной на рис. 1.

Полученные экспериментальные данные указывают наличие двух периодов в процессе кристаллизации жира: период постоянной скорости охлаждения жира и период падающей скорости. Начальный период процесса, протекающий с возрастающей скоростью, характеризуется сравнительно быстрым охлаждением жира при стабильной температуре окружающего воздуха до его помутнения и начала застывания. Этот период характеризуется началом кристаллизации жира. При этом падение температуры приостанавливается, а затем начинает подниматься за счет тепла, выделяющегося при кристаллизации. После того как жир закристаллизуется начинается дальнейшее медленное понижение его температуры. Так, если в начале про-

цесса за I час температура жира снижается примерно на  $10^{\circ}\text{C}$ , через два часа падение температуры прекращается, начинается кристаллизация жира при постоянной температуре. Длительность этого процесса около четырех часов.

Через 6 час. кристаллизация жира заканчивается. Начинается медленное охлаждение до температуры окружающей среды.

Полученные из закристаллизованной массы после ее прессования жидкая и твердая фракции и исходный жир анализировали с целью определения температуры плавления, кислотного, перекисного и иодного чисел.

В табл. I приведены результаты этих анализов. Из таблицы видно, что температура плавления жидкой фракции находится в пределах  $28\text{--}30^{\circ}\text{C}$ , что соответствует требованиям на этот продукт.

Следует отметить, что кислотные и перекисные числа жидкой фракции несколько выше исходного, в то время как в твердой фракции — во всех случаях ниже.

Такая закономерность подтверждается тем, что гидролитические и окислительные процессы в первую очередь происходят с непредельными кислотами жира, основная масса которых переходит в жидкую фракцию. Аналогичные выводы можно сделать и относительно иодного числа жидкой фазы, которая выше исходного жира (на 10 единиц) и стеарина (на 20 единиц).

Определяли также жирнокислотный состав полученной жидкой фракции и исходного жира и содержание в них твердых триглицеридов.

В состав жира входят различные высокомолекулярные насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Определение жирнокислотного состава проводили методом газожидкостной хроматографии.

Полученные средние данные приведены в таблице 2.

Таблица I

№ п/п	Температура плавления, °С			Кислотное число		Перекисное число		Иодное число				
	Исходный жир	Жидкая фракция	Твердая фракция	Исходный жир	Жидкая фракция	Твердая фракция	Исход-жир	Жидкая фракция	Твердая фракция	Исход-жир	Жидкая фракция	Твердая фракция
I	47	28	51	0,71	0,78	0,58	0,02	0,07	0,03	33	47	29
2	48	28	51	0,75	0,9	0,32	0,05	0,03	0,01	38	46	28
3	49	30	52	0,72	0,71	0,6	0,02	0,03	0,02	37	46	28
4	48	29	51	0,75	0,76	0,6	0,02	0,04	0,02	38	47	29

Таблица 2

Жирные кислоты	Жидкая фракция, %	Исходный жир, %
Миристиновая <sup>x)</sup>	1,3	3,0
Миристолеиновая	0,4	-
Пальмитиновая	18,6	29,2
Пальмитолеиновая <sup>x)</sup>	2,6	-
Стеариновая	14,7	23,0
Олеиновая	52,1	41,7-
Линолевая	8,2	4,1

<sup>x)</sup> Миристиновая и пальмитолеиновая в исходном жире не определялись.

Как видно из таблицы, содержание иенасыщенных жирных кислот в жидкой фракции значительно выше, чем в исходном жире.

Для определения содержания твердых триглицеридов в жидкой фракции был использован также дилатометрический метод.

Результаты, полученные при исследовании жира этим методом имеют большое значение для оценки консистенции и пластичности. Так, если содержание твердых триглицеридов при 20°С ниже 10%, то жир обладает мягкой махущейся консистенцией. При наличии твердых глициридов более 22% при этой же температуре жир имеет излишне твердую рассыпчатую консистенцию. Хорошей консистенции жира должно соответствовать содержание твердых триглицеридов порядка 18-22% при температуре 20°С. Результаты дилатометрических исследований приведены на рис. 2, из которого видно, что при 20°С количество твердых триглицеридов в полученной нами жидкой фракции до 15%. Консистенция жира приближается к махущейся.

На основе полученных данных можно сделать вывод, что наилучший эффект по ускорению процесса кристаллизации достигается при перемешивании.

Оптимальный режим кристаллизации топленого жира:

	<u>емкость</u> 10 кг	<u>формы</u> 20 кг
Температура помещения	30-32 <sup>0</sup> С	30-32 <sup>0</sup> С
Периодичность перемешивания через	15 мин.	15 мин.
Продолжительность кристаллизации	5 час.	8-10 час.
Выход жидкой фракции	60-65%	60-65%

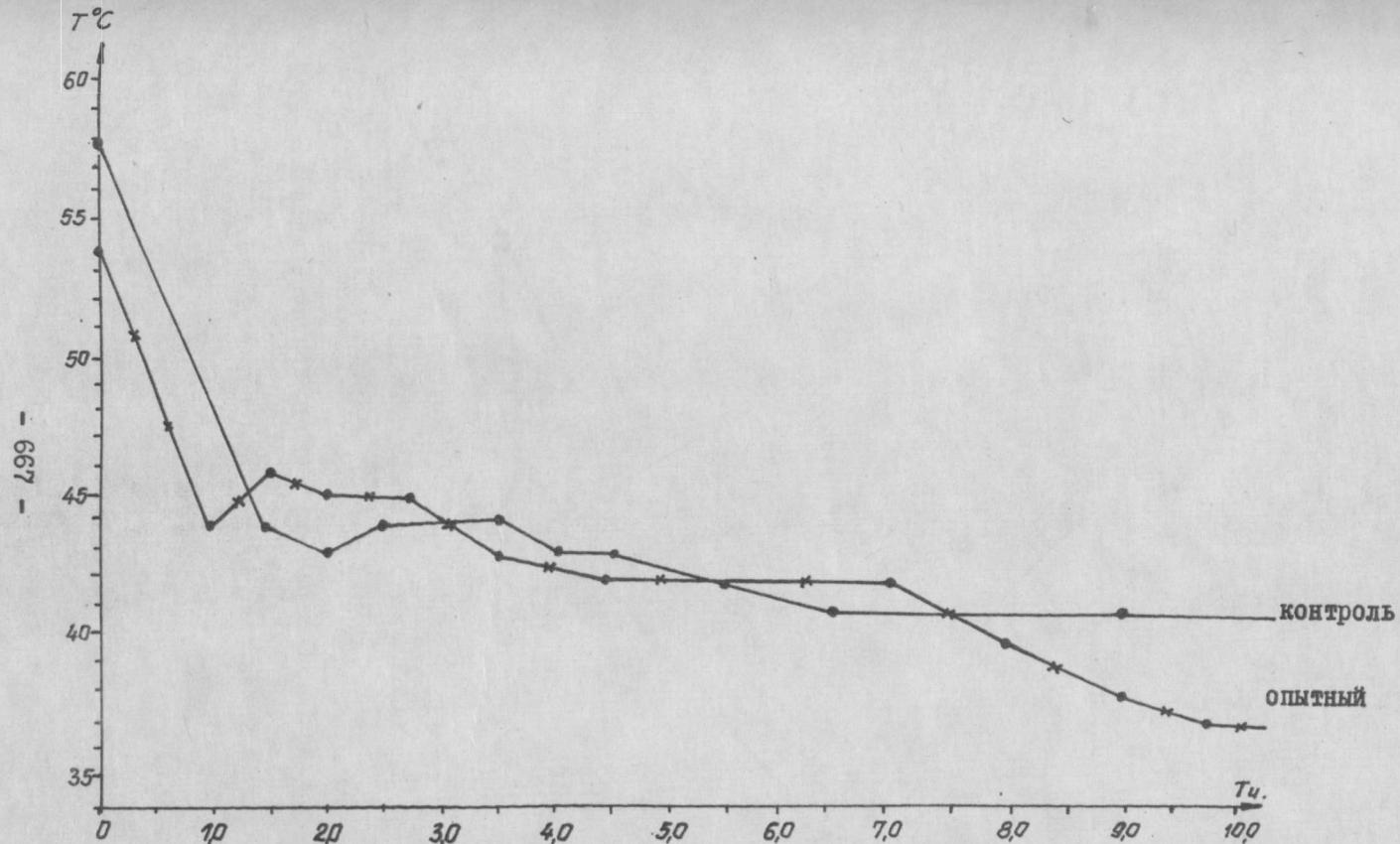


Рис.1. Динамика процесса кристаллизации жира при перемешивании

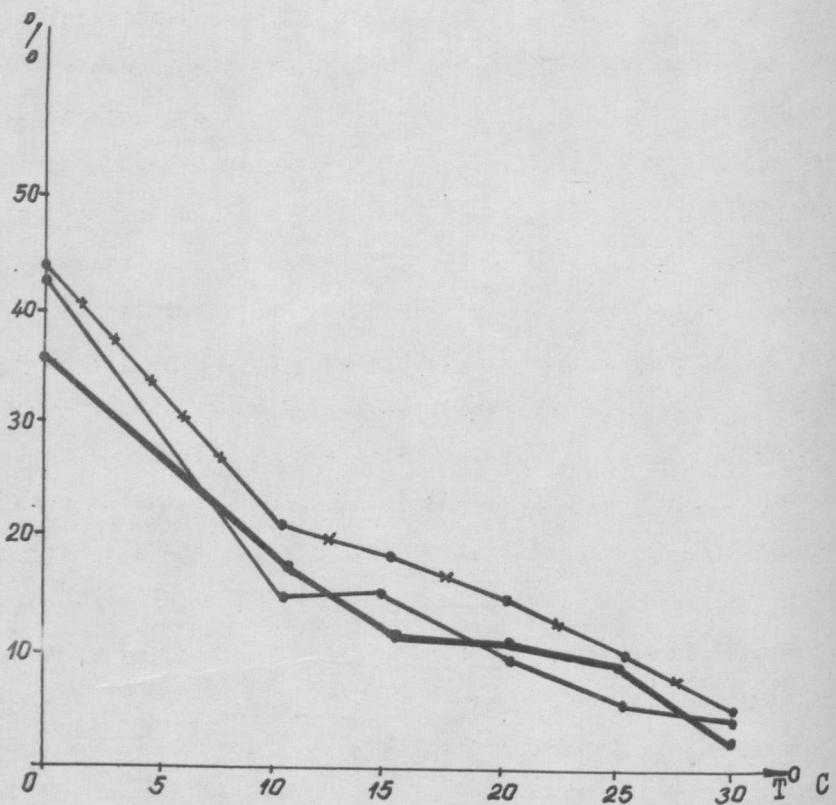


Рис.2. Содержание твердых триглицеридов в жидкой фракции