

# Технология производства маргарина,

## обогащенного омега-3 жирными кислотами

**Пернилле Герстенберг Киркеби,**  
технолог фирмы «Герстенберг Шредер»,  
Дания

Известно, что жиры и масла играют важную роль в питании человека, так как они являются необходимым источником энергии и обеспечивают организм жизненно важными жирными кислотами. Хотя рацион питания современного человека богат жирами, большая часть населения не получает необходимого количества эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), которые обычно присутствуют в морепродуктах.

Докозагексаеновая кислота (ДГК) принадлежит к группе полиненасыщенных длинноцепочечных жирных кислот омега-3. Ряд клинических исследований показал, что добавление ДГК в пищу приводит к снижению уровня триглицеридов в сыворотке и улучшению соотношения между липопротеидами высокой плотности (ЛВП) и липопротеидами низкой плотности (ЛНП). Это означает, что ДГК может играть кардиозащитную роль. Другие исследования показывают, что некоторые уровни ДГК в плазме крови важны для развития детей. Возможность применения ДГК для профилактики и лечения других заболеваний, таких как рак, псориаз, воспалительные и возрастные заболевания, все еще изучается. Этот список болезней – всего лишь пример, взятый из опубликованных исследований, и не должен рассматриваться как исчерпывающий.

Обогащать привычную пищу функциональными ингредиентами и таким образом увеличивать потребление определенных веществ (например, ДГК)

возможно. Потребитель улучшает состояние своего здоровья без изменения привычного рациона питания. Это основа для растущего интереса к

функциональным продуктам питания, содержащим ингредиенты, полезные для здоровья и даже предупреждающие некоторые болезни. Уже несколь-



Рис.1. Пин-ротор «GS»

Таблица 1. Состав жировой смеси для производства маргарина

Ингредиенты	ДГК-смесь, (%)	Стандартная жировая смесь, (%)
Body fat 62	37	-
Саломас 41 /42 °С	-	20
Саломас 35/36 °С	-	20
Растительное масло	62	60
ДГК	1	-

Таблица 2. Содержание твердых триглицеридов в жировой смеси при различной температуре

Температура, °С	Массовая доля твердых триглицеридов, %	
	ДГК-смесь	Стандартная
10	27	28
20	14	14
30	5	3
40	-	-

Таблица 3. Температура хладагента и скорость вращения пин-ротора при выработке маргарина

Образец	Температура хладагента (NH <sub>3</sub> ), °С			Скорость вращения пин-ротора, об./мин
	1-я ступень охлаждения	2-я ступень охлаждения	3-я ступень охлаждения	
1	- 5	- 5	- 5	50
2	- 5	- 5	- 5	250
3	- 5	- 5	- 5	500
4	- 15	- 5	- 5	500
5	- 15	- 5	- 5	250
6	- 15	- 5	- 5	50

ко десятилетий в западных странах существует полезный для здоровья маргарин, обогащенный ПНЖК. Этот продукт содержит заявленный минимальный уровень полиненасыщенных и других эссенциальных жирных кислот и, как правило, небольшое количество соли. Уже многие годы на европейском рынке существуют мягкие маргарины, содержащие рыбий жир и, следовательно, богатые омега-3 ПНЖК. Их выпускают под торговыми названиями «Раст», «Омега» и «Blue Gaio».

Источником ДГК в исследованном столовом маргарине являлись штаммы морских водорослей, из которых получают растительное масло с высоким содержанием ДГК. В целях снижения содержания транс-изомеров жирных кислот (ТИЖК) в маргарине использовали жировую смесь, основу которой составлял переэтерифицированный жир. Было испытано несколько температурных режимов охлаждения совместно с разными уровнями механической обработки (различные скорости вращения (об./мин) пин-ротора – рабочего элемента декристаллизатора, рис. 1). При этом исследовали возможность увеличения срока годности полученного маргарина до 6 мес.

В состав жировой смеси для производства маргарина входили: переэтерифицированная жировая смесь Body fat 62 («AarhusKarlshamn», Дания); растительное масло из морских водорослей, содержащее 40 % ДГК («Martek Biosciences Inc.», США); эмульгатор и ароматизатор датской компании «Danisco A/S». В качестве антиоксидантов использовали трехкомпонентную смесь из токоферола

(2 %), аскорбин пальмитата (0,1 %) и лецитина (0,5 %).

В табл. 1 показан состав жировой смеси, используемой для производства мягкого столового маргарина, содержащего ДГК. Для сравнения дана стандартная жировая смесь для мягкого столового маргарина. Необходимо

заметить, что эта смесь содержит частично гидрогенизированное соевое масло и соответственно содержит от 15 до 20 % ТИЖК, в зависимости от условий процесса гидрогенизации.

До начала производства маргаинов была получена информация о характеристиках жировой смеси. Было определено содержание твердых триглицеридов в жировой смеси при различной температуре (табл. 2), которое практически соответствовало аналогичному параметру в стандартном мягком столовом маргарине.

Переэтерифицированные жировые смеси ведут себя иначе при кристаллизации по сравнению с гидрогенизированными смесями. Поэтому необходимо внимательно следить за составом и технологическими параметрами при производстве маргаинов и спредов с переэтерифицированными жировыми смесями.

Мягкий столовый маргарин был изготовлен на лабораторном оборудовании следующей комплектации: насос высокого давления, первый охлаждающий цилиндр с промежу-



Рис. 2. Скреповый теплообменник GS Перфектор 125

Таблица 4. Распределение капель воды различных размеров в жировой эмульсии

Распределение по объему	Размер капель, мкм					
	образец 1	образец 2	образец 3	образец 4	образец 5	образец 6
2,5 % <	0,9	0,9	1,0	1,2	1,2	1,3
50,0 % <	2,9	3,0	2,9	2,8	2,8	2,8
47,5 % <	9,6	9,6	9,1	6,8	6,4	5,7

Таблица 5. Перекисные числа образцов маргарина

Срок хранения	Перекисное число, мэкв/кг					
	образец 1	образец 2	образец 3	образец 4	образец 5	образец 6
3 мес	1,19	1,16	1,17	1,30	1,26	1,25
6 мес	2,57	2,20	2,29	2,17	2,23	2,03

точным декристаллизатором, второй охлаждающий цилиндр, третий охлаждающий цилиндр, пин-ротатор (объемом 2 л), упаковочная машина.

Продукт перекачивался насосом высокого давления производительностью 90 кг/ч на первую охлаждающую секцию скребкового теплообменника Перфектор, (рис. 2), на которой охлаждается эмульсия и зарождаются центры кристаллов с их последовательным ростом. До вхождения на вторую охлаждающую секцию полукристаллизованная эмульсия проходит через промежуточный декристаллизатор, установленный непосредственно на вале первого охлаждающего цилиндра. Промежуточный декристаллизатор применяется для механической обработки продукта, придавая ему однородность, пластичность и мягкость. После 2-й и 3-й ступеней охлаждения кристаллизованный жир перед фасовкой окончательно обрабатывается на пин-ротаторе.

В промежуточном декристаллизаторе скорость вращения зависит от скорости перемешивания в первом охлаждающем цилиндре. А в пин-ротаторе, как в отдельном узле, существует независимое регулирование скорости вращения.

Вырабатывали маргарин при медленной, средней и высокой скоростях вращения пин-ротатора. В табл. 3 показаны технологические параметры пин-ротатора, примененные при выработке маргарина.

Исследованные образцы можно разделить на 2 группы: образцы 1 – 3, где температура на всех трех ступенях охлаждения была минус 5 °С, и образцы 4 – 6, где температура на 1-й ступени была минус 15 еС. Хладагентом служил аммиак. Для каждого температурного режима применялась разная скорость вращения пин-ротатора.

Оптимальное соотношение между температурой охлаждения и скоро-

стью пин-ротатора определяли с помощью оценки различных уровней содержания твердых триглицеридов. Образцы отбирали после прохождения каждой охлаждающей секции и после пин-ротатора для определения содержания твердых триглицеридов при 20 °С. На рис. 3 показано содержание твердых жиров на различных этапах производства мягкого столового маргарина. Параметр SFC1 соответствует содержанию твердых триглицеридов после 1-й ступени охлаждения и т.д.

Различные уровни содержания твердых триглицеридов для всех образцов повышались после каждой ступени охлаждения. Однако необходимо заметить, что образцы 4 – 6 с самого начала показывали более высокое содержание твердых триглицеридов на стадиях SFC1 и SFC2 по сравнению с образцами 1 – 3. Это означает, что интенсивное охлаждение с самого начала вызывает формирование кристаллов.

Можно ожидать, что содержание твердых триглицеридов после пин-ротатора останется тем же или снизится. Так как рабочая функция

На правах рекламы



**АНТАГРО - ДЛЯ ПРОЦВЕТЕНИЯ ВАШЕГО БИЗНЕСА**

**Оборудование** (скребковые теплообменники) для производства маргарина и спреда. Гомогенизаторы для производства майонеза, кетчупа, соусов, производства «Герстенберг Шредер» (Германия-Дания).

**Оборудование** для расфасовки сливочного масла, спреда, маргарина, творога и пр. в стаканчики, производства «Бенхил» (Германия). Упаковщики стаканчиков, брикетов и бутылок в картонные короба. Упаковщики пищевых жиров в короба (bag-in-box), производства «Паттин» (Бельгия). Оборудование для формирования, наполнения и запаивания стоячих пакетов «дой-пак».

**Поставляем** комплектные линии, отдельные узлы и запасные части к оборудованию.

**АГРОПРОДМАШ**  
павильон 8 зал 1  
стенд № 8 1 С60

ЗАО Антагро, 105187 Москва, Измайловское шоссе 73 Б,  
Тел: 495-166 39 21 / 23 / 24, Факс: 495-166 54 72, www.antagro.ru, e-mail: info@antagro.ru

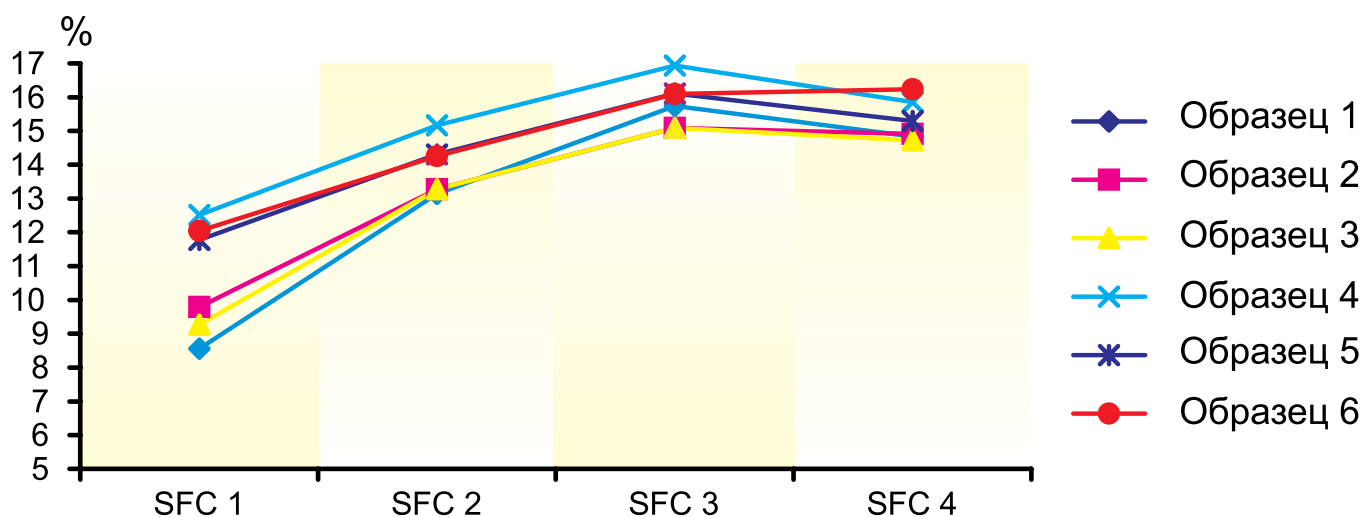


Рис. 3. Содержание твердых триглицеридов на разных стадиях охлаждения (SFC) в процессе производства маргарина

пин-ротора – перемешивание, то дополнительная механическая обработка без охлаждения вызывает стагнацию для образцов 2 и 6 и снижение кристаллизации для остальных образцов. Эти результаты показывают, что оптимальная температура охлаждения и скорость пин-ротора для приведенной рецептуры и технологических параметров соответствуют параметрам образца 6, который имеет самое высокое содержание твердых триглицеридов к концу производства, которое к тому же остается стабильным при воздействии ротором. Это означает, что кристаллы, возникшие при переработке, не расплавляются даже при сильном механическом воздействии.

Наиболее важный параметр, характеризующий эмульсию, – это распределение по размеру капель.

Две эмульсии в среднем могут иметь одинаковый размер капель, но из-за разницы их распределения по-разному вести себя. Размер капель воды и их распределение в эмульсии (табл. 4) определяли с помощью метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР), используя прибор Minispec (компания Bruker, Германия).

Можно заметить, что во всех образцах размер менее 2,5 % капель воды составляет приблизительно 1 мкм. Небольшая разница была выявлена и для распределения основного объема капель, так как 50 % имеет размер приблизительно 3 мкм. Однако показатель размера капель для оставшихся 47,5 % капель имеет некоторые отличия. Получается, что размер капель воды образцов, произведенных с менее интенсивным охлаждением, больше (9,5 мкм) по сравнению с об-

разцами, произведенными с более интенсивным охлаждением на первой секции Перфектора (~ 6,4 мкм).

Оказалось, что типичное значение распределения капель воды находится в выше описанном диапазоне. Однако в отношении низкожирных спредов диапазон распределения капель может быть шире в зависимости от состава продукта. Кроме того, исследования показали, что скорость мешалки пин-ротора незначительно влияет на размер капель в мягких столовых маргаринах.

Перекисное число в образцах определяли стандартным методом № Cd 8-53 (AOCS). Согласно стандарту, приемлемы все значения перекисного числа ниже 5 мэкв/кг. Полученные значения перекисного числа испытуемых образцов через 3 и 6 мес хранения приведены в табл. 5.

Можно заметить, что ни одно из указанных значений не превышает 2,5 мэкв/кг даже спустя 6 мес. Никаких существенных изменений между отдельными образцами не было выявлено как после 3, так и после 6 мес хранения, хотя значения перекисного числа после 3 мес хранения существенно отличались от значений для 6 мес. Поскольку перекисное число не всегда дает полноценные данные о состоянии окисления (из-за возможных побочных реакций), была дополнительно проведена органолептическая оценка. Во вкусах образцов после 3 и 6 мес хранения не было выявлено большой разницы.

В заключение можно отметить, что оптимизация состава переэтерифицированных жировых смесей и технологических параметров оборудования дает возможность выпускать мягкий столовый маргарин хорошего качества, обогащенный докозагексаеновой кислотой. 🍯

