

## **Изменение частотно-массовых характеристик жировых шариков молока в процессе отстаивания**

А.А. Бобрышев

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности

*В работе исследовано влияние температуры пастеризации на послойное распределение жира в общем объеме молока, в т.ч. влияние различной жирности исходного молока на процесс послойного распределения жировой фракции. Приведены данные дисперсионного анализа, характеризующего фракционный состав жировых шариков молока различной жирности.*

Ключевые слова: дисперсионный анализ, жировые шарики, жирность молока, распределение жировых шариков, гомогенизированное молоко.

Исследовали влияние температурных факторов и гомогенизации молока на процесс отстаивания жира при хранении и резервировании.

Влияние температуры пастеризации на послойное распределение жира в общем объеме молока при его резервировании связано с её воздействием на свойства оболочек жировых шариков. На их поверхность адсорбируются денатурированные сывороточные белки, происходит плавление триглицеридов с последующей кристаллизацией их части. Может также происходить незначительное вытапливание свободного жира и некоторые другие явления, которые влияют на способность жировых шариков к отстаиванию.

В пастеризованном молоке процесс отстаивания происходит медленнее. Причем с повышением температуры пастеризации скорость отстаивания жира уменьшалась — при резервировании сырого молока средняя скорость отстаивания составляла 1,9% в час, а при резервировании молока, пастеризованного при 70°C — 1,5 % в час и при 85°C — 1,3 % в час.

Существенным образом на процесс распределения жировых шариков влияет гомогенизация молока.

В верхнем слое негомогенизированного молока по истечении двух часов резервирования скапливалось 42% жира от всего его объема. Через 6 и 12 часов этот показатель увеличился до 62 и 68,5% соответственно.

В верхнем слое гомогенизированного молока за те же временные промежутки соответственно содержалось 10,7, 11,8 и 13,9% жира.

При исследовании объем молока условно делили на 5 слоев, следовательно относительное среднее количество жира для каждого слоя нашего опыта равнялось 20%.

Во втором слое негомогенизированного молока через два часа содержалось 19,3% , через 6 часов — 13,6 и через 12 часов — 9,1% жира.

В нижних слоях необработанного молока происходило значительное снижение жировой фракции, что привело к падению относительного количества в пятом слое до 10,7, 11,8 и 12,8% в соответствии с временем резервирования.

В свою очередь, в гомогенизированном молоке относительное содержание жировой фракции изменялось незначительно и в нижнем слое составило 1,8, 1,0 и 0,8%.

Исследовано влияние различной жирности исходного молока на процесс послойного распределение жировой фракции.

Таблица 1. Массовая доля жира (%) в молоке различной жирности после резервирования.

Номер слоя	1,5%	2,5%	3,5%	4,5%
1	8,5	17,0	25,0	36,0
2	2,0	3,0	4,0	3,5
3	2,0	2,0	3,0	2,5
4	1,5	2,0	2,0	2,0
5	1,0	1,0	1,0	1,0
Среднее	1,5	2,5	3,5	4,5

Независимо от исходной жирности молока, большая часть жира была сосредоточена в верхнем слое, однако его относительное содержание в опытных образцах молока было различным - это связано с размером жировых шариков.

Различия в относительном содержании жира в верхнем слое резервированного молока видимо связано с размерами жировых шариков.

В молоке пониженной жирности (1,5 и 2,5%) меньше содержание крупных фракций, поэтому подъем его жировой фазы происходит медленнее. Кроме того, в таком молоке жировые шарики в плазме находятся в более разреженном состоянии и у них понижена возможность к образованию крупных конгломератов в отличие от молока с повышенной исходной жирностью.

В подтверждение этого в таблице 2 собраны данные дисперсионного анализа, характеризующего фракционный состав жировых шариков молока различной жирности.

Таблица 2. Данные дисперсионного анализа.

Показатели	Меньше 1.0	От 1,0	От 3.0	Больше 5,0	Всего
		до 3,0	до 5,0		
Молоко жирностью 1,5%					
Количество жировых шариков в 1 мл, млрд	4	1,5	0,08	0,04	5,62
Масса жировых шариков в 1 мл, мг	2	6	2,5	4,5	15

Распределение по количеству, %	71,2	26,5	1,5	0,8	100
Распределение по массе, %	13,3	40	16,7	30	100
Молоко жирностью 2,5%					
Количество жировых шариков	4	1,5	0,2	0,1	5,8
Масса жировых шариков	2	6	5,5	11,5	25
Распределение по количеству, %	68,8	25,9	3,4	1,9	100
Распределение по массе, %	8	24	22	46	100
Молоко жирностью 3,5%					
Количество жировых шариков в 1 мл, млрд	4	1,3	0,3	0,2	5,8
Масса жировых шариков в 1 мл, мг	2	5	9	19	35
Распределение по количеству, %	68,8	22,5	5,3	3,4	100
Распределение по массе, %	5,7	14,3	25,7	54,3	100
Молоко жирностью 4,5%					
Количество жировых шариков в 1 мл, млрд	4	1	0,4	0,3	5,7
Масса жировых шариков в 1 мл, мг	2	4	12,5	26,5	45
Распределение по количеству, %	70,2	17,5	7	5,3	100
Распределение по массе, %	4,4	8,9	27,8	58,9	100

Самая мелкая фракция (менее 1 мкм) количественно представлена одинаково практически во всех образцах молока и равнялась 4,0 млрд в 1 мл. (рис.1) В процентном отношении она составляла от 71,2 до 68,8%.

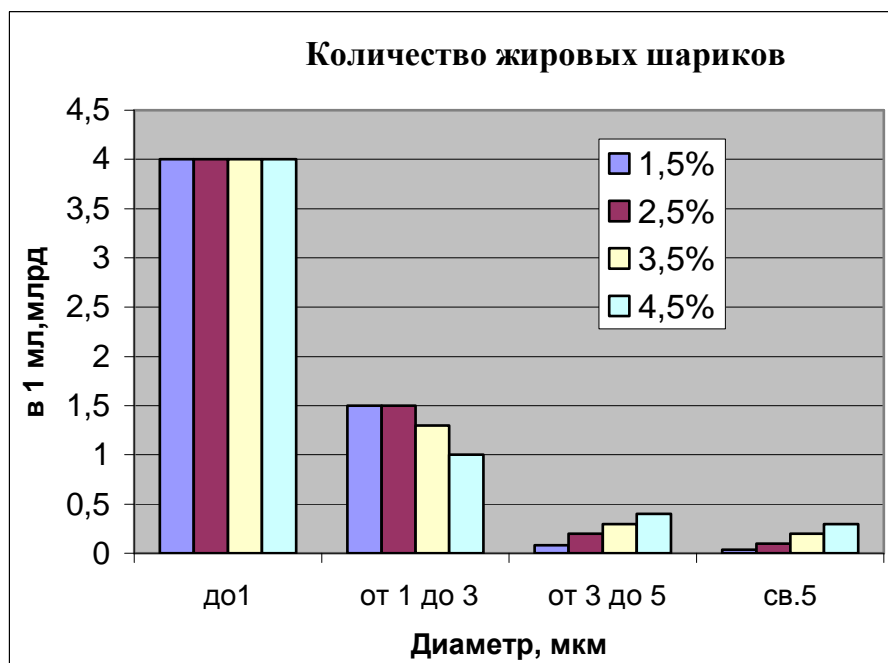


Рис. 1. Распределение количества жировых шариков.

Количество фракции диаметром от 1,0 до 3,0 мкм находилась в интервале от 1,5 до 1,0 млрд в 1 мл, занимая от общего количества жировых шариков 26,5-17,5 %.

Численность более крупных фракций (от 3,0 мкм) была меньше и составляла для молока 1,5% жирности — 0,12, 2,5% жирности — 0,3, 3,5% жирности — 0,5 и 4,5% жирности — 0,7 млрд в 1 мл. Как видно их количество увеличивалось с ростом жирности молока.

В молоке жирностью 2,5% количество жировых шариков такого размера превосходило их количество в молоке жирностью 1,5% в 2,5 раза, в молоке жирностью 3,5% — в 4,1 раза и в молоке жирностью 4,5% — в 5,7 раза.

Эти различия особенно наглядно видны при определении массы жировых шариков. С увеличением жирности молока относительное содержание массы более крупных жировых шариков увеличивалось (рис.2).

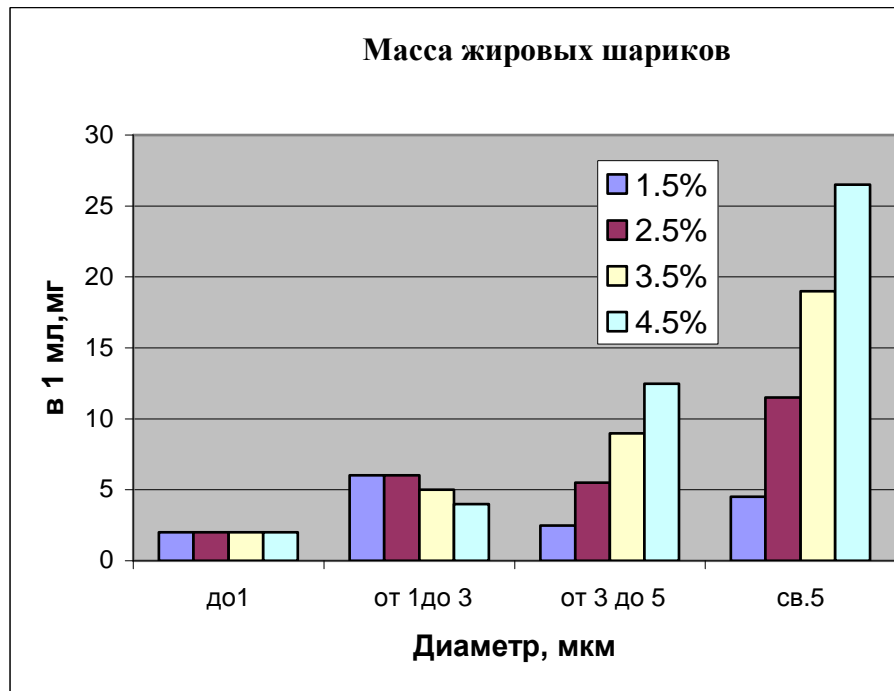
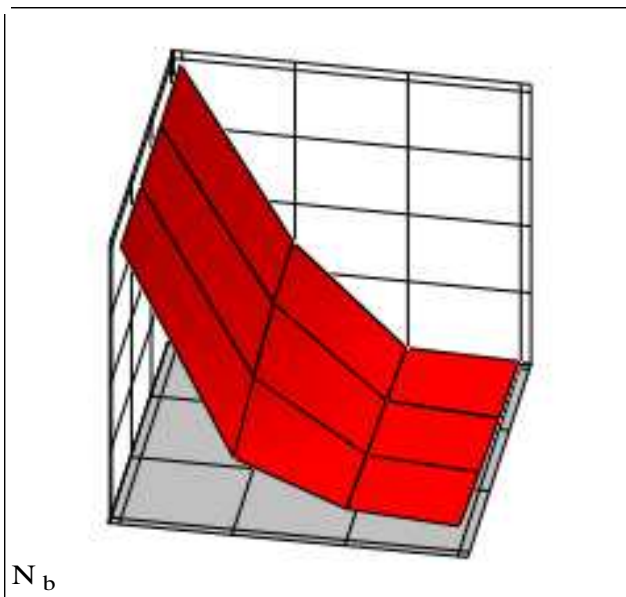
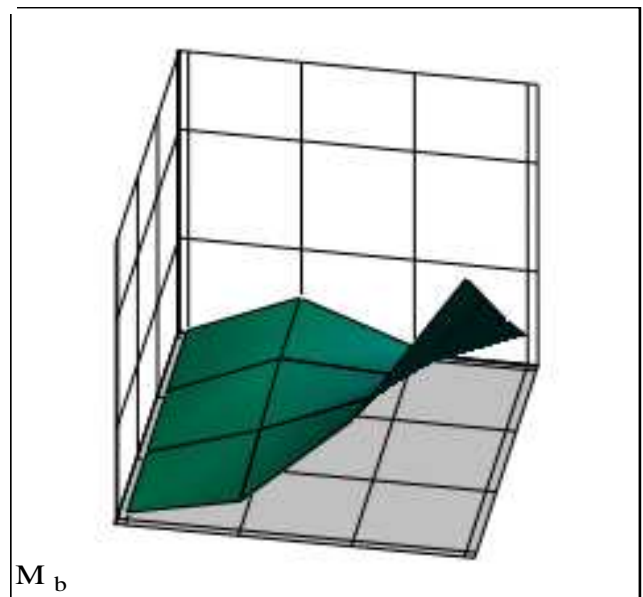


Рис. 2. Распределение массы жировых шариков.

Для установления зависимости частотно-массовых характеристик жировых шариков от жирности молока проведен парный регрессионный анализ, в ходе которого установлены следующие функциональные связи (рисунки 3,4).

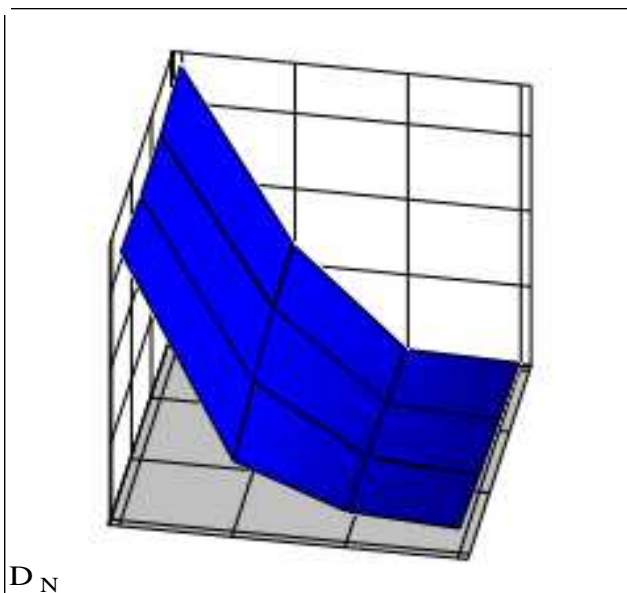


$$N_b = 1,09 \cdot R^{-1,427} \cdot C^{0,76}$$



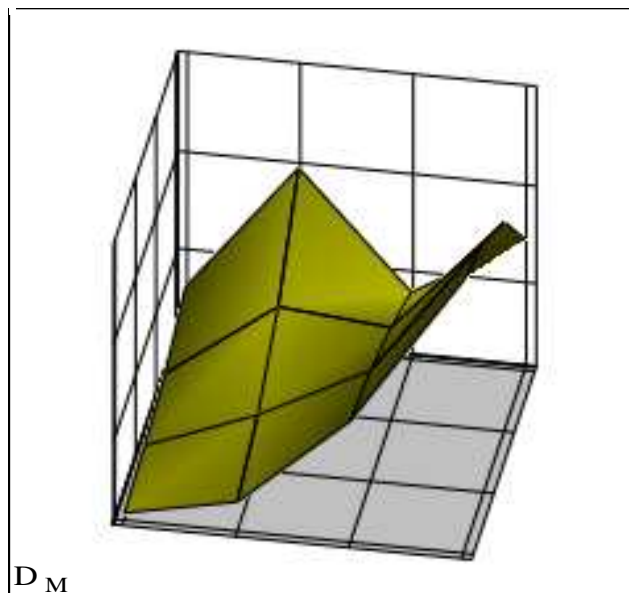
$$M_b = 2,89 \cdot R^{0,68} \cdot C^{0,69}$$

Рис. 3. Частотно-массовые характеристики: а) зависимость количества жировых шариков от их размера и жирности молока; б) зависимость массы жировых шариков от их размера и жирности молока.



$D_N$

$$D_N = 19,2 \cdot R^{-1,41} \cdot C^{0,69}$$



$D_M$

$$D_M = 18,9 \cdot R^{0,68} \cdot C^{-0,32}$$

Рис. 4. Частотно-массовые характеристики: а) зависимость распределения по количеству жировых шариков от их размера и жирности молока; б) зависимость распределения по массе жировых шариков от от их размера и жирности молока.

### Список литературы

1. Рогов И.А., Горбатов А, В., Свинцов В.Я., Дисперсные системы мясных и молочных продуктов. - М: Агропромиздат, 1991.- 463 с.
2. Балабышко А.М., Зимин А. И., Ружницкий В. П. Гидромеханическое диспергирование. - М.: Наука, 1998.- 331 с.