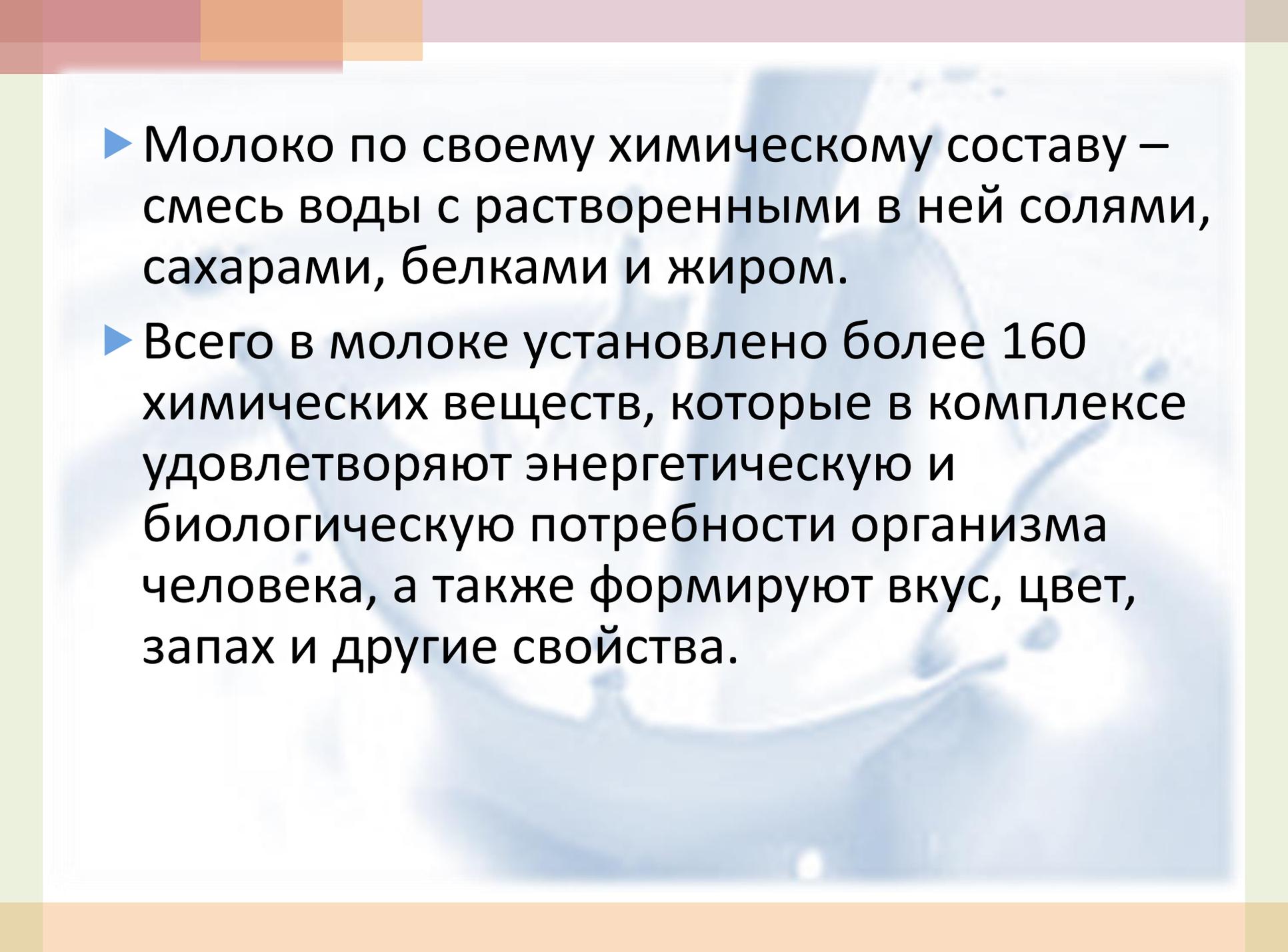


# ЛЕКЦИЯ 2

## СОСТАВ И СВОЙСТВА МОЛОКА

1. Химический состав молока
2. Полидисперсность молока
3. Физико-химические свойства
4. Технологические свойства



- 
- ▶ Молоко по своему химическому составу – смесь воды с растворенными в ней солями, сахарами, белками и жиром.
  - ▶ Всего в молоке установлено более 160 химических веществ, которые в комплексе удовлетворяют энергетическую и биологическую потребности организма человека, а также формируют вкус, цвет, запах и другие свойства.

# МОЛОКО

Белки 3,2 %

Жиры 3,8 %

Углеводы 4,8 %

Зола 0,8 %

Казеин 2,6 %

Сывороточные  
0,6 %

Триглицериды  
(молочный  
жир)

Молочный  
сахар

альфа $S_1$

Альфа  
лактальбумин

Стерины

Моносахара

альфа $S_2$

Бетта  
лактоглобулин

Фосфолипиды

Олигосахара  
(следы)

гамма

Иммуноглобулины

каппа

Лактоферрин



# Состав молока

- ▶ Воды в молоке, в среднем, 87,7 % ,
- ▶ молочного жира - около 4 % ,
- ▶ белков - 3,2 % ,
- ▶ молочного сахара (лактозы) - 4,7 % и
- ▶ 0,8 % минеральных солей,  
преимущественно кальциевых и фосфорных.

# Белки

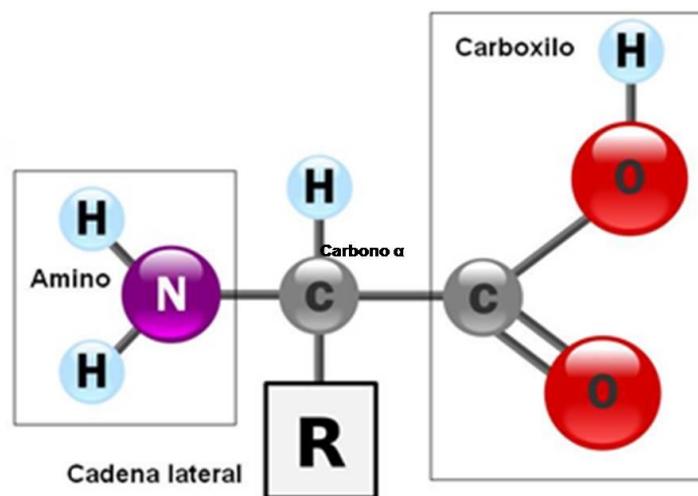
- ▶ Белки молока – высокомолекулярные комплексные органические соединения, в которые входят более двадцати аминокислот, в том числе все незаменимые.
  - ▶ Поэтому молочные белки относятся к полноценным белкам. Их усвояемость составляет 96-98 %.
  - ▶ 0,3 л молока обеспечивают суточную потребность человека в основных незаменимых аминокислотах.
  - ▶ Белки, содержащиеся в 1 л молока, приблизительно равноценны белкам 142 г мяса или рыбы, 5 крупных яиц, или 800 г белого хлеба

# Белки - высокомолекулярные полимерные соединения, построенные из аминокислот

- ▶ В их состав входит около 53 % углерода, 7% водорода, 22% кислорода, 15 - 17% азота и от 0,3 до 3% серы. В некоторых белках присутствуют фосфор, железо и другие элементы.
- ▶ Все белки в зависимости от их строения и свойств делятся на две группы:
  - ▶ простые, или протеины (от греч. *protos* - первый, важнейший) они состоят только из аминокислот;
  - ▶ сложные, или протеиды, в молекуле протеидов помимо белковой части имеются соединения небелковой природы.

## В состав белков входят остатки 20 различных аминокислот

- ▶ Общая формула аминокислот следующая:



- ▶ Все аминокислоты содержат аминогруппу NH<sub>2</sub>, имеющую основной характер, и карбоксильную группу COOH, несущую кислые свойства.

# Белки молока

- ▶ Основным, уникальным молочным белком является казеин, на его долю приходится около 80 % всех белков, что составляет 2,6-2,9 %.
  - ▶ Казеин в молоке содержится в виде сложного комплекса казеината кальция с коллоидным фосфатом кальция, так называемого казеинаткальцийфосфатного комплекса (ККФК).
- ▶ На долю сывороточных белков (альбумина, глобулина, иммуноглобулинов) приходится 0,5-0,8 %.
- ▶ Иммуноглобулины обладают защитными свойствами, являются носителями иммунитета.

# Сывороточные белки молока

- ▶ *Альбумин* содержится в молоке в количестве около 0,4%. Он растворен в воде и выпадает в осадок при тепловой обработке молока в слабокислом растворе, а также при длительной пастеризации (температура 63—65°С, экспозиция 30 мин). При нагревании молока выше 80°С альбумин денатурируется и теряет свою способность растворяться в воде.  
*Глобулин* содержится в молоке в растворенном состоянии в количестве около 0,1%, при нагревании в слабокислом растворе (до 75°С) выпадает в осадок. При тепловой обработке (пастеризации) глобулин осаждается вместе с альбумином.
- ▶ Аминокислотный состав белков коровьего молока представлен в таблице 1.

# Таблица 1 - Аминокислотный состав белков коровьего молока

Аминокислота	Содержание аминокислот, %						
	казеин				Лакто-альбумин	Лакто-глобулин	Белки оболочек жировых шариков
	среднее	α-форма	β-форма	γ-форма			
Глицин	2,7	2,8	2,4	1,5	1,4	3,2	3,1
Аланин	3,0	3,7	1,7	2,3	7,4	21	–
Валин	7,2	6,3	10,2	0,5	5,8	4,1	5,7
Лейцин	9,2	7,9	11,6	12,0	15,6	11,5	8,7
Изолейцин	6,1	6,4	5,5	4,4	6,1	6,8	5,7
Пролин	11,3	8,2	16,0	17,0	4,1	1,5	4,7
Фенилаланин	5,0	4,6	5,8	5,8	3,5	4,5	5,0
Цистин	0,34	0,43	0,1	0,0	2,3	6,4	1,5
Цистеин	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	–
Метионин	2,8	2,5	3,4	4,1	3,2	1,0	2,1
Триптофан	1,7	2,2	0,83	1,2	1,9	7,0	1,7
Аргинин	4,1	4,3	3,4	1,9	2,9	1,2	7,0
Гистидин	3,1	2,9	3,1	3,7	1,6	2,9	3,0
Лизин	8,2	8,9	6,5	6,2	11,4	11,5	5,9
Глутаминовая кислота	22,4	22,5	23,2	22,9	19,5	12,9	12,9
Аспарагиновая кислота	7,1	8,4	4,9	4,0	11,4	18,7	4,8
Серин	6,3	6,3	6,8	5,5	5,0	4,8	4,0

## Казеин – комплекс 4 фракций: $\alpha_{s1}$ , $\alpha_{s2}$ , $\beta$ , $\kappa$

- ▶ Фракции имеют различный аминокислотный состав и отличаются друг от друга заменой одного или двух аминокислотных остатков в полипептидной цепи.
  - ▶  $\alpha_s$  - и  $\beta$  – казеины наиболее чувствительны к ионам кальция и в присутствии их они агрегируют и выпадают в осадок.
  - ▶  $\kappa$ -казеин не осаждается ионами кальция и в казеиновых мицеллах, располагаясь на поверхности, выполняет защитную роль по отношению к чувствительным  $\alpha_s$  - и  $\beta$ -казеину.
  - ▶ Однако  $\kappa$ -казеин чувствителен к сычужному ферменту и под его воздействием распадается на 2 части: гидрофобный пара- $\kappa$ -казеин и гидрофильный макропротеид.

# Гидрофильные свойства казеина

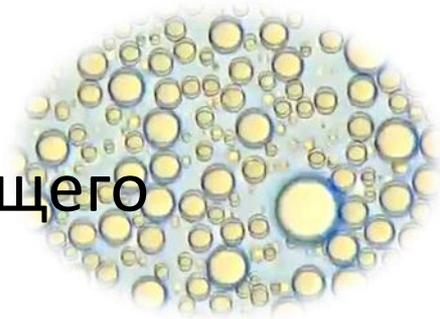
- ▶ Полярные группы, находящиеся на поверхности и внутри казеиновых мицелл ( $\text{NH}_2^+$ ,  $\text{COOH}^-$ ,  $\text{OH}^-$  и др.), связывают значительное количество воды – около 3,7 г на 1 г белка.
- ▶ Способность казеина связывать воду характеризует его *гидрофильные свойства*. Они зависят от структуры, величины заряда белковой молекулы, pH среды, концентрации солей и других факторов.
- ▶ Они имеют большое практическое значение. От гидрофильных свойств казеина зависит устойчивость казеиновых мицелл в молоке.

# Молочный жир

- ▶ Молочный жир состоит преимущественно из смеси триглицеридов, то есть эфиров глицерина и жирных кислот.
- ▶ По сравнению с другими жирами животного и растительного происхождения молочный жир характеризуется большим количеством низкомолекулярных летучих жирных кислот – масляной, капроновой, каприловой и каприновой.
  - ▶ Именно они придают молочному жиру специфические свойства, неповторимый вкус и аромат.
- ▶ Особенно ценно наличие в молочном жире полиненасыщенных жирных кислот (линолевой, линоленовой и арахидоновой), фосфолипидов, участвующих в жировом обмене, повышающих его пищевую и диетическую ценность.

# Молочный жир

- ▶ В молоке жир находится в виде большого количества (2-3 млрд. в 1 мл молока) мельчайших жировых шариков диаметром от 0,1 до 10 мкм.
- ▶ Температура плавления молочного жира 28-36 °С.
  - ▶ Низкая температура плавления и высокая дисперсность молочного жира обеспечивают его хорошую усвояемость.
- ▶ Молочный жир является не только важным энергетическим компонентом молока, но источником жирорастворимых витаминов **A, D, E и K**, которых мало в других жирах, а также провитамина А – каротина, обуславливающего желтый цвет молочного жира.



## Таблица 2 – Характеристика жирных кислот молочного жира

Насыщенные	Температура плавления, °С	Ненасыщенные	Температура плавления, °С
Масляная	7,9	Деценеоновая	31,5
Капроновая	1,5	Додеценеоновая	44
Каприловая	16	Тетрадецинеоновая	58
Каприновая	31	Олеиновая	14
Лауриновая	44	Линолевая	11
Миристиновая	53,8	Линоленовая	6
Пальмитиновая	63	Арахидоновая	49,5
Стеариновая	69,5		
Диоксистеариновая	136		

# Лактоза

- ▶ Лактоза (молочный сахар) в молоке находится в растворенном состоянии.
- ▶ Содержание лактозы в молоке коров составляет в среднем 4,7 % и колеблется довольно незначительно.
- ▶ Это уникальный углевод животного происхождения, который наряду с жиром является энергетическим «горючим» организма. При их окислении освобождается существенное количество энергии.
- ▶ Кроме того, лактоза обуславливает молочнокислое брожение, являясь источником питания для микроорганизмов, входящих в состав заквасок, а также молочный сахар утилизируется микрофлорой желудочно-кишечного тракта человека.

# Минеральные вещества

- ▶ Минеральных веществ в молоке сравнительно немного - 0,7- 0,8 %. В их состав входит более 50 элементов: кальций, фосфор, натрий, калий и другие макро- и микроэлементы.
- ▶ Важно, что они находятся в молоке в легкоусвояемой форме.
- ▶ Роль их огромна, они являются основным строительным материалом костной ткани, поддерживают водно-солевой баланс в организме, входят в состав ферментов, гормонов, обуславливают технологические свойства молока (сычужную свертываемость и термоустойчивость).

# Молоко, как сложная полидисперсная система

- ▶ Все компоненты молока находятся в разной степени дисперсности.
- ▶ Минеральные вещества и лактоза в состоянии истинного раствора, белки образуют коллоидный раствор, жиры – эмульсию или суспензию в зависимости от температуры.
- ▶ При этом одни вещества являются одновременно и дисперсной фазой и дисперсионной средой, таким образом, молоко можно считать полидисперсной системой.

# Таблица 3 - Характеристика структуры молока (по А. Белоусову)

Показатель	Жировые шарики	Молочная плазма		
		казеиновые мицеллы	сыворотка	
			глобулярные белки	липопротеиновые частицы
Основные компоненты	Жир	Казеин, вода, соли белки	Сывороточные белки	Липиды и белки
Состояние системы	Грубая дисперсия	Тонкая коллоидная дисперсия	Ионномолекулярное состояние	Тонкая дисперсия, ионномолекулярное состояние
Массовая доля, %	3,8	2,8	0,6	~ 0,01
Объемная доля	0,042	0,065	0,006	~ 0,0001
Диаметр частицы	0,1—10 мкм	10—300 нм	3—6 нм	~ 10 нм
Число частиц в 1 мл	$10^{10}$	$10^{14}$	$10^{17}$	$10^{14}$
Размер поверхности, см <sup>2</sup> /мл	700	40000	50000	100

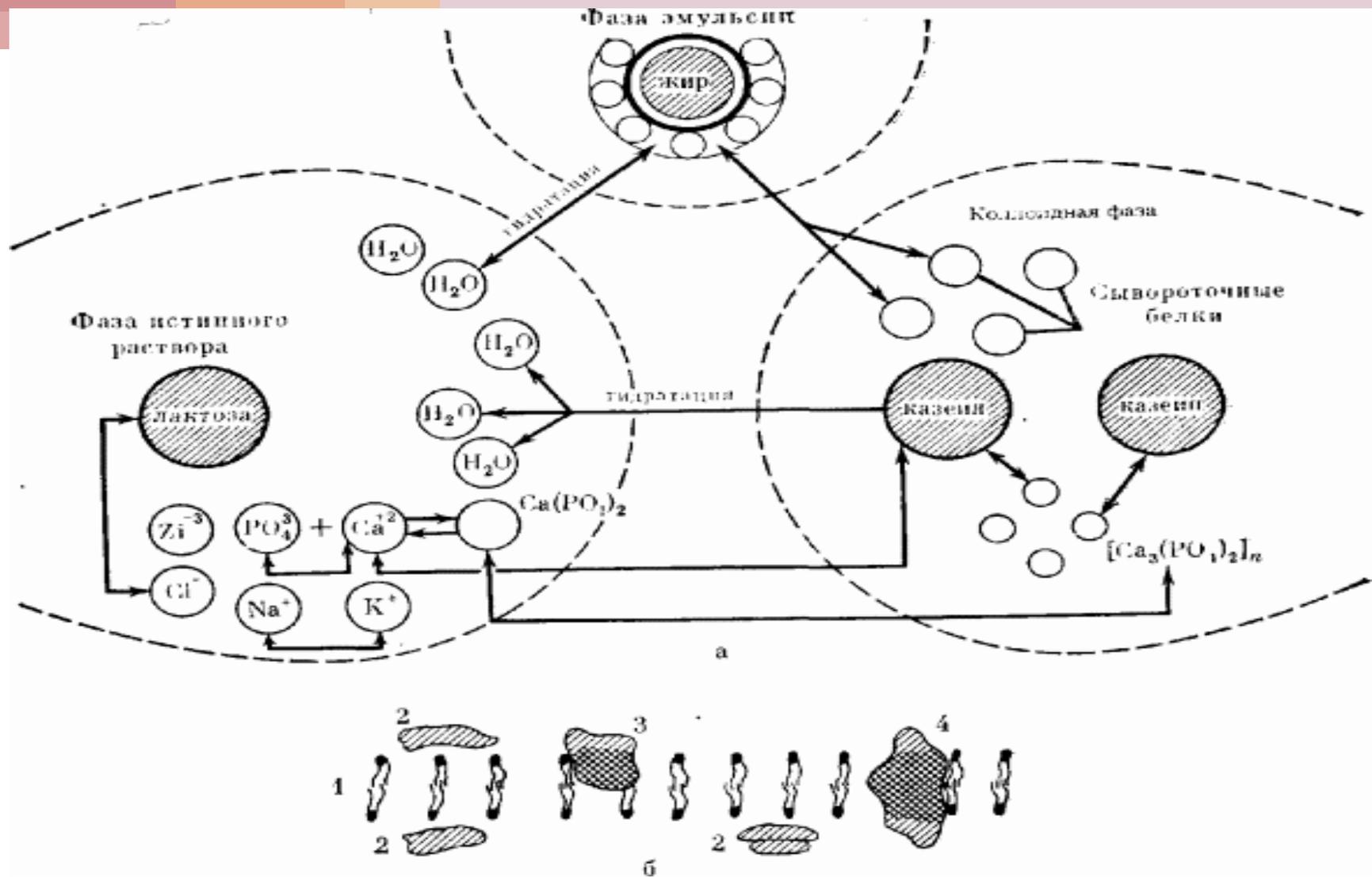


Схема 1. Схематическое изображение равновесной системы молока

# Физико-химические свойства молока

- ▶ Свойства молока как единой физико-химической системы обусловлены свойствами компонентов, содержащихся в нем.
- ▶ Кислотность молока обусловлена наличием в молоке кислых солей и белков. Ее выражают в показателях активной (рН) и титруемой ( $^{\circ}\text{T}$ ) кислотности.
  - ▶ Для свежего молока рН находится на уровне 6,65, а титруемая кислотность – 16-18 $^{\circ}\text{T}$ .
- ▶ Титруемая кислотность – показатель качества и свежести молока.
- ▶ Плотность и температура замерзания молока – показатель натуральности.
  - ▶ Плотность сборного молока должна быть не ниже 1027 кг/м<sup>3</sup>, температура замерзания – около минус 0,55 $^{\circ}\text{C}$ .

# Бактерицидность молока

- ▶ Антибактериальные (бактерицидные) свойства молока обусловлены наличием в нем антител и антибактериальных веществ (агглютенинов, антитоксинов, иммуноглобулинов, лизоцима, пероксидазы и др.).
- ▶ Бактерицидная фаза – длительность проявления антибактериальных свойств, зависит от исходной обсемененности молока и температуры охлаждения.

# Технологические свойства

- ▶ К технологическим свойствам молока относят термоустойчивость и сычужную свертываемость.
- ▶ Термоустойчивость обусловлена кислотностью молока и кислотно-солевым балансом.
- ▶ Сычужная свертываемость молока относится к факторам, определяющим его пригодность для сыроделия (продолжительность сычужного свертывания и плотность сгустка).