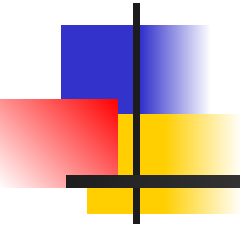


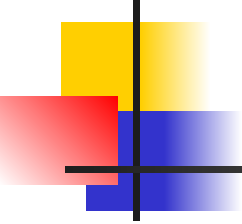
Тема: Полідисперсна система молока



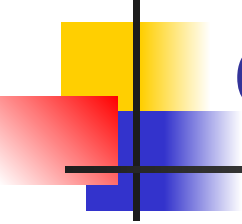


ПЛАН

- 1. Дисперсійні системи молока і формування полідисперсійної системи
- 2. Молоко як емульсія
- 3. Молоко як колоїдний розчин
- 4. Система справжнього розчину
- 5. Стани рівноваги між окремими системами

- 
-
- Дисперсійна система – система, яка формується з однієї чи декількох речовин, що тонко розприділені в дисперсійному середовищі

Класифікації дисперсійних систем

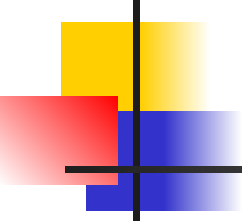


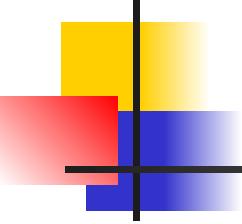
- За просторовою відокремленістю: дискретні (інкогерентні) і компактні (когерентні)
- За агрегатним станом: піни, емульсії, суспензії, аерозолі
- За розміром частинок: тонкодисперсійні, колоїдні, молекулярні або іонно-дисперсні



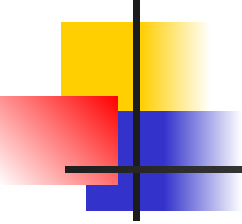
Приклади

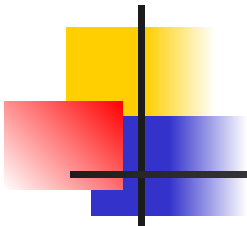
- **Молоко:** інкогерентна, тонкодисперсійна + суспензія + справжній розчин, емульсія (суспензія, піна, аерозоль)
- **Коагульований казеїн:** когерентна, суспензія
- **Збиті вершки:** піна
- **Охолоджені вершки:** трифазна емульсія – рідина + емульсія + суспензія




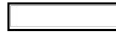





- 
-
- Молоко – корпускулярна полідисперсійна система: часточки різні за розмірами

- 
-
- **Молоко** – інкогерента, корпускулярна, полідисперсійна система, в якій жир емульгований, білки (а також частина мінеральних солей) присутні в колоїдному стані, а в справжньому розчині перебувають лактоза і частина мінеральних солей

Рівновага між окремими системами:

- 
- Встановлюється під час синтезу молока
(розчин солей Са стабілізує колоїдну систему казеїнів;
Білки стабілізують жирову емульсію)
 - Чинники, що порушують рівновагу: t , рН, концентрація солей Са)



Розмір, (10^{-9} м)	10^4	10^3	10^2	10^1	1	10^{-1}
Елементи	 жирові кулі	 казеїну (казеїн + ...)	віруси  сироваткові білки		 - лактоза, - ... - небілкові сполуки	 вода
Фази			розчин			



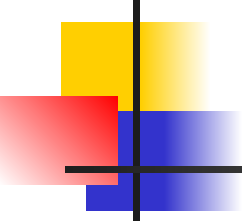
Система емульсії

- Молоко – типова природна емульсія
- Значення:
 - з т.з. фізіології харчування новонароджених;*
 - з т. з. технології (питне молоко і стабілізація емульсії)*

Класифікація емульсій:



- За полярністю
- За концентрацією

- 
-
- Діаметр жирових кульок: **1–10** мкм
 - В 1 мл молока – **1,5 – 3** млрд. жирових кульок
 - Відстань між жировими кульками: **9,05–9,06** мкм



Стабільність емульсії

- Структурно-механічний бар'єр – оболонка
- Термодинамічний бар'єр – заряд поверхні

- Стабільність відносна через надлишок поверхневої енергії (явище коагуляції і відстоювання вершків, явище коалесценції)

Будова жирової кульки

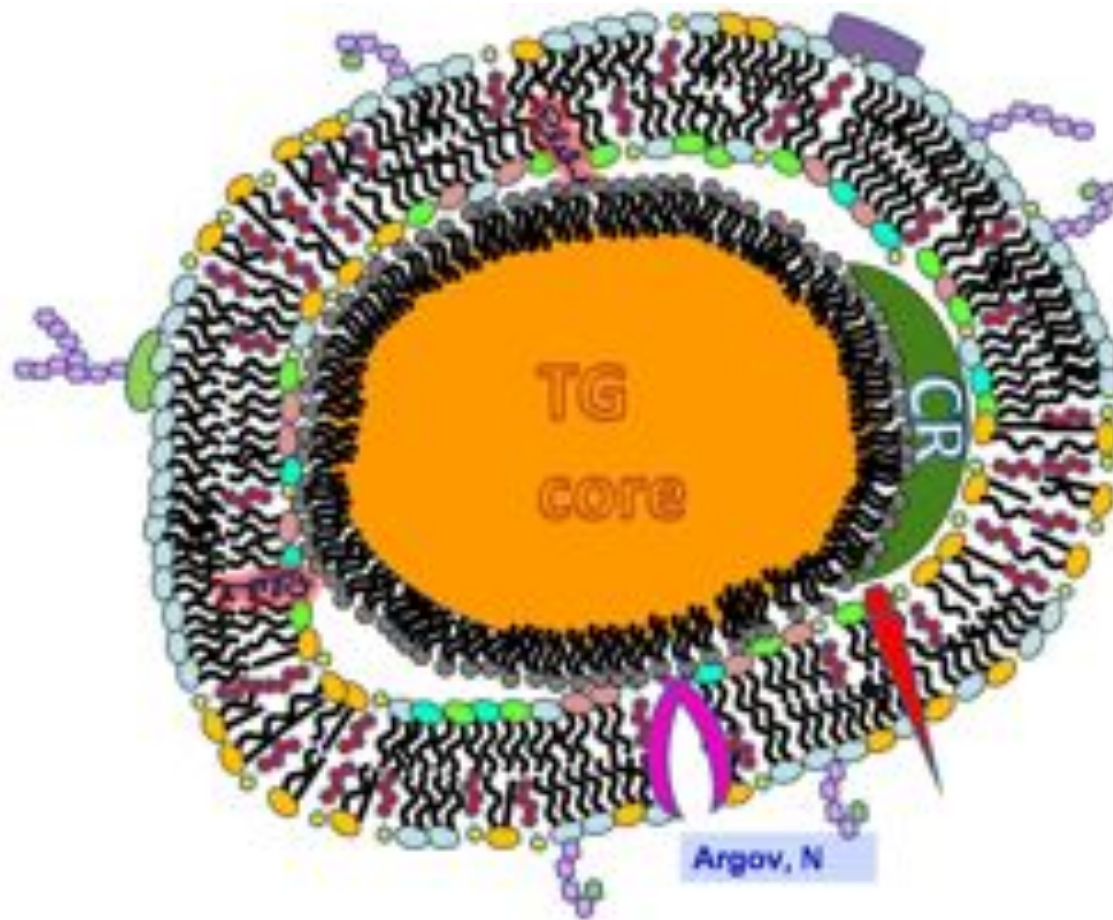
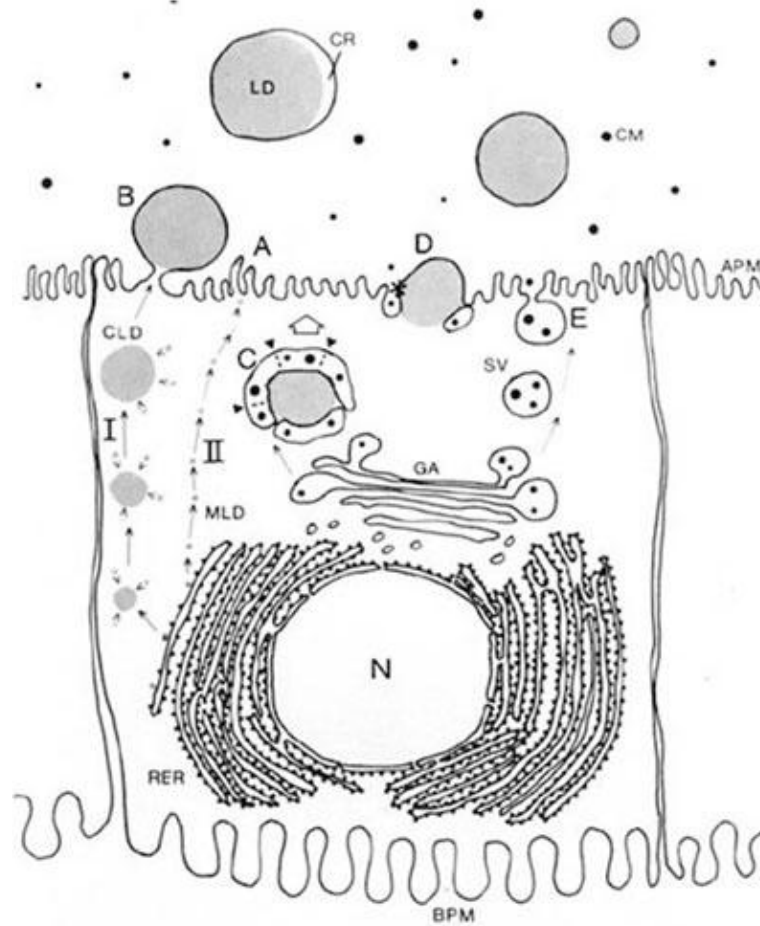


Схема синтезу жиру і секреції жирової глобули



Склад оболонки жирових кульок

Білки + ліпіди (1:1)

У мг/100 г жиру:

Протеїни 1800

Фосфоліпіди 650

Цереброзиди 80

Холестерол 40

Каротиноїди 0,04

ТАГ

Ліпідна фракція

- Полярні ліпіди (в напіврідкому, але наближеному до твердого стані):
 - Фосфатидилхолін (36%)**
 - Фосфатидилетаноламін (27%)**
 - Фосфатиділінозитол (11%)**
 - Фосфатидилсерин (4%)**
- Гліколіпіди(цереброзиди): **2**
глікосфінголіпіди (кераміди) і **9** гангліозидів
- Високоплавкі ТАГ (відриваються в момент зіткнення з плазматичною мембраною)
- Холестерол
- Каротин і вітамін А

Білкова фракція

понад 100 різних білків і пептидів) – 1% від білків молока

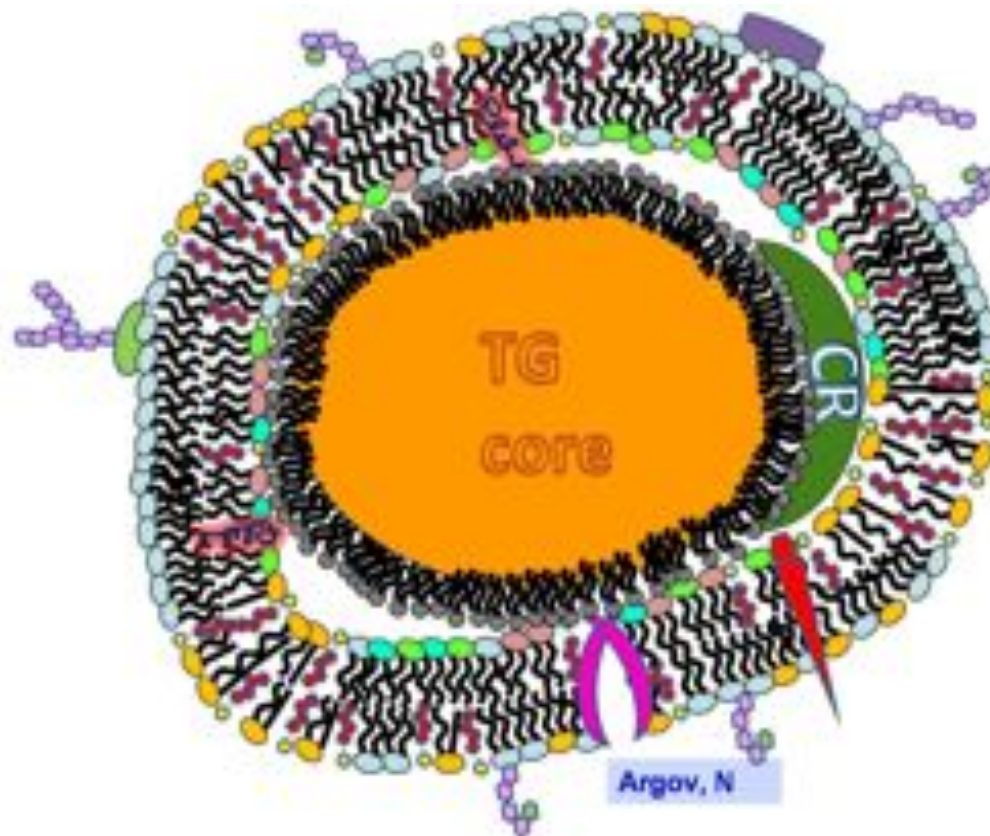
Роль – формування супермолекулярних комплексів


- Структурні або трансмембранні білки (погано розчинні) – глікопротеїди, пронизують оболонку жирової кільки, частина, яка виступає назовні є гідрофільною) –
Бутирофілін (40%)
- Водорозчинні білки
 1. Епітеліальні муцини (містять до 18% вуглеводів)
 2. Ферменти (ксантиноксидаза, лужна і кисла фосфатаза, глутамінтрансфераза і ін.)

Мінеральні елементи

- Cu, Fe, Mo, Zn, Co, Mg, Se, Na, K
- Утворюють комплекси з білками а бо є кофакторами ферментів

Структура оболонки жирової кульки

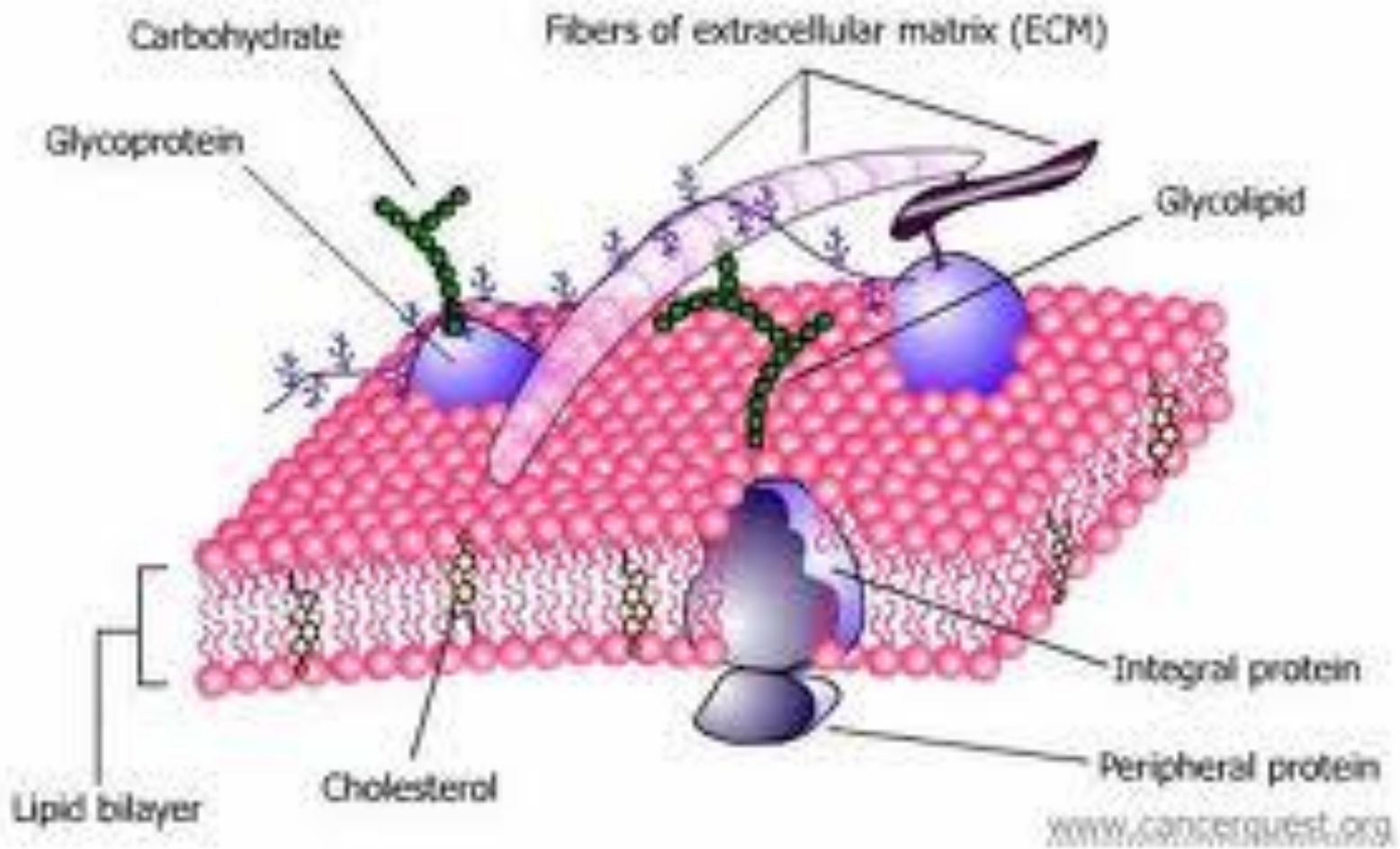


- 
-
- Існуюча модель – динамічна мозаїчна модель, за якою молекули білків занурені із двох сторін мембрани на різну глибину у подвійний шар рухливих вуглеводневих хвостів ФЛ, що прошиті трансмембранними білками
 - Будова мембран – асиметрична, значна частина її вільна від білків

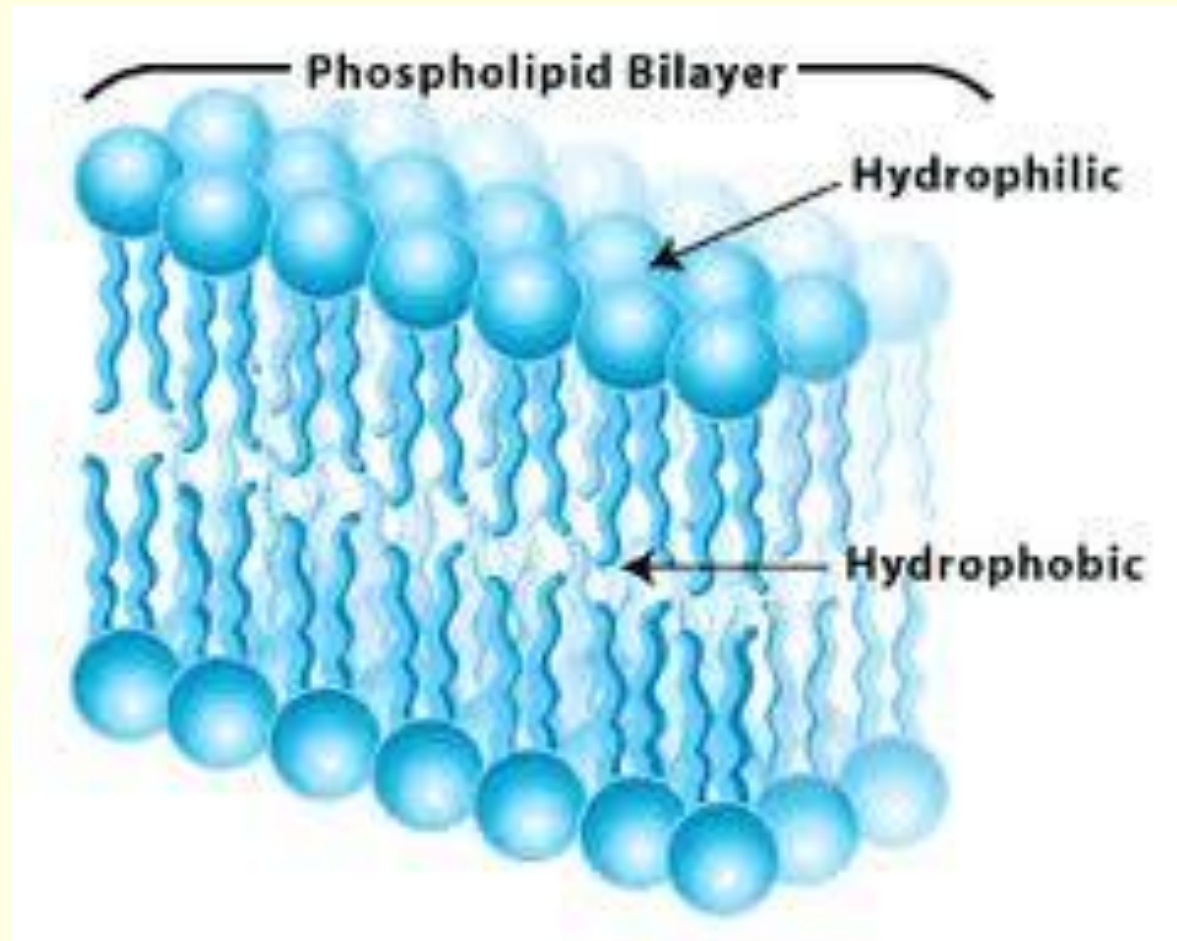
- Оболонка жирових кульок складається з:

Внутрішнього тонкого шару 10 нм
(власне плазматична мембрана)

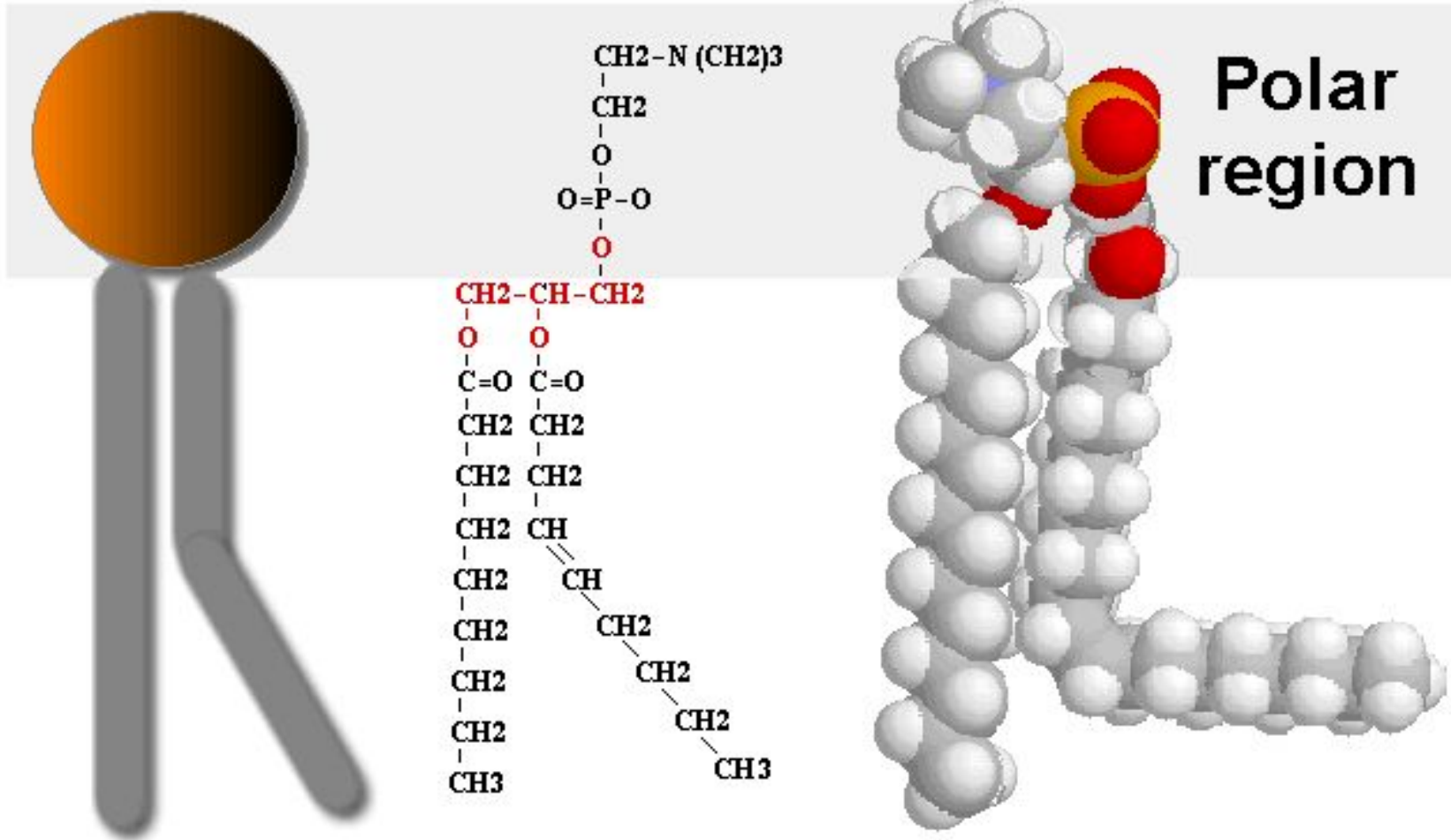
І зовнішнього рихлого 30 нм (мікросоми)



Орієнтація фосфоліпідів у мембрані



Phospholipids



Сили відповідальні за цілісність структури

- *Гідрофобні взаємодії*: ФЛ, білки
- *Електростатичні*: заряджені групи амінокислот, вуглеводневих груп

Зміна оболонки під час обробки

- Свіже молоко – поверхня доволі значної товщини, нерівна
- Механічна обробка (перемішування, перекачування, транспортування) – стоншення
- Гомогенізація
- Теплова обробка – абсорбція денатурованих білків (втрата здатності до відстоювання вершків)

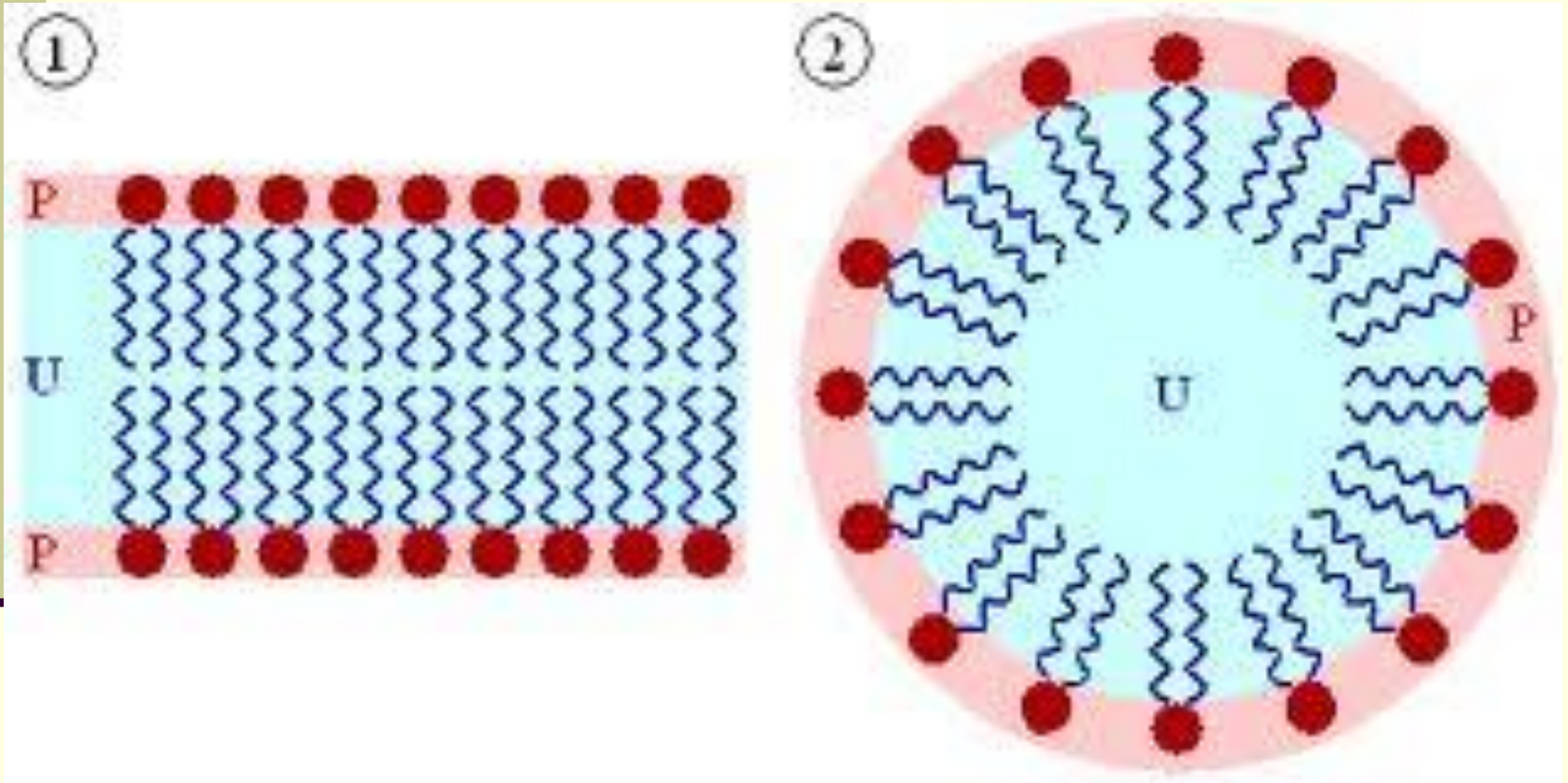
Стабільність емульсії

- Залежить від величини енергії взаємодії, яка складається з суми енергії електростатичного відштовхування і енергії притягання Ван-дер-Ваальса-Лондона

- Енергетичний бар'єр – заряд поверхні + гідратна оболонка (ПЕШ)
- Частинки в цілому електрично нейтральні, але при наближенні і перекриванні іонних хмар виникає відштовхування

Фосфоліпиди

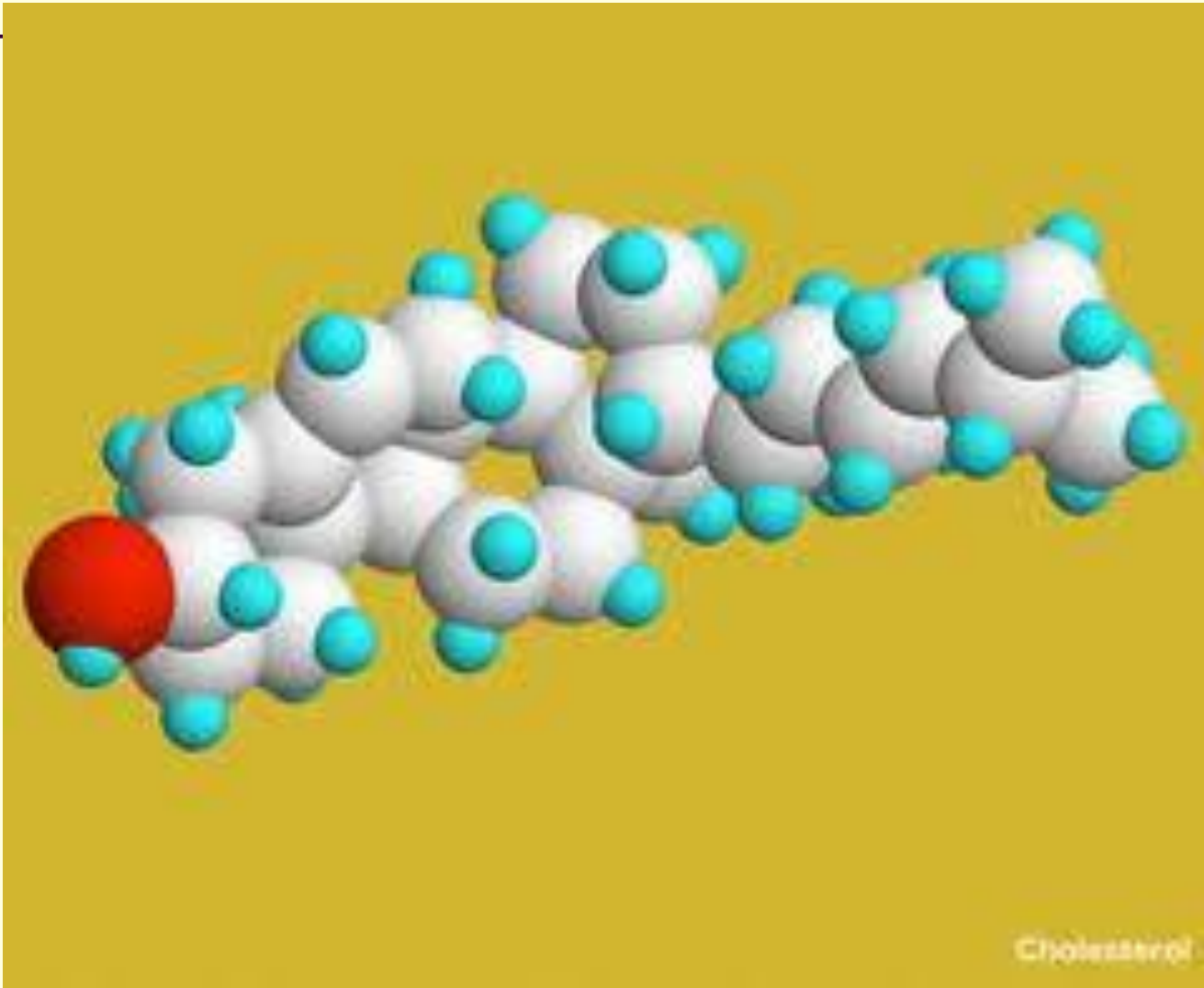
- Участь у побудові мембран
- Емульгатори



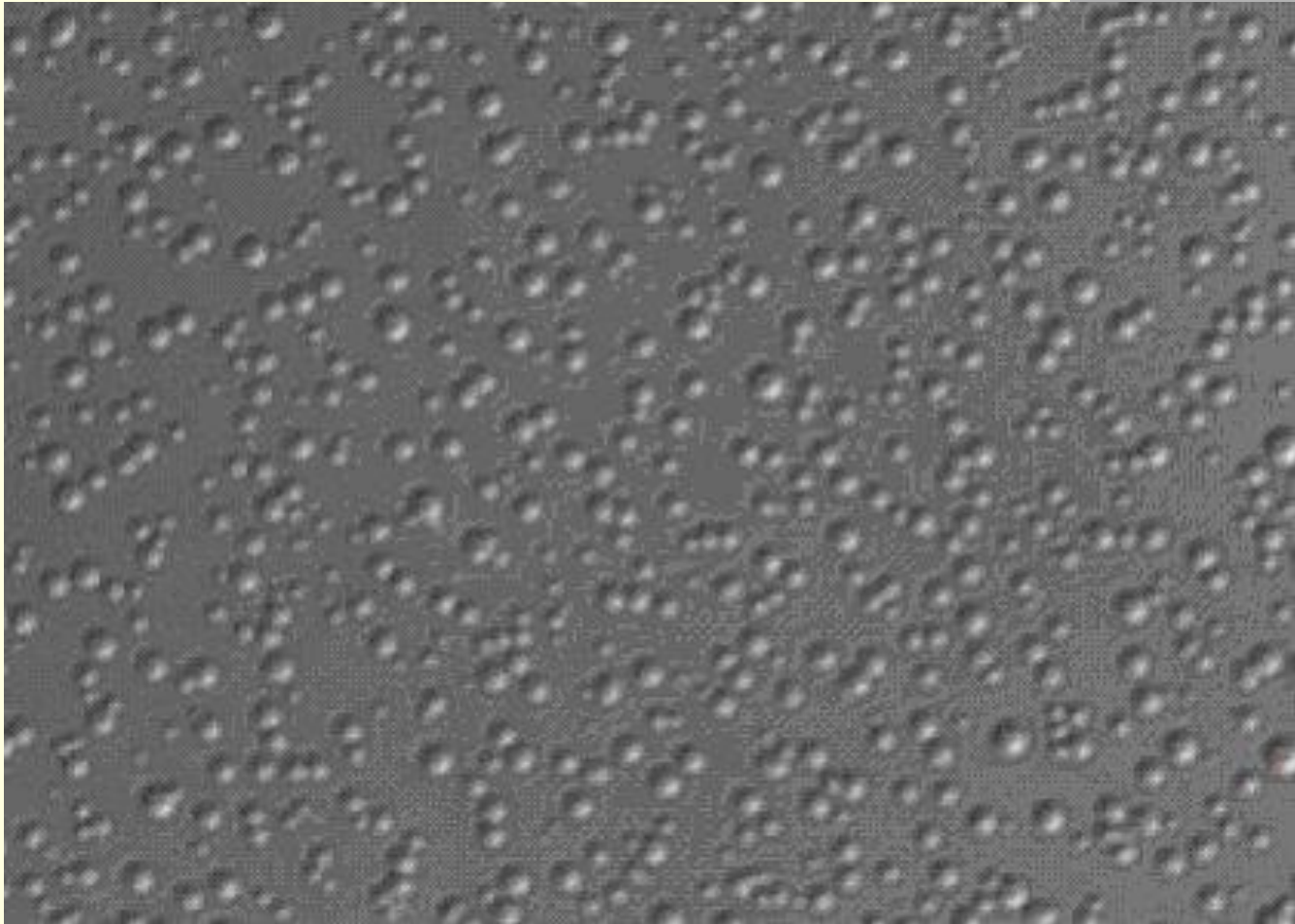
- Емульгатор, абсорбуючись на поверхні – міжфазовій границі, знижує поверхневий натяг. Стабілізувальна функція емульгатора пояснюється створенням на границі розділення фаз структурно-механічного та електричного бар'єрів і, що особливо важливо – гідратної оболонки.

-
- Обробка протеїназами і фосфоліпазами викликає коалесценцію

Холестерол *(0,4% у молочному жири)*



Емульсія

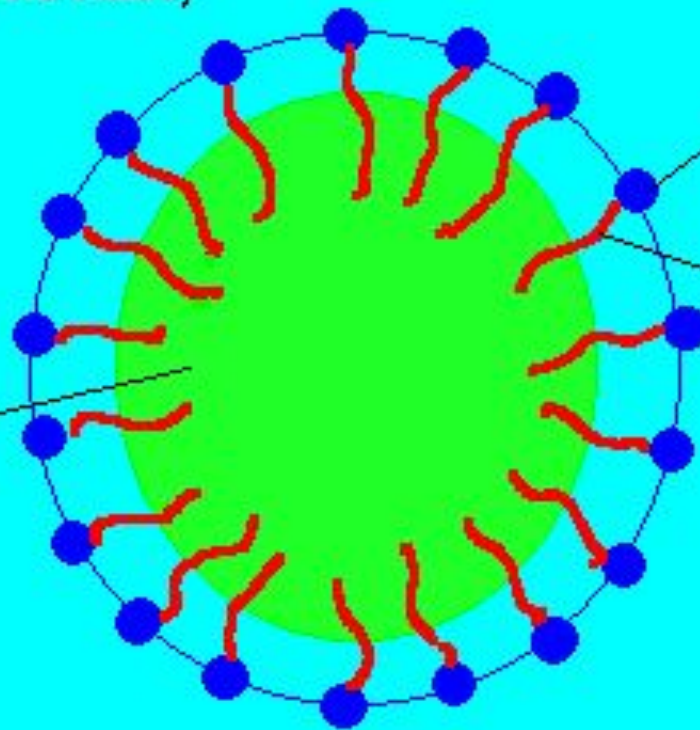


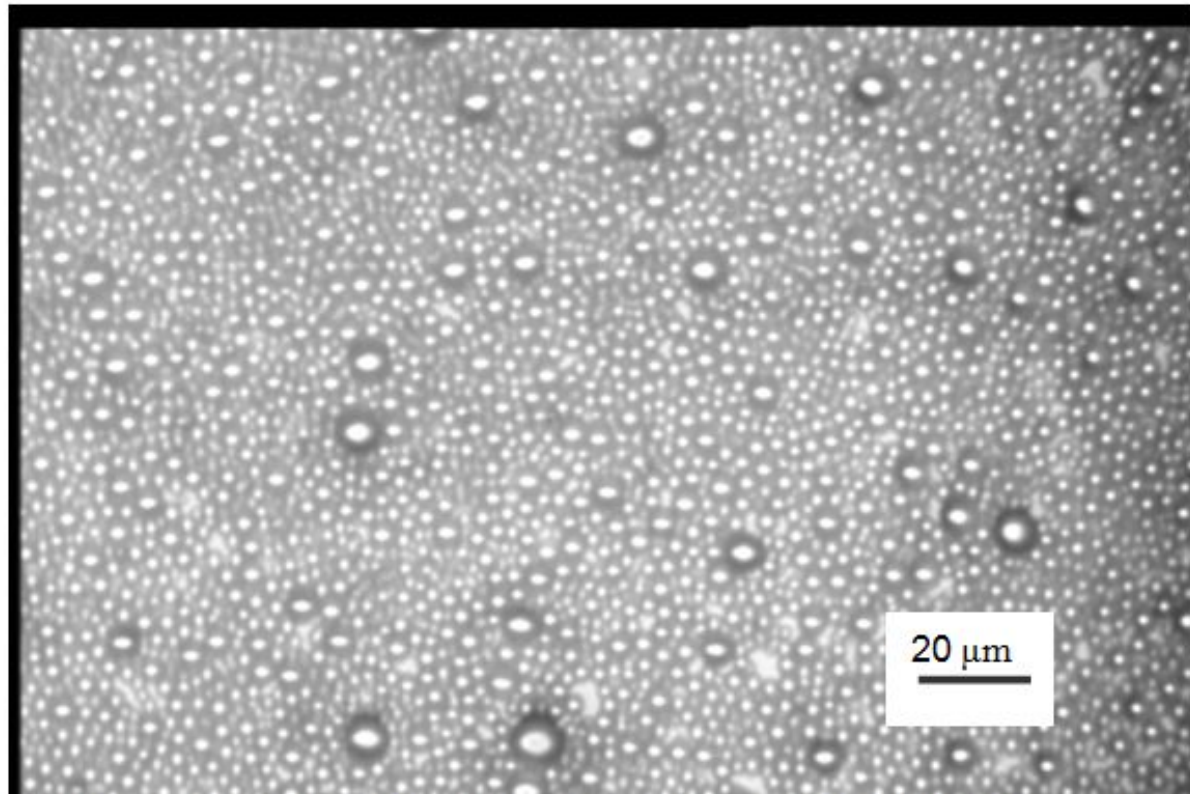
**Aqueous Liquid
(Continuous Phase)**

**Organic Solvent
(Droplet Phase)**

Hydrophilic Head

Hydrophobic Tail





Emulsion stabilized by 0.2 wt% of oxidized MWNT/ Al_2O_3 nanohybrids.

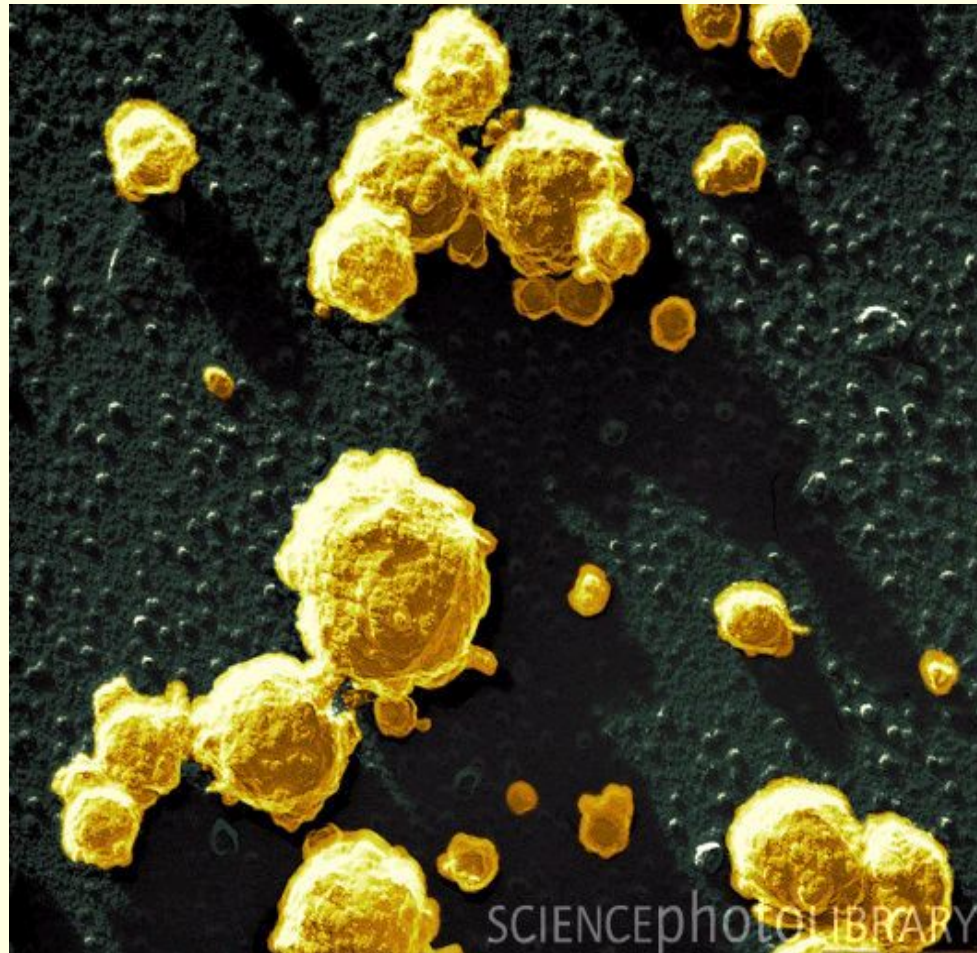
Казеїнові міцели

(електронна мікроскопія)

Діаметр – 130-160 нм, дистанція 240 нм,

к-сть в 1 мл – 10 у 14- 10- у 16;

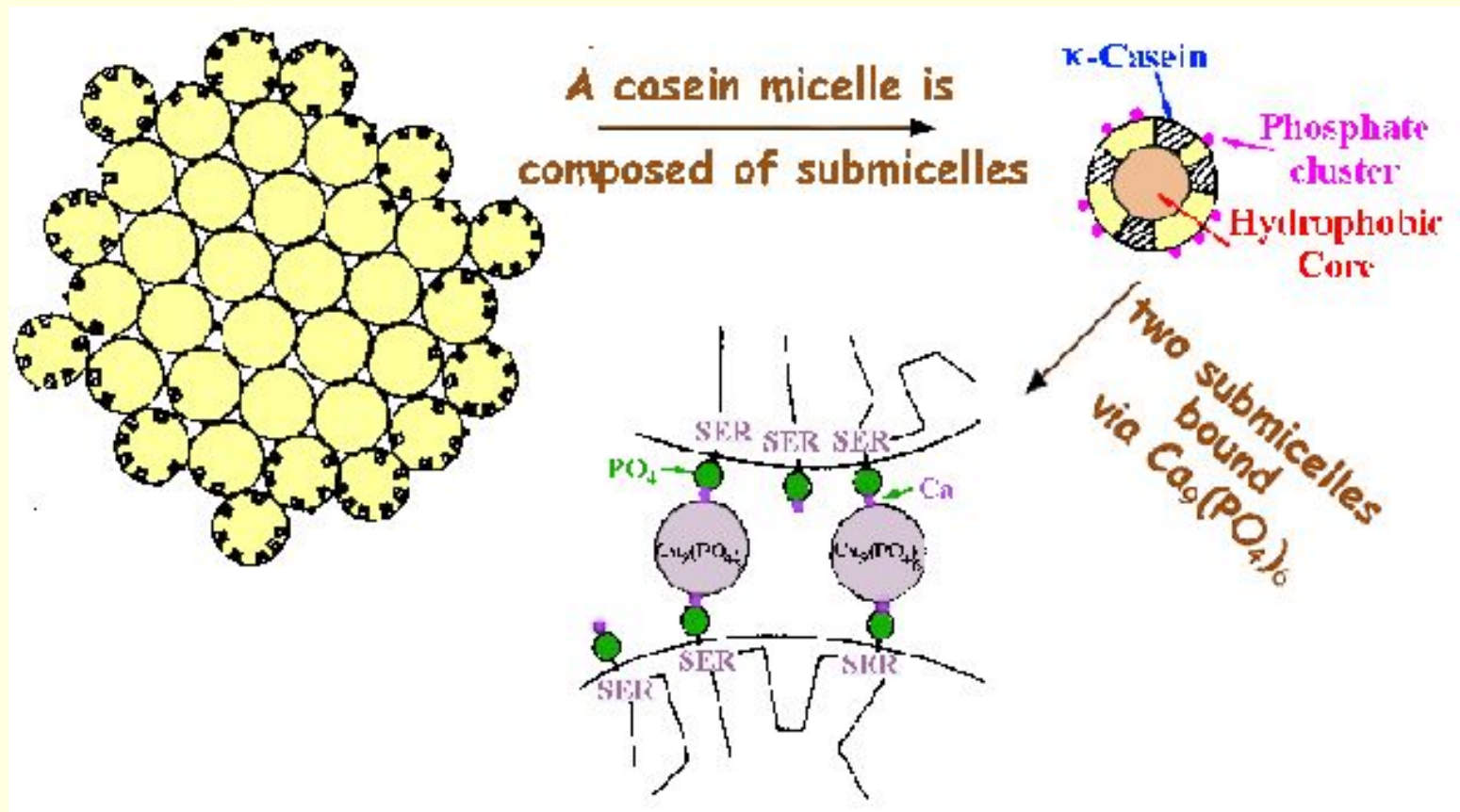
гідратація 3,7 г води/1 г



Хімічний склад казеїнових міцел (ККФК)

- α_s1 -33%
- α_s2 -11%
- β - 37%
- χ -11%
- Ca - 2,9%
- Mg - 0,2%
- P - 4,3%
- Цитрати - 0,5%

Колі́д Мо́дель



- Будова міцел субміцелярна
- Субміцели побудовані з 10-12 субодиниць, молекули з'єднані гідрофобними, електростатичними, водневими зв'язками і кальцієвими містками.
- Основна роль – гідрофобні взаємодії.
- Співвідношення фракцій: $\alpha s : \beta : \chi = 3:2:1$ або 2:2:1

- **Поверхня казеїнових міцел заряджена:**

Багато груп аспарагінової і глутамінової кислот, крім того, серину і треоніну з приєднаними вуглеводневими групами

χ-казеїн є глікомакропептидом

-
- Міцелярний казеїн є сильногідратованим,
 - 1 г білка поглинає 2-3,7 г води

Вода не тільки оточує міцеллу, але й імобілізується нею

- Поверхня казеїнової міцелли має приблизно 9600-12800 носіїв заряду (В міцеллі є біля 8000, біля 15-20% у казеїновій міцеллі займає χ -фракція, в одній молекулі χ -фракції є 8 дисоційованих карбоксильних груп то молекул)

Навколо поверхні формується подвійний електричний шар

Фактори стійкості казеїнових міцел

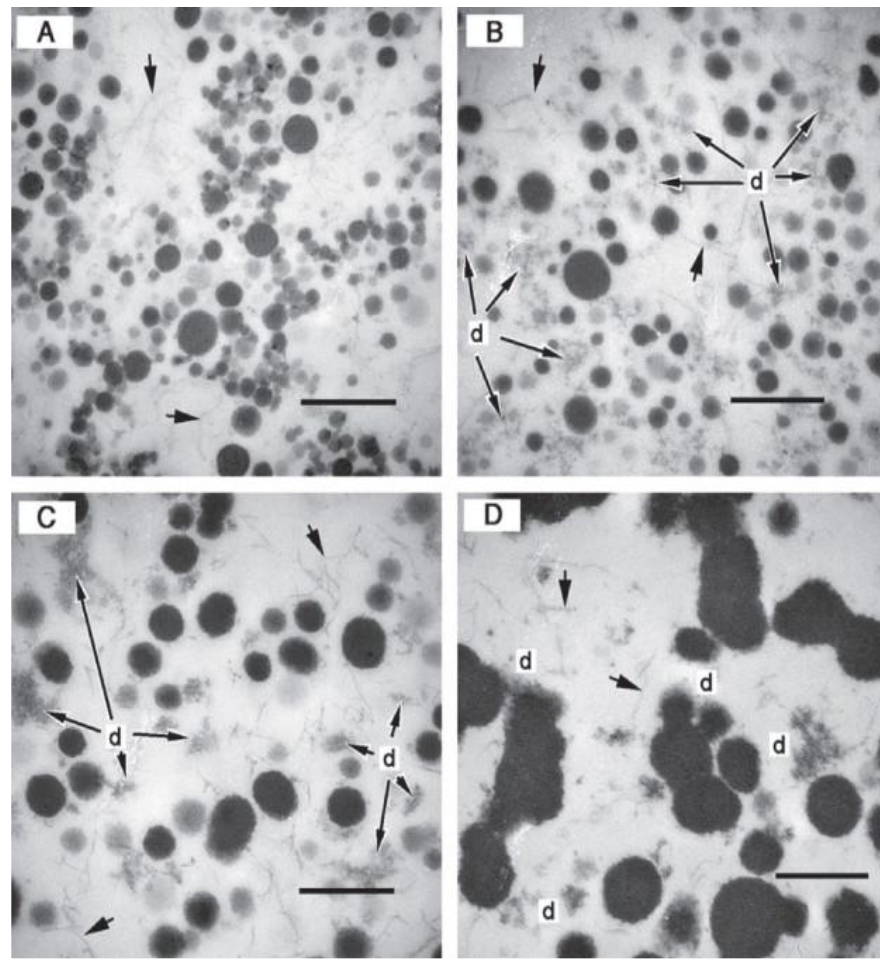
- Теорія ДЛФО (Дерягін, Ландау, Фервей, Овербок):

Стійкість і коагуляція частинок в колоїдних розчинах залежить від співвідношення сил притягання і електростатичних сил відштовхування

- Часточки сироваткових білків – або окремі молекули, або димери чи полімери (пентамери)
- Розміри колоїдних часточок **β -Лактоглобуліну (β -LG) 35-50 нм, α -Лактальбуміну (α -LA) 15-20 нм**
- **Форма часточок компактні глобули, які мають негативно заряджену поверхню і дуже потужні гідратні оболонки завдяки чому не коагулюють в ізоелектричній точці**
- **Виділяють їх шляхом додавання електролітів (висолювання)**

Дестабілізація колоїдної системи молока:

- **Зниження рН** (к/м продукти; небажана при самовільному скисанні молока)
- **Дія сильних електролітів – висолювання** (осадження білків; небажана коагуляція згущеного молока при високій концентрації іонів Са)
- **Дія протеолітичних ферментів** (згортання сичужним ферментом; небажана – згортання мікробними протеазами)
- **Дія високих температур** (освітлення сироватки при виробництві молочного цукру, небажана – утворення молочного каменю)



- Коагуляцію сироваткових білків можна викликати шляхом теплової обробки.

- Термостійкість:

Яєчний альбумін	+56 °С
Сироватковий альбумін молока	+67 °С
β-Лактоглобулін	+72 °С
α-Лактальбумін	+70-75 °С
Казеїни	+160-200 °С

-
- Механізм теплової коагуляції сироваткових білків – тепла енергія приводить до розгортання поліпептидних ланцюгів після розриву водневих зв'язків, полімеризуються ланцюги шляхом утворення S-S зв'язків

-
- Усі фактори, що знижують поверхневий заряд і міцність гідратної оболонки (зміна рН, додавання електролітів, дія протеолітичних ферментів, високих температур) приводять до руйнування колоїдної системи молока

Система справжнього розчину

- Гомогенний розчин, що складається з розчинених сполук і води

Солі Са, Na, K, Mg

Молочний цукор

Розміри часточок <1 нм

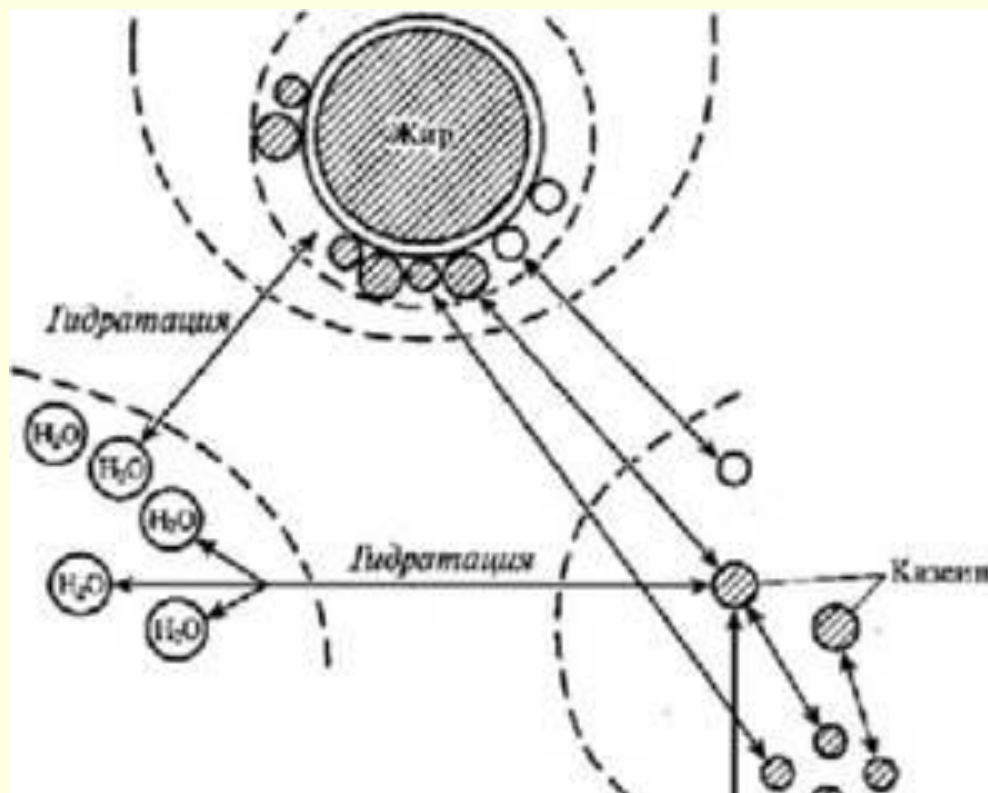
Солі Na, K повністю дисоційовані

Хлориди зумовлюють осмотичний тиск, а фосфати входять до складу буферних систем

- Частина цитратів і фосфатів Ca, Mg у стані справжнього розчину
- Система справжнього розчину зумовлює осмотичний тиск, зниження температури замерзання і підвищення температури кипіння, електропровідність молока, рефракцію (здатність до заломлення світла)
- Закон Вігнера

-
- Молочна сироватка – реальний (а не ідеальний розчин), в якому молекули здійснюють взаємний вплив – міжїонна взаємодія

Рівновага між окремими системами



Дякую за увагу!

