



EMULSIFIERS IN FOOD TECHNOLOGY

Edited by

Robert J. Whitehurst



Blackwell
Publishing



FOOD EMULSIFIERS AND THEIR APPLICATIONS

Edited by

Gerard L. Hasenhuettl and

Richard W. Hartel

CRC Series in
CONTEMPORARY FOOD SCIENCE

Food Emulsions

Principles, Practices, and Techniques

Second Edition

David Julian McClements

 CRC PRESS

2nd Edition

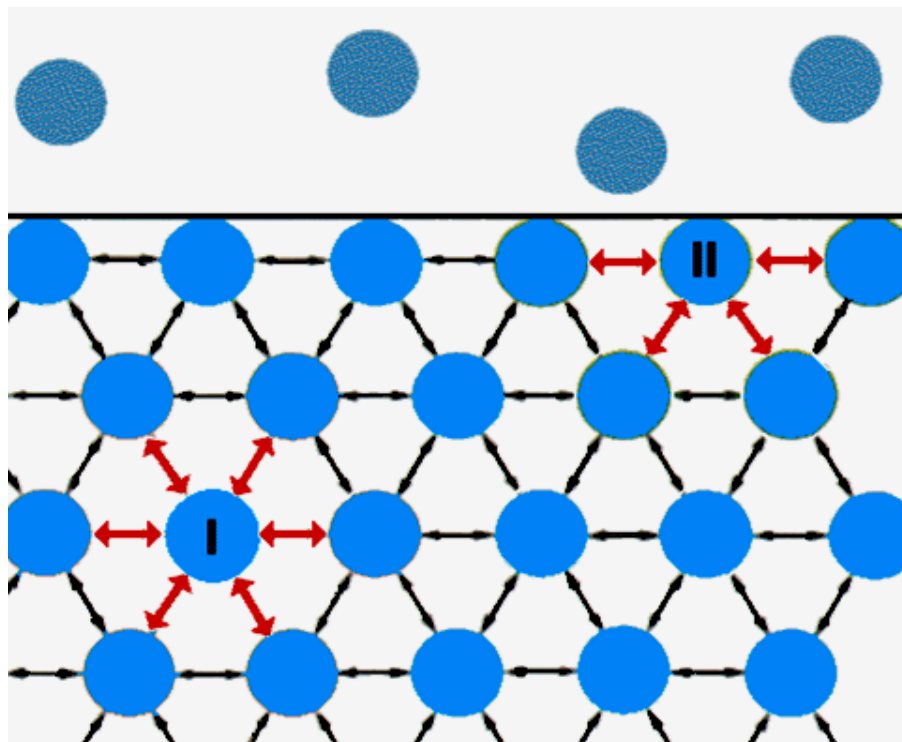
EMULSIFIERS IN FOOD TECHNOLOGY

Edited by Viggo Norn



WILEY Blackwell

поверхневий натяг



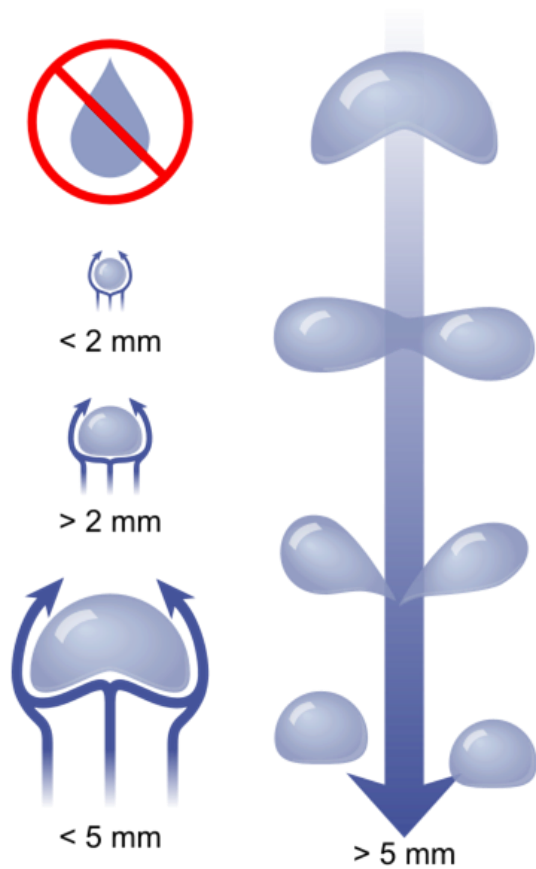
газова фаза:
молекули слабо взаємодіють

границя поділу фаз
на молекулу дає
незрівноважений вектор сил

в об'ємі рідкої фази
на молекулу діє
зрівноважений вектор сил

наслідок: **поверхневий шар** рідини з **підвищеною енергією**

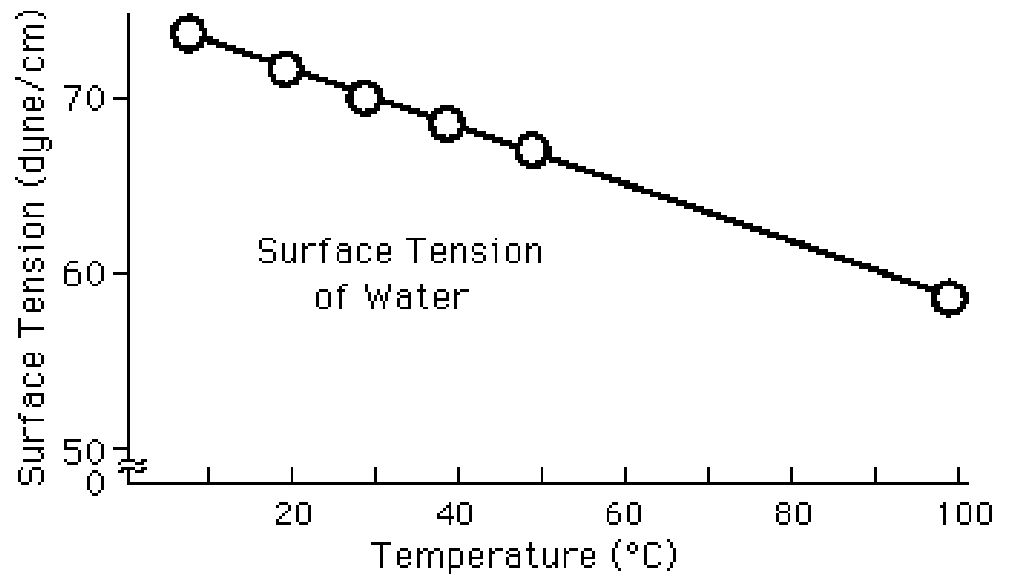
мінімалізація енергії → гладка поверхня рідини
хвилі на поверхні
куляста форма краплі



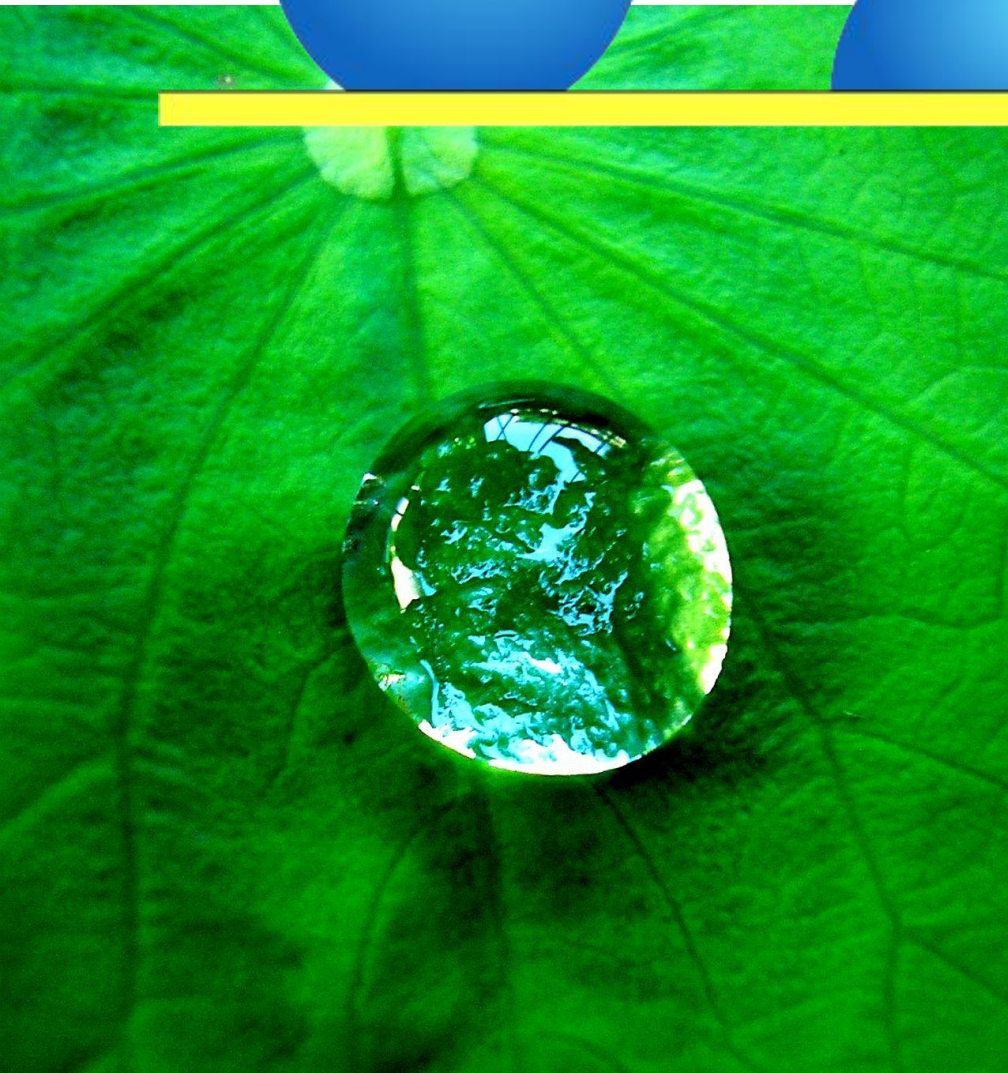
форма краплі залежить
від розміру і швидкості опадання

	mN/m
ртуть	425
вода	72.8
гліцерин	64.0
етиленгліколь	47.7
метанол	22.7
етанол	22.1
1-октанол	27.6
1-деканол	28.5
ацетон	25.2
1-хлоробутан	23.1
хлороформ	27.5

**поверхневий натяг зменшується
із зростанням температури**



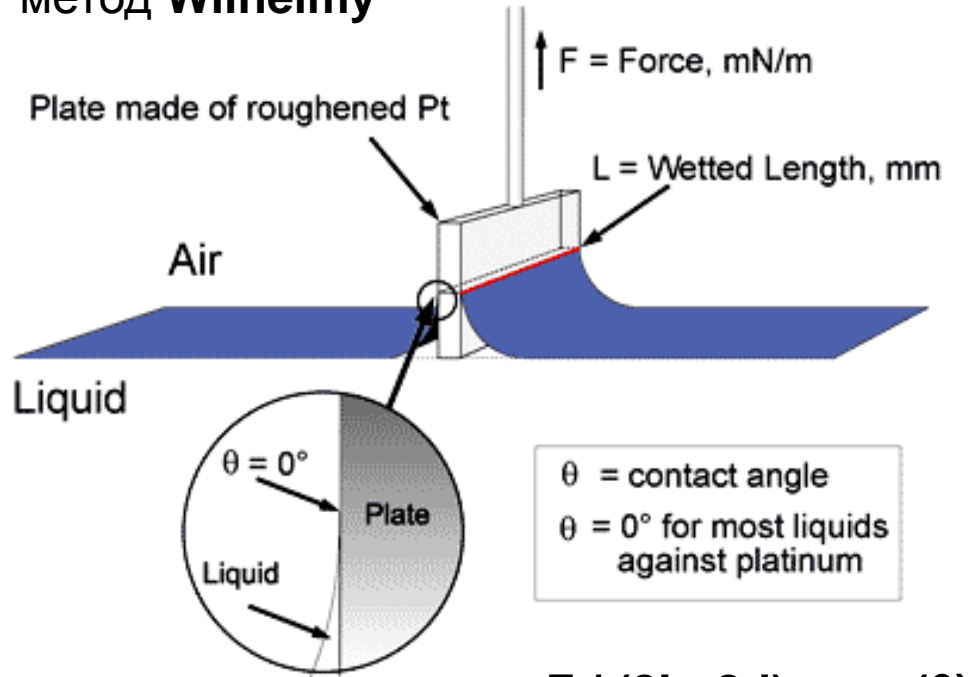
наслідок:
тепла вода краще розчиняє + краще миє



форма краплі на поверхні
залежить від
різниці пов.натягу
рідини і твердого тіла

висока спорідненість →
малий кут контакту
(і навпаки)

МЕТОД Wilhelmy



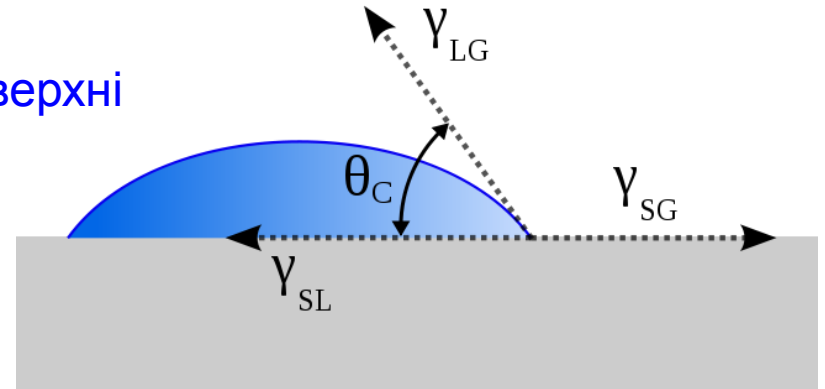
$$\sigma = F / (2L+2d) \cdot \cos(\theta)$$

- + абсолютні виміри
- + **хороша повторюваність**
- + немає додаткових параметрів
- + автоматичне вимірювання



метод краплі на поверхні

Θ_c – кут контакту
(Solid-Liquid / Liquid-Gas)



застосування:

- гетерогенність поверхні
- полярність поверхні
- натяг міжфазний

- + проста апаратура
- багато розрахунків
- серія вимірів зі стандартами

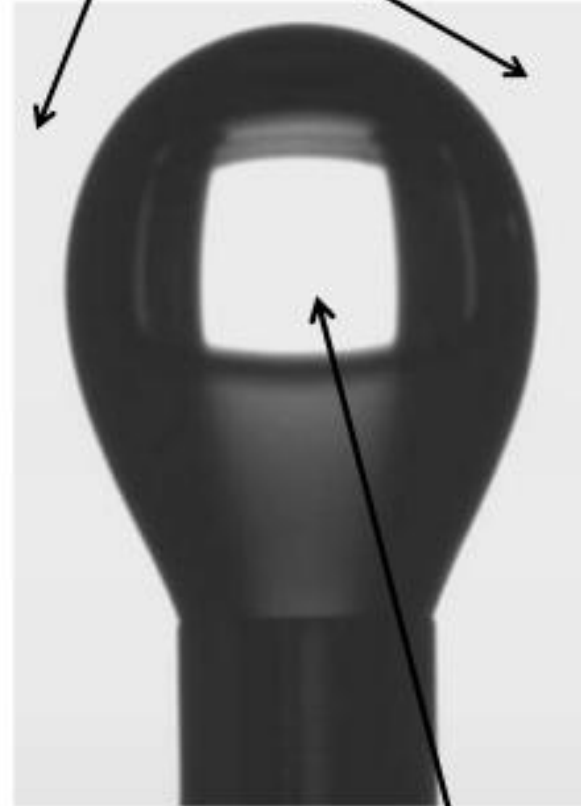


гоніометр

Drop Shape Analyser (DSA)



Sugars Solution



Vegetable fat

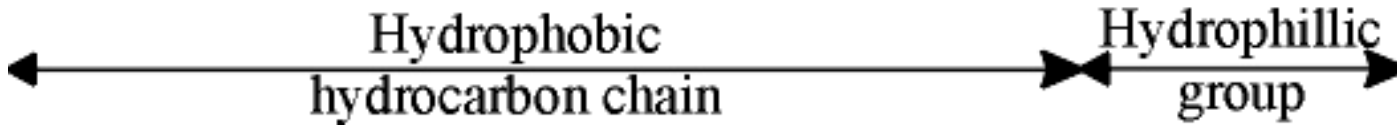
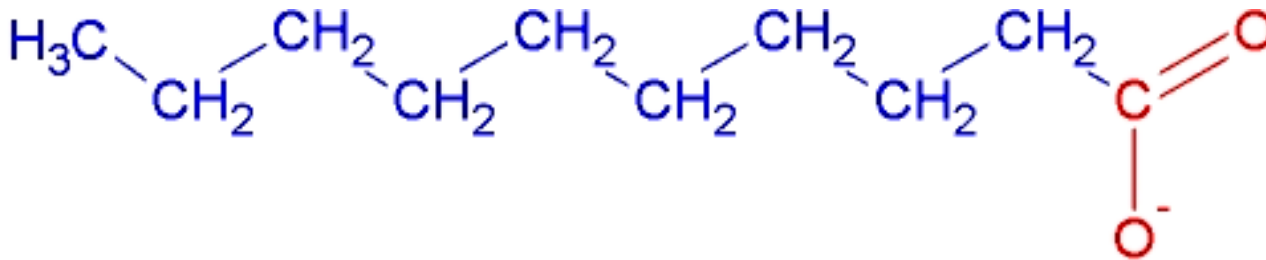
Pending drop - Shape of drop depends on the density difference between the two phases and the interfacial tension. From this it is possible to estimate interfacial tension – IFT mN/m

амфіфільні

ПАР = поверхнево-активна речовина

surfactant = SURFace ACTIVE AgeNT

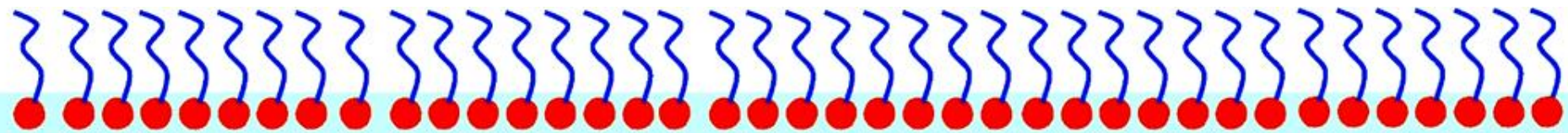
tenzid



неполярна
гідрофобна
ліпофільна

полярна
гідрофільна
ліпофобна

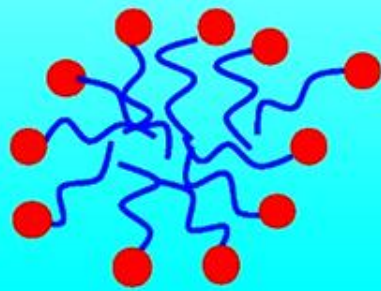
- **аніонні** COO^- , SO_3^-
- **катионні** R_4N^+
- **неіонні** $(\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{O})_n$



Adsorption



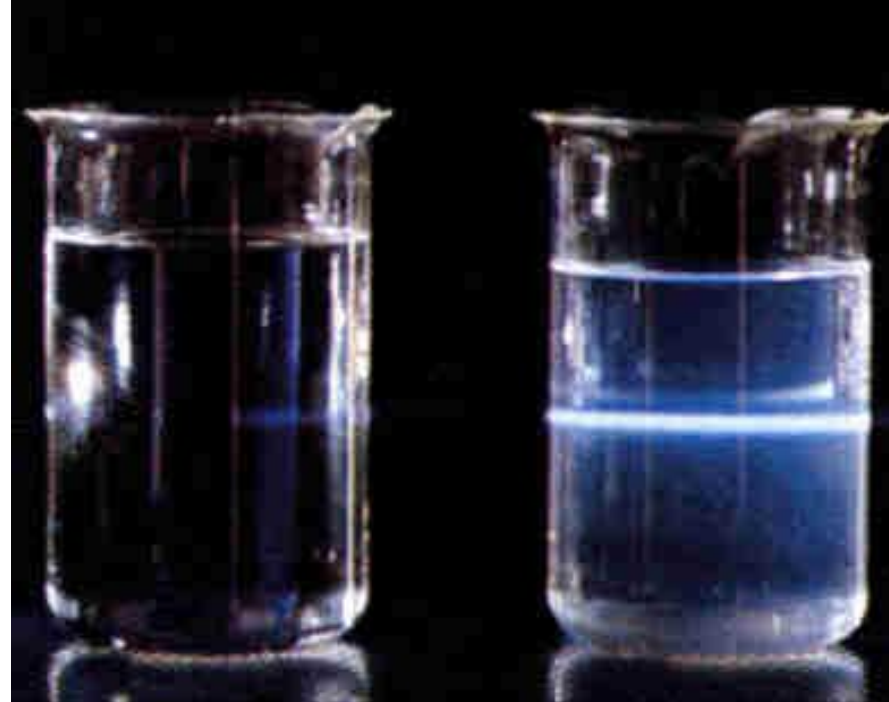
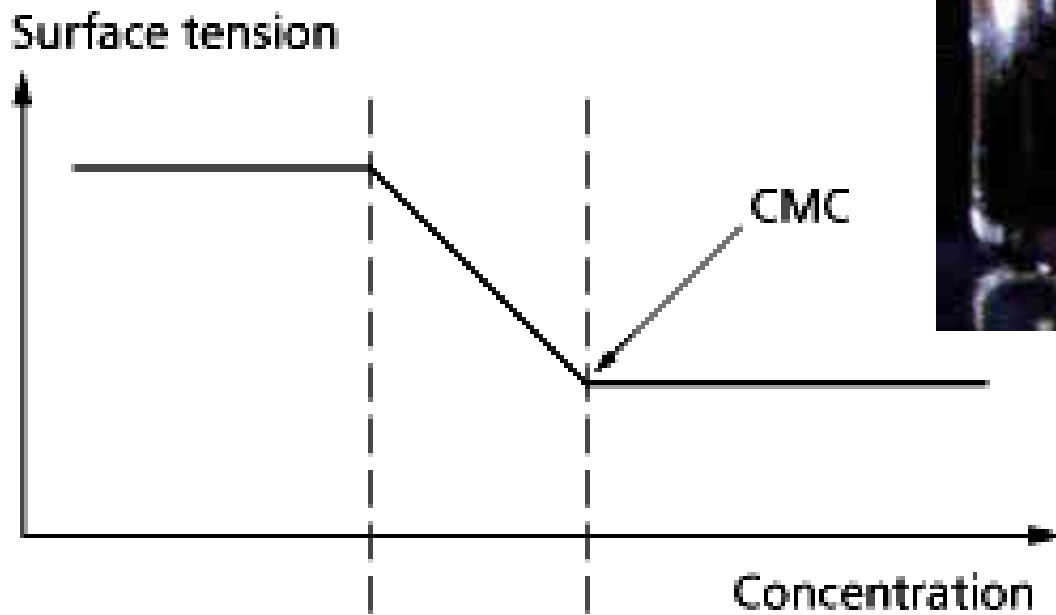
Diffusion



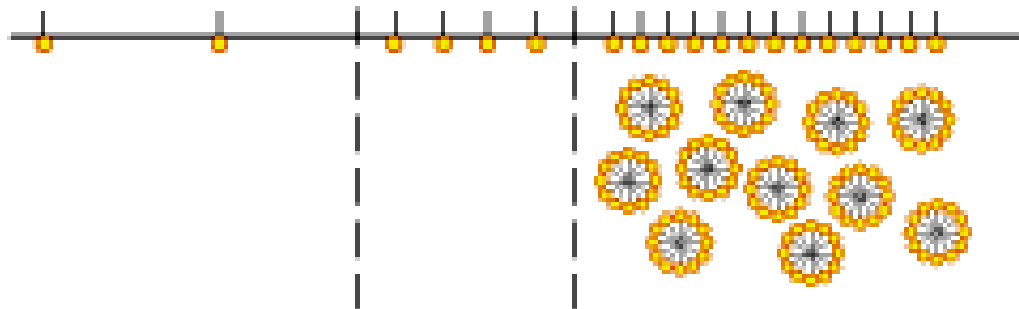
micelles

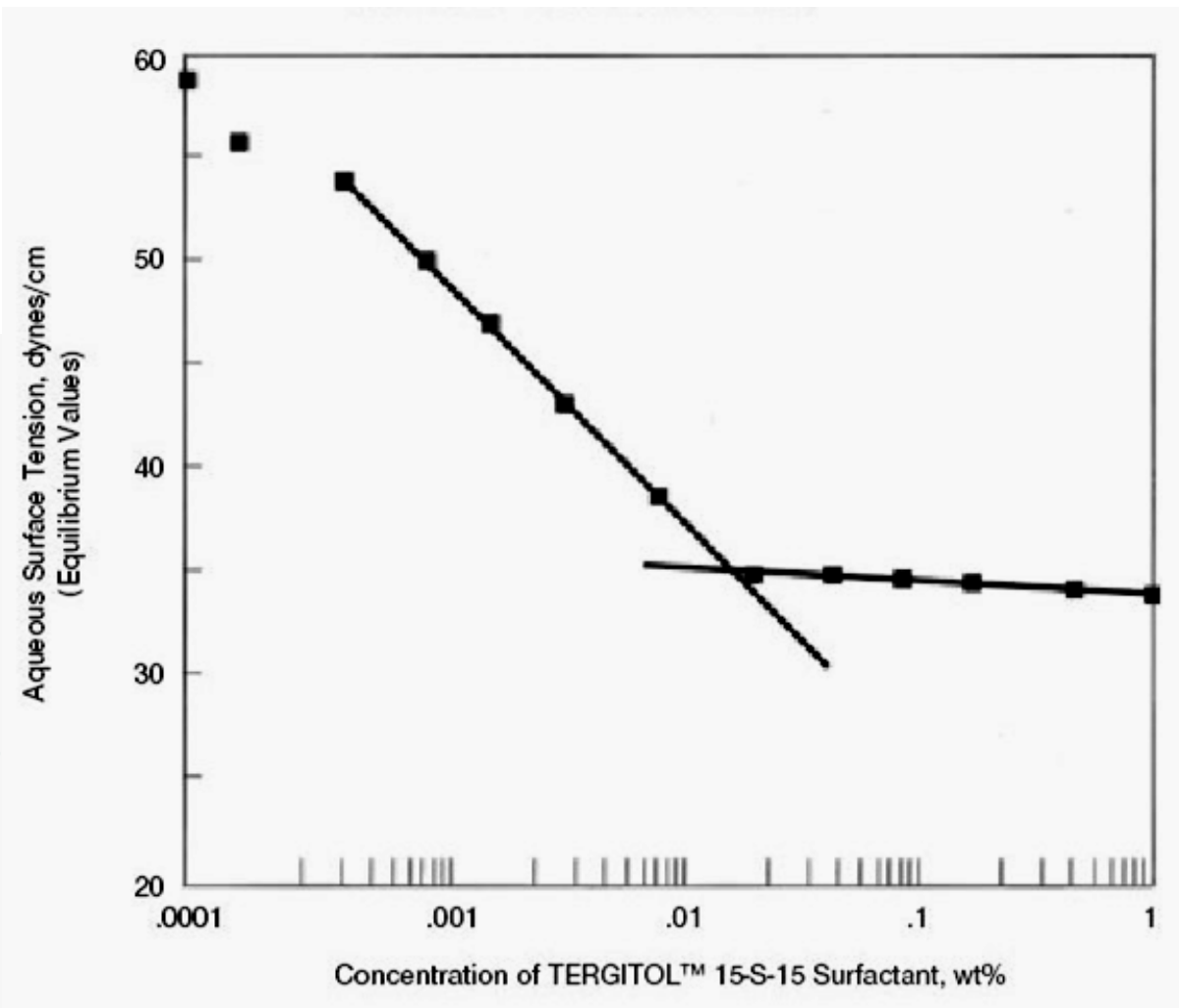
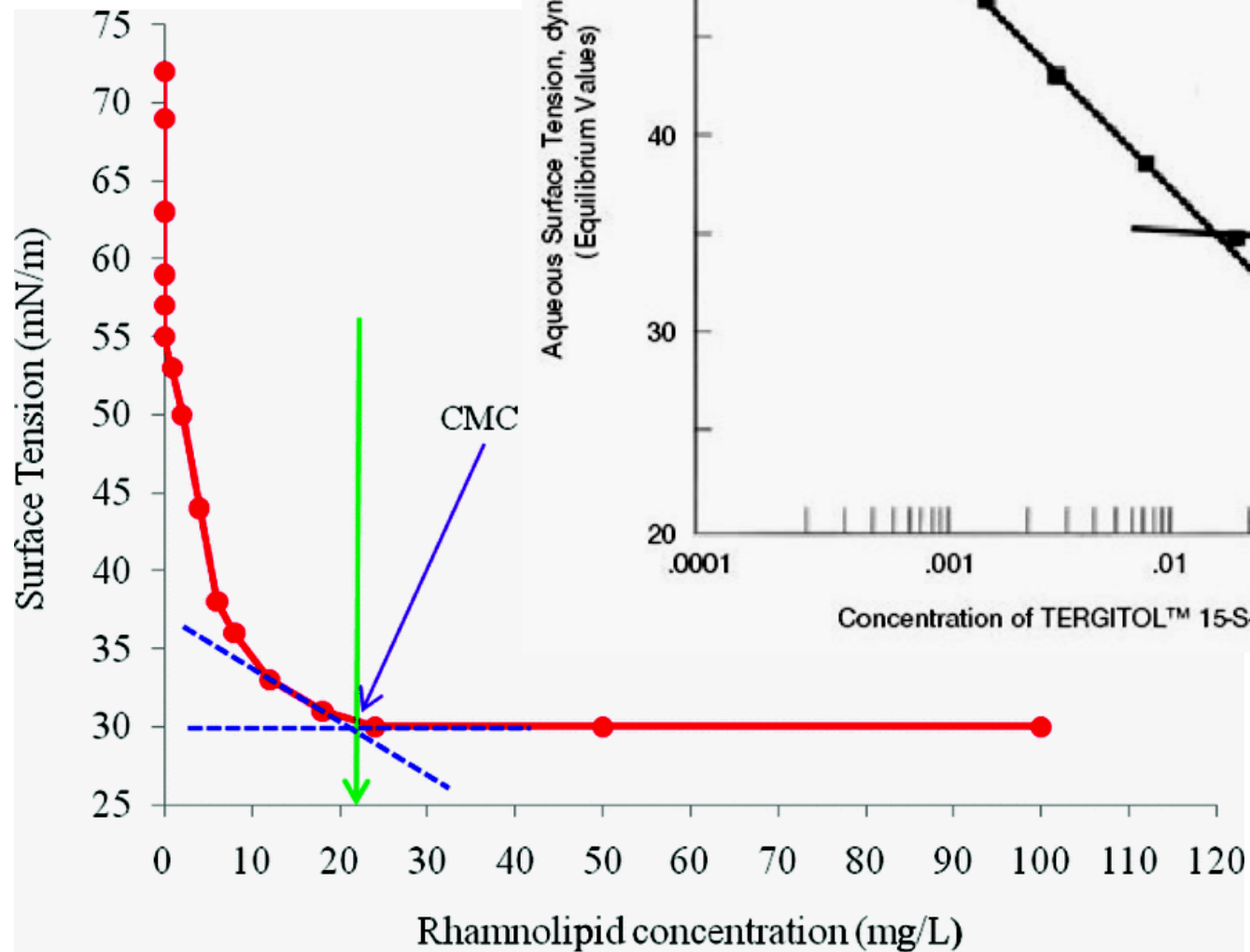


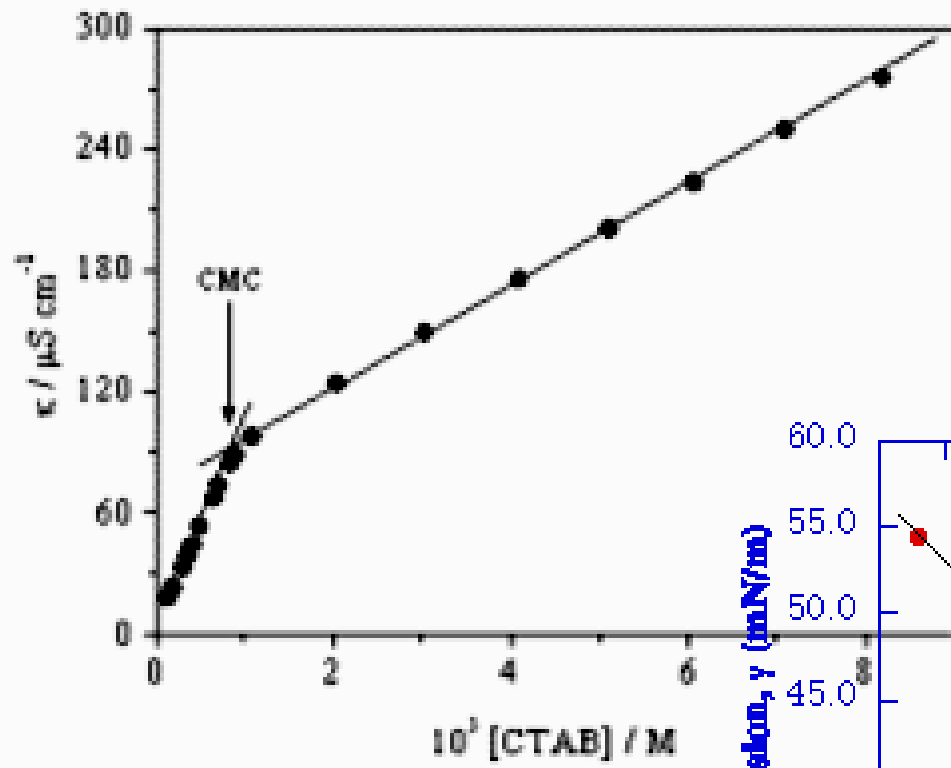
monomers



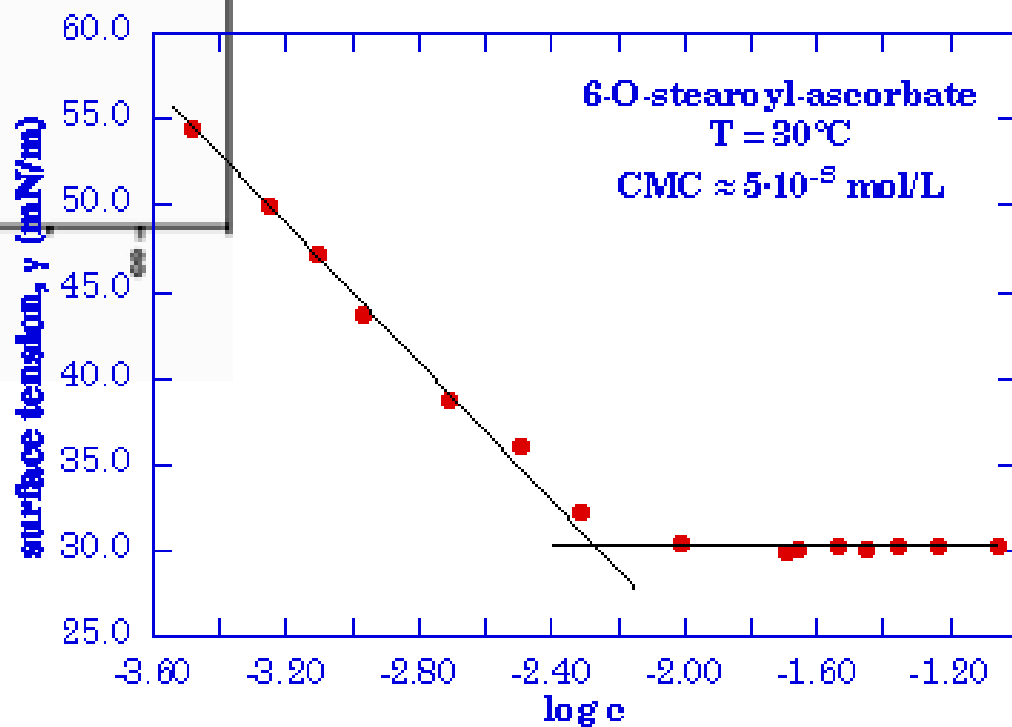
ефект Тиндаля



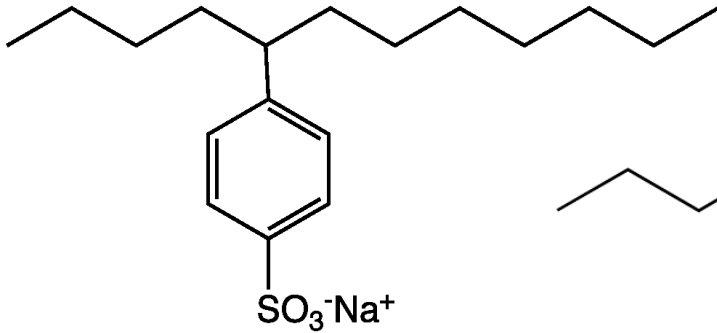




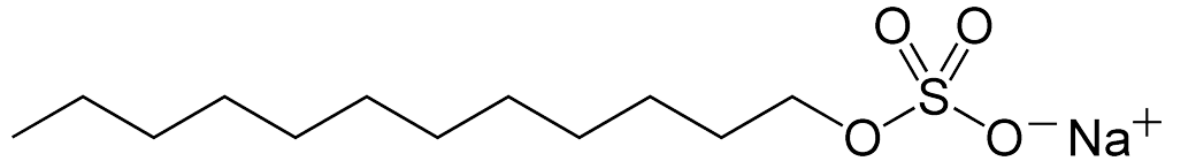
гексадецилтриметиламоній бромід
CTAB



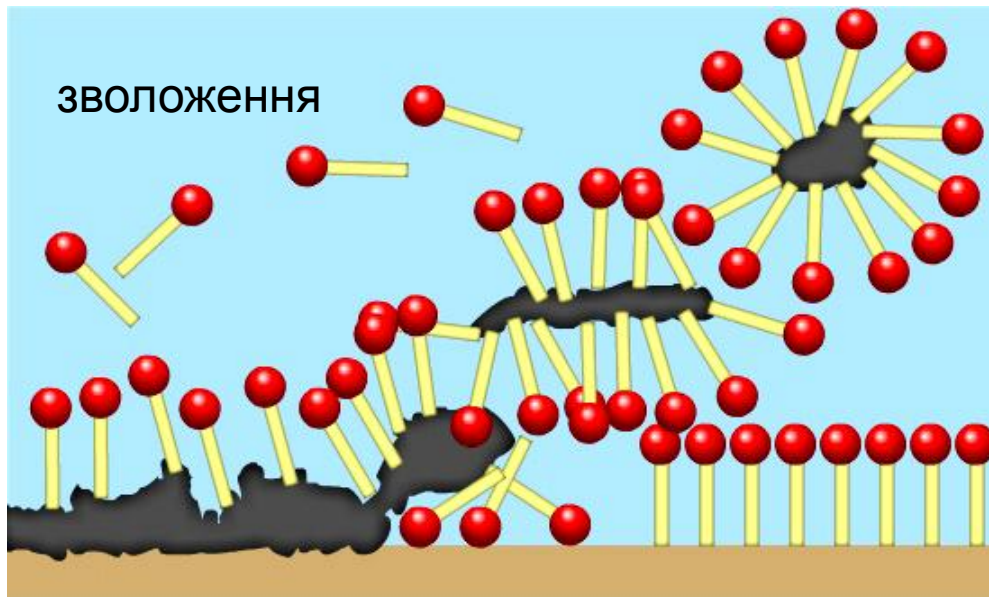
Linear AlkylbenzeneSulfonate = LAS

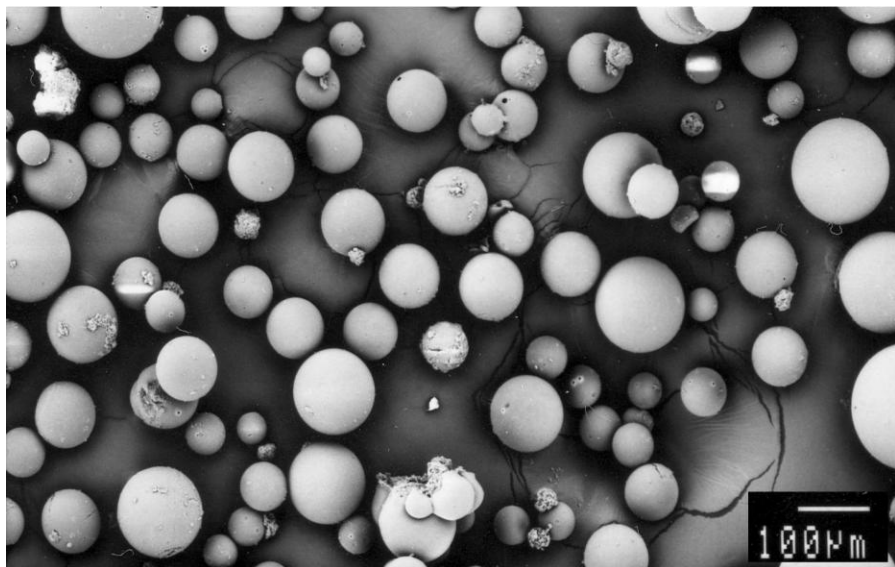
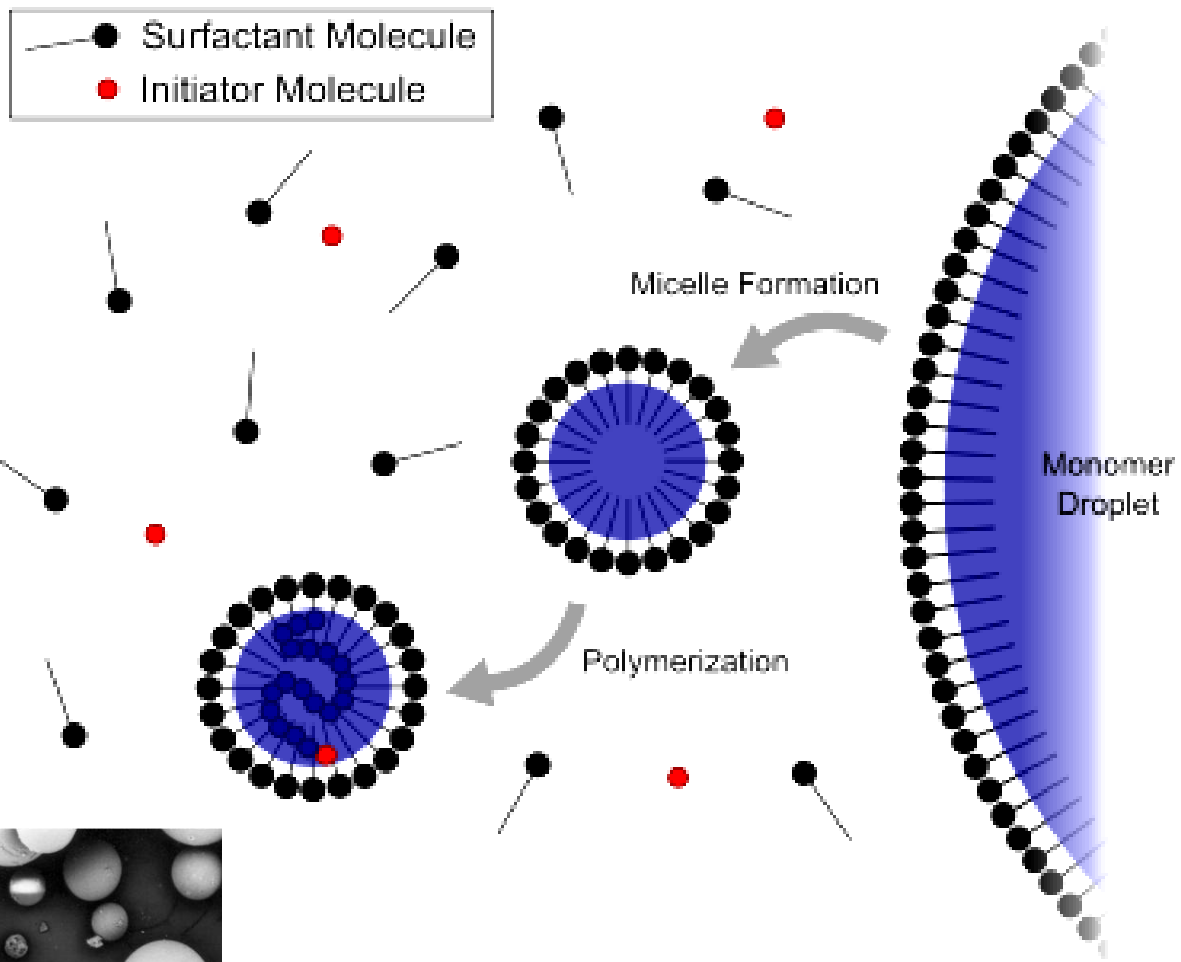


sodium dodecyl sulfate (SDS)



диспергування

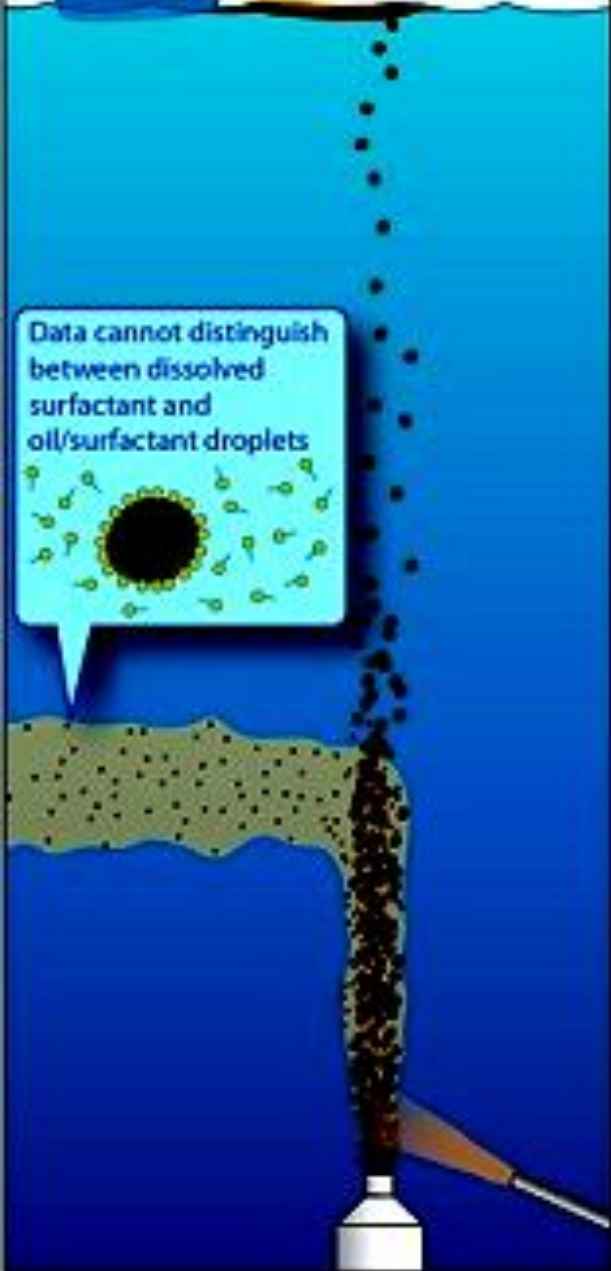




емульсійна полімеризація
(ПВХ, бутадієн-стирольний каучук)

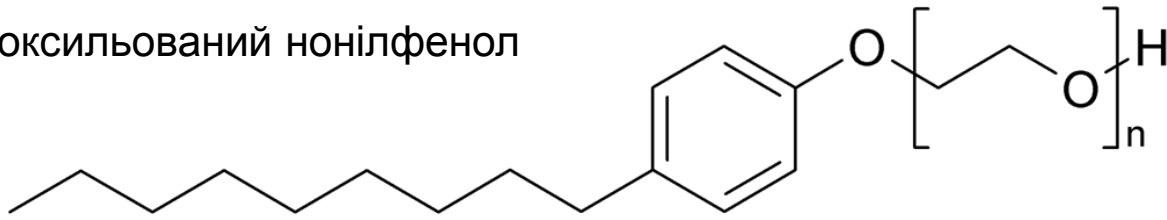
DeepWater Horizon Oil Spill

Exxon



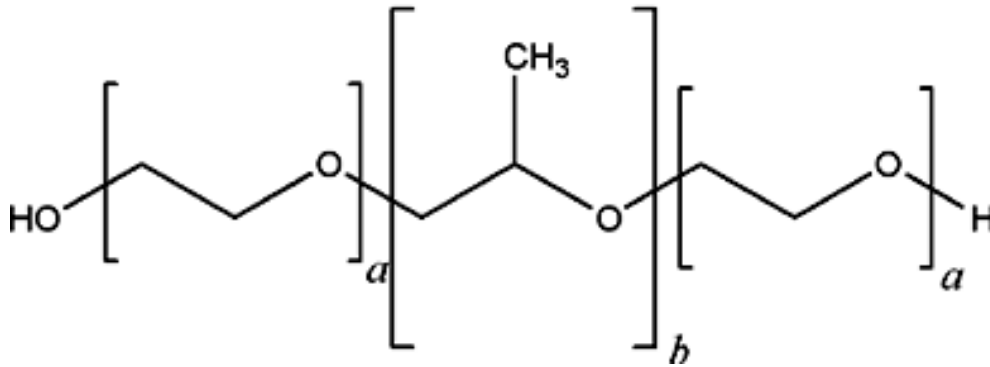
- диспергування нафтових плям

етоксильований нонілфенол

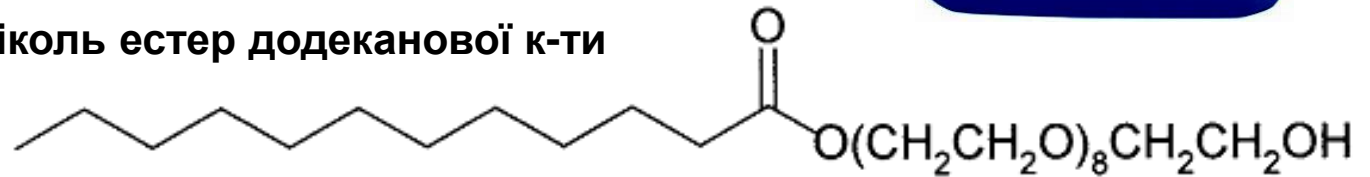


технічні
емульгатори
детергенти

кополімер оксиду етилену і оксиду пропілену



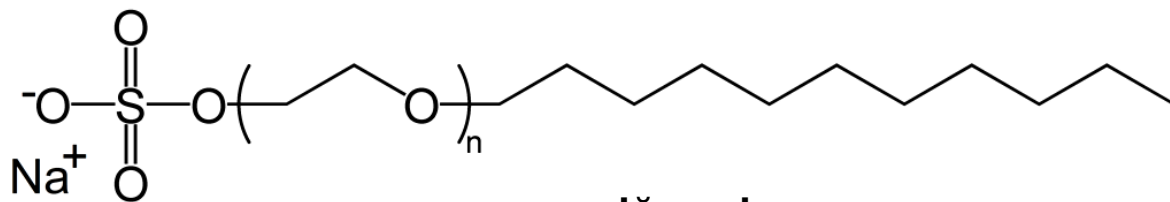
нонаетиленгліколь естер додеканової к-ти



нонаетиленгліколь етер додеканолу



sodium laureth sulfate
sodium lauryl ether sulphate (SLES)



• диспергатор

стійка піна

• шампуні

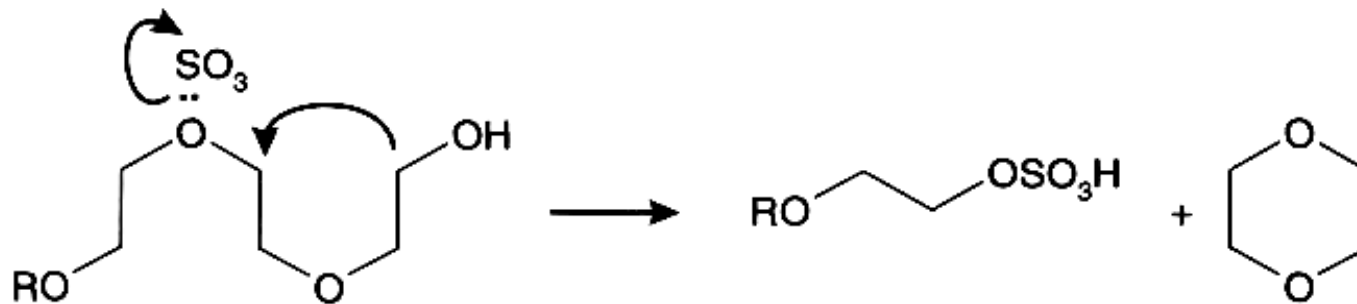
емульгатор

• охолоджувальні рідини

емульсії пестицидів

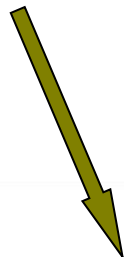
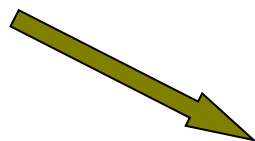
зволоження поверхні рослин





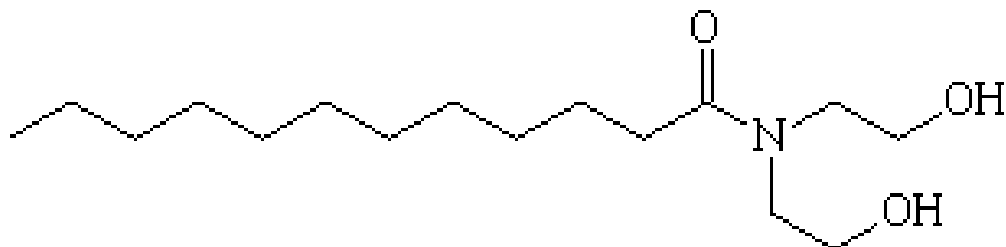
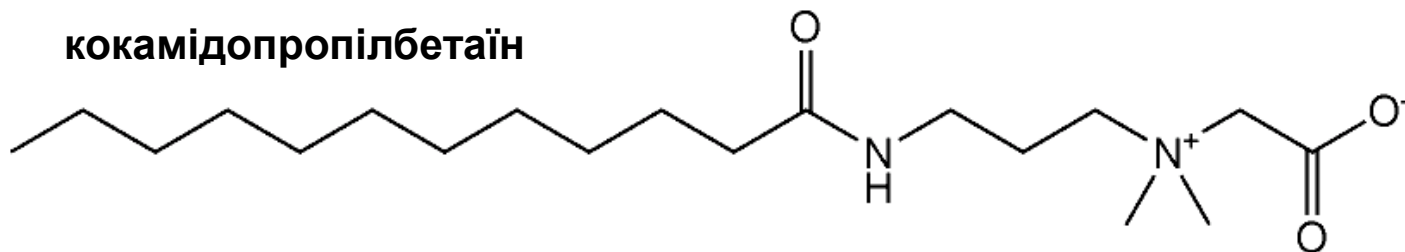
1,4-діоксан утворюється в кислому середовищі
• HCl = каталізатор технічний



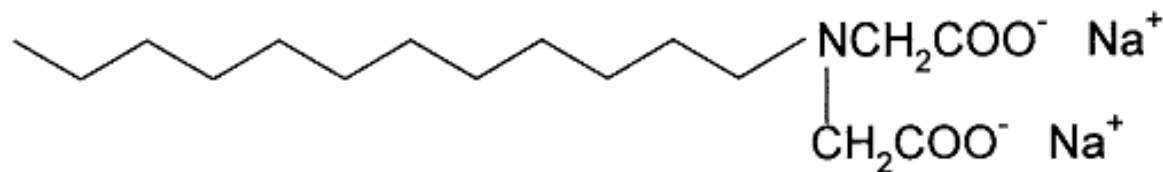


- гідрофобізація
- пластифікація

кокамідопропілбетаїн



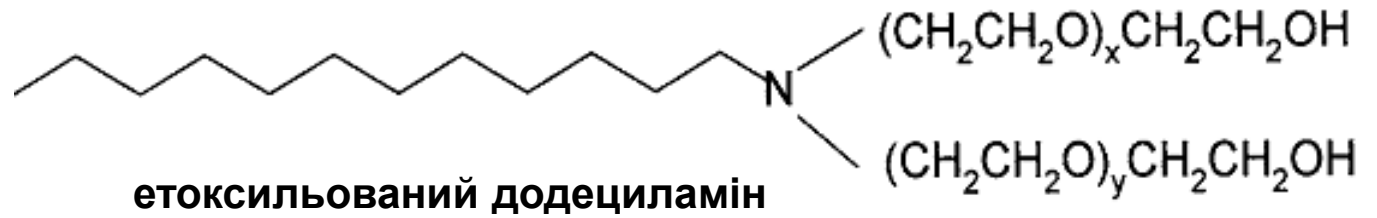
cocamide DEA



N-додециламінодіоцтова к-та, натрієва сіль



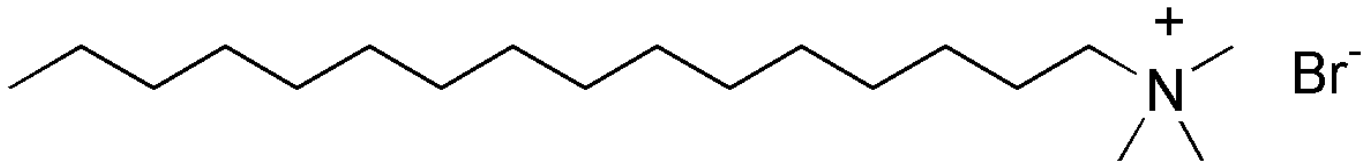
- висока стійкість / Ca, Mg
- стійка піна



• емульгатори



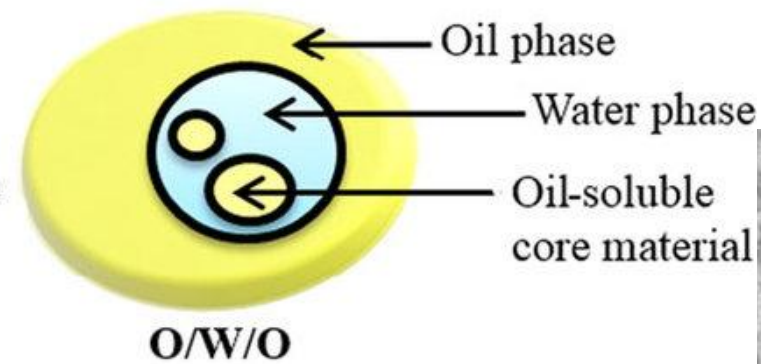
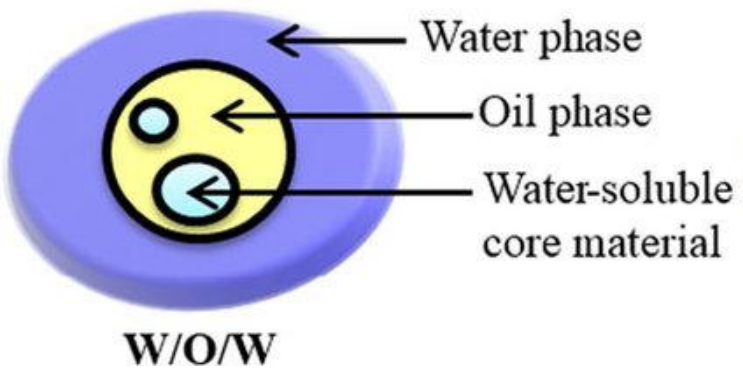
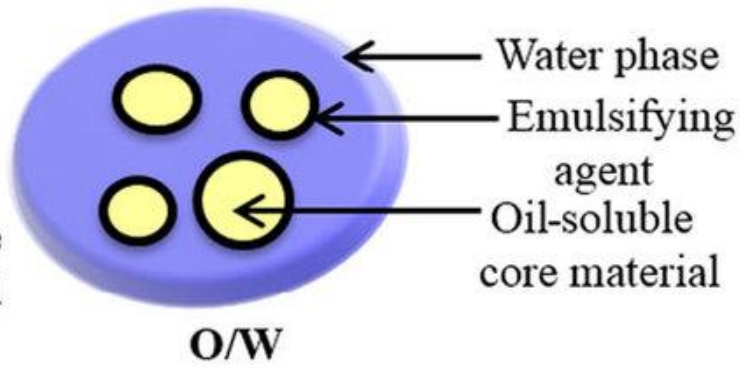
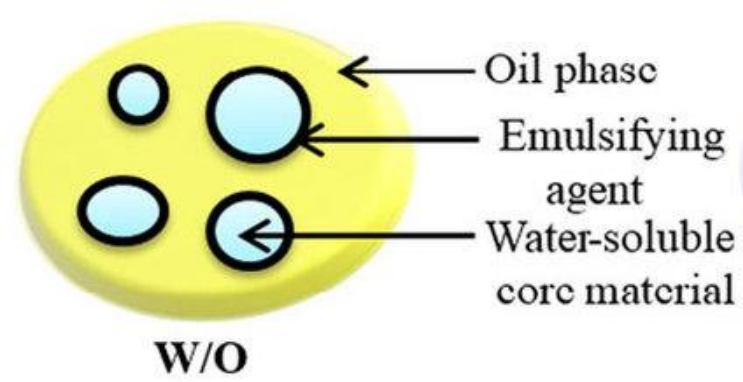
• диспергатори пігментів



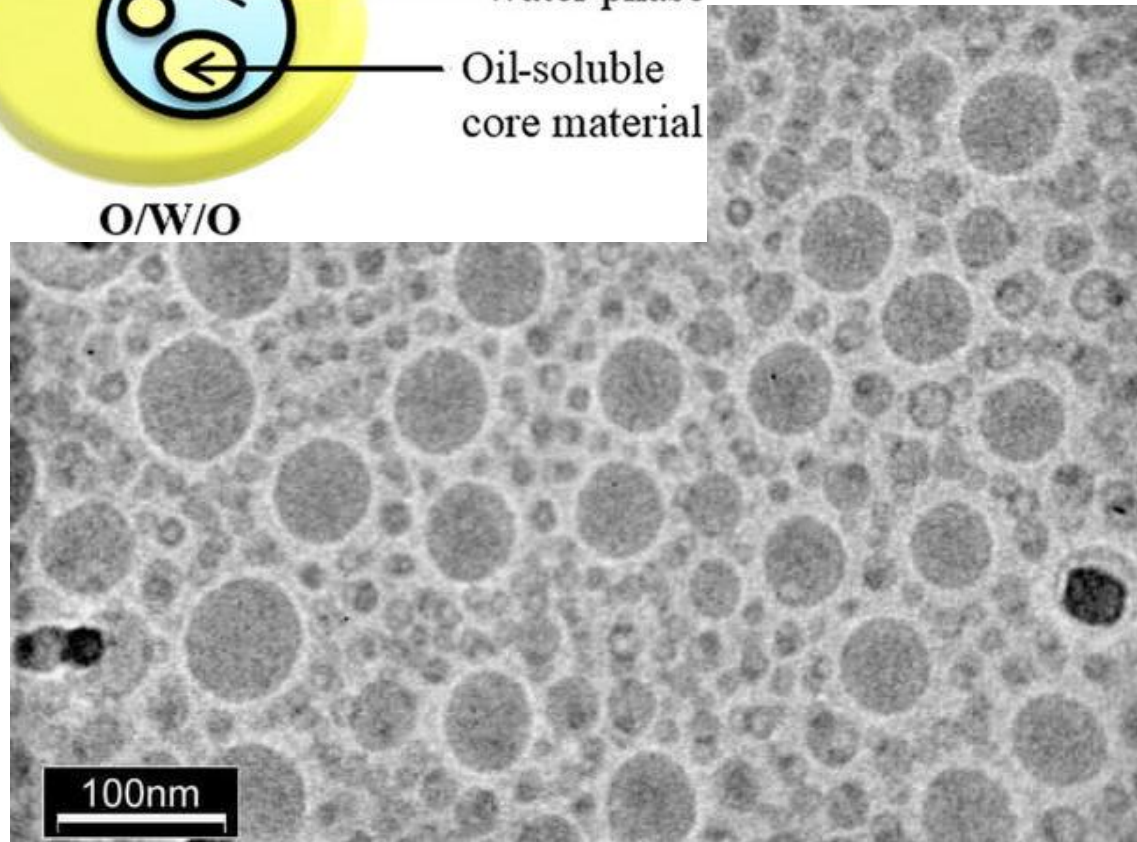
цетилтриметиламоній бромід (СТАВ)
гексадецилтриметиламоній бромід

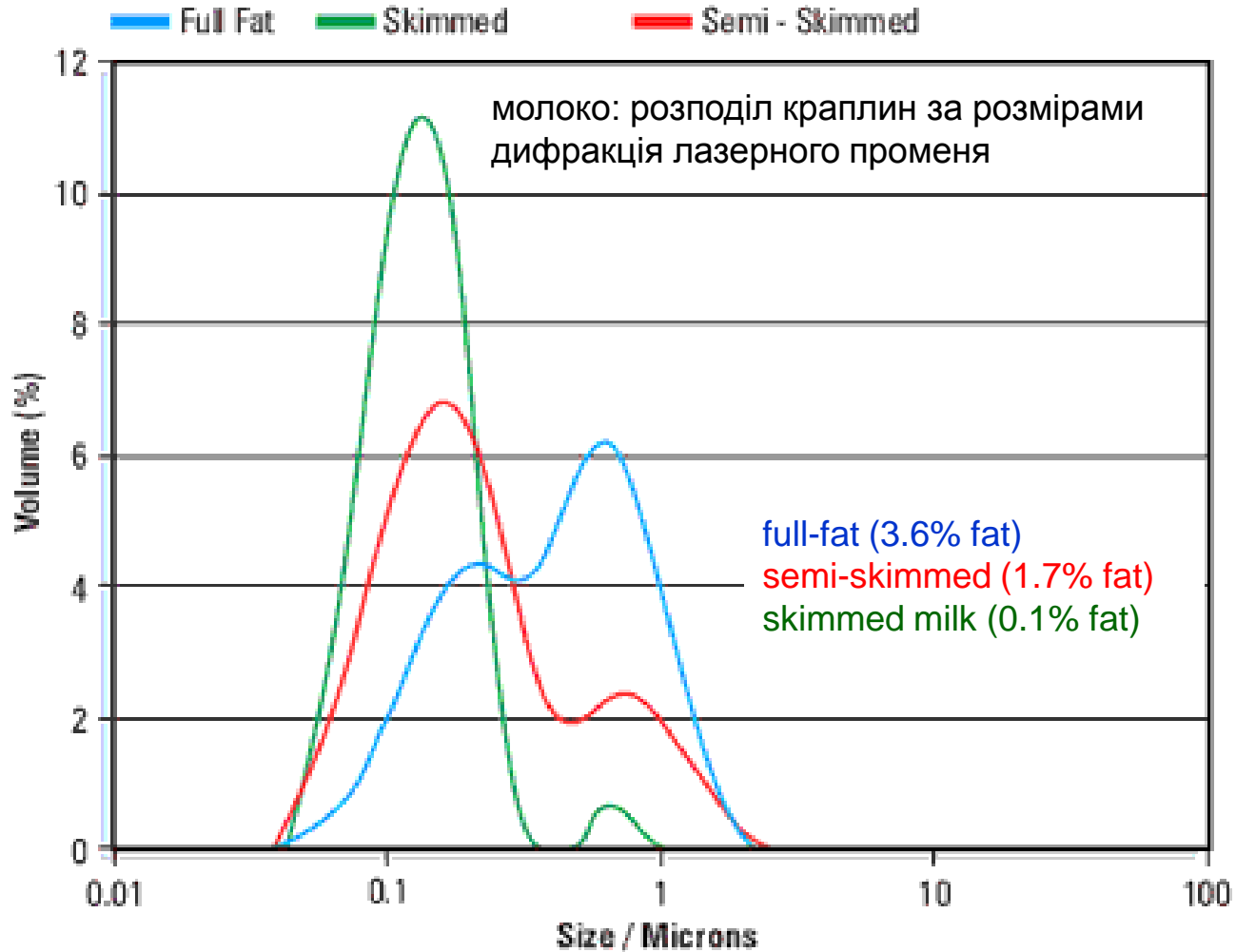
- диспергатор
- біоцид



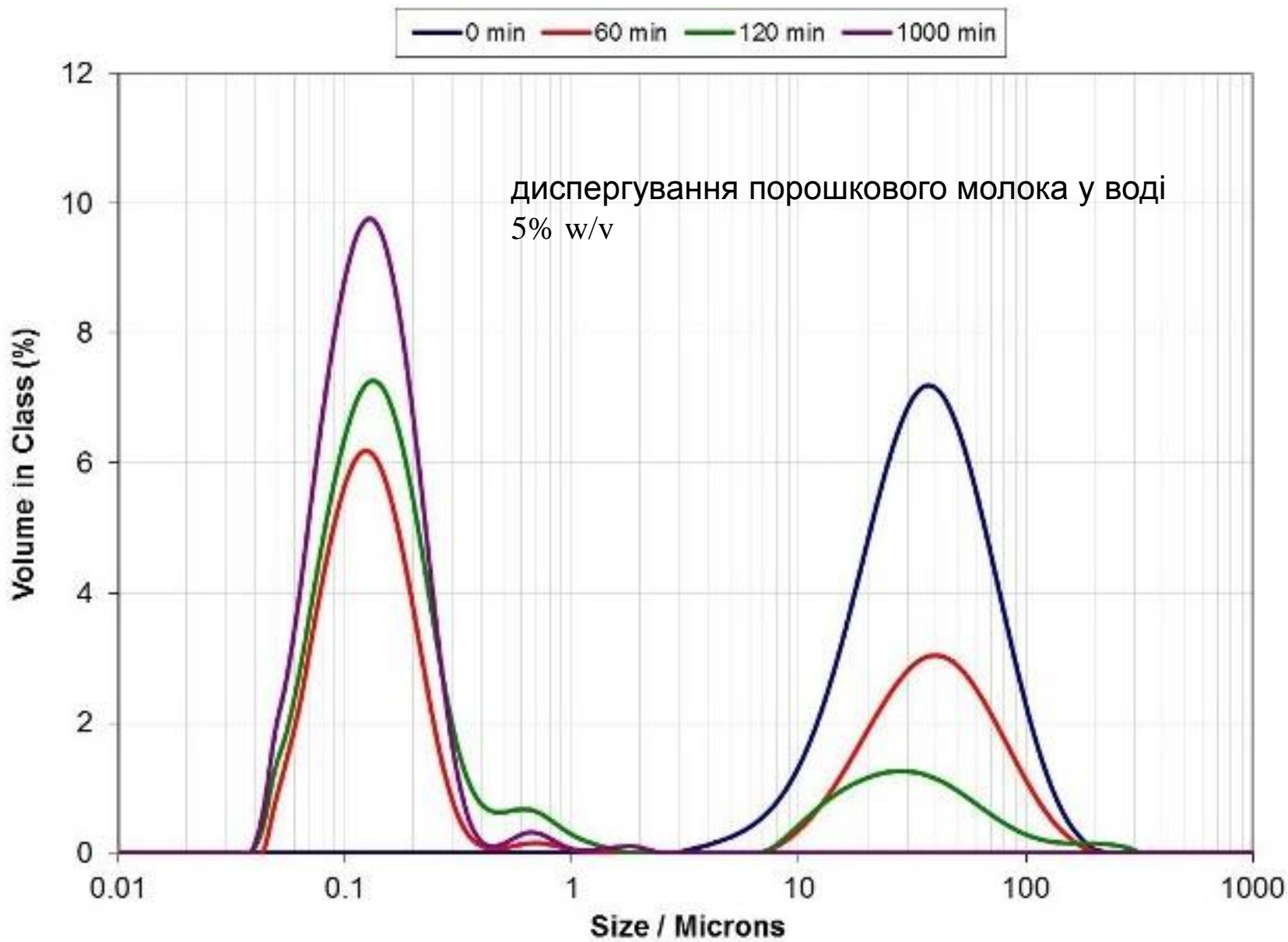


емульсії



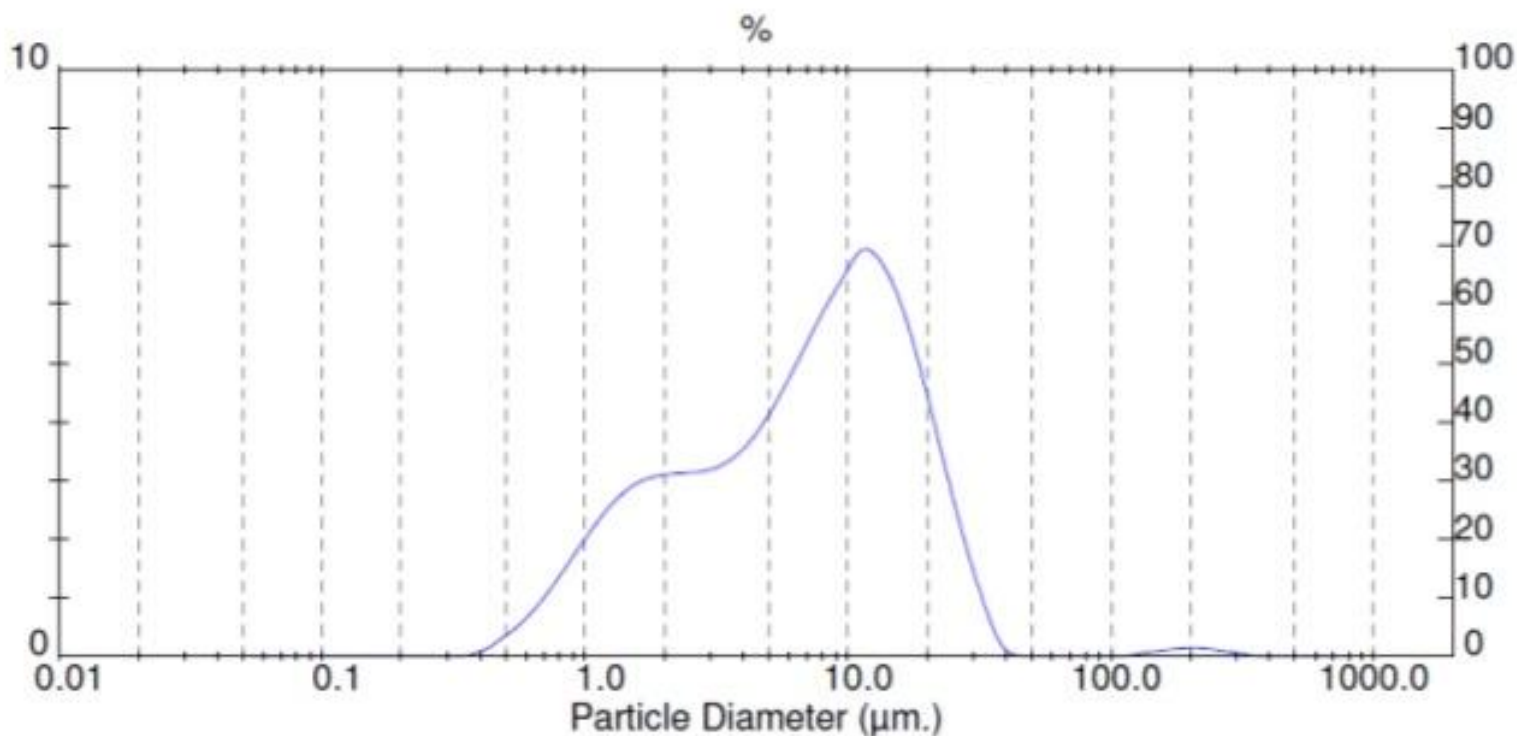


казеїн жир



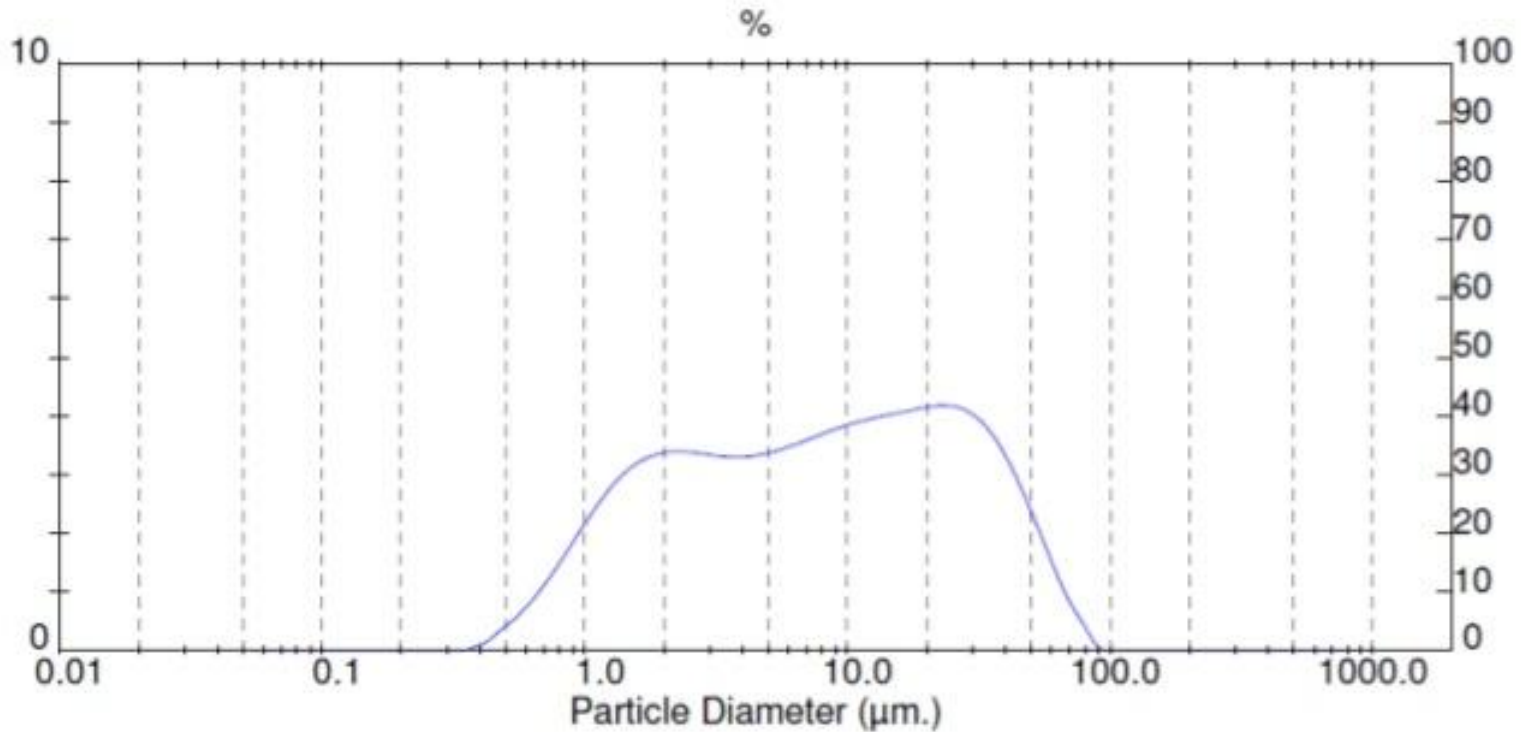
Droplet Size Distribution

Soya Lecithin – 1.72% w/w fat per 0.1% w/w



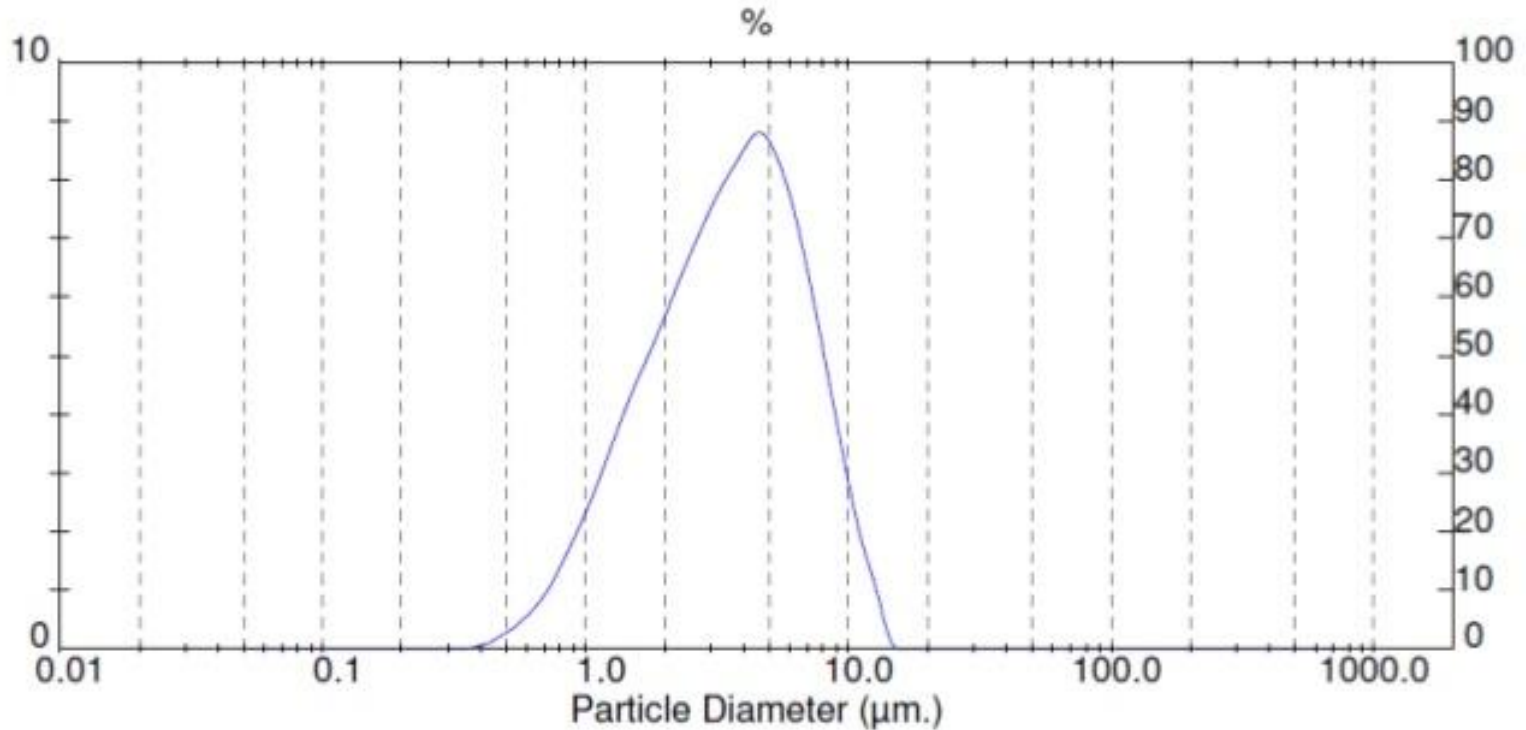
Droplet Size Distribution

CITREM LR10 - 2.70 % w/w fat per 0.1% w/w



Droplet Size Distribution

Distilled mono-glyceride – 0.20 % w/w fat per 0.1% w/w

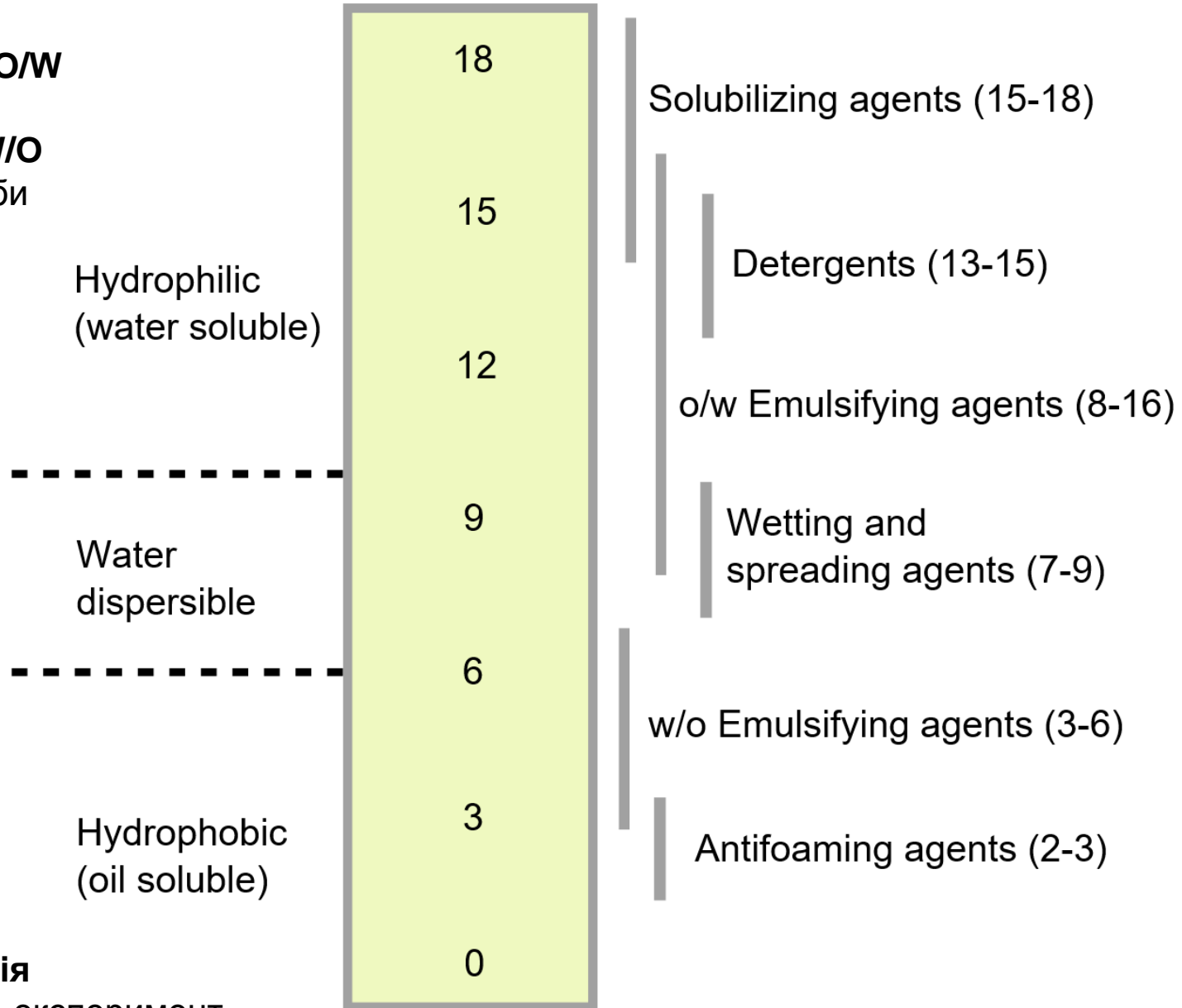


Гідрофільно-Ліпофільний Баланс

Properties in water	HLB value	
Non-dispersible	0–2	ліпофільні
Poor dispersibility	2–6	
Milky dispersion	6–10	
Stable milky dispersion	8–12	гідрофільні
Transparent, clear dispersion	12–15	
Clear, colloidal solution	15–20	

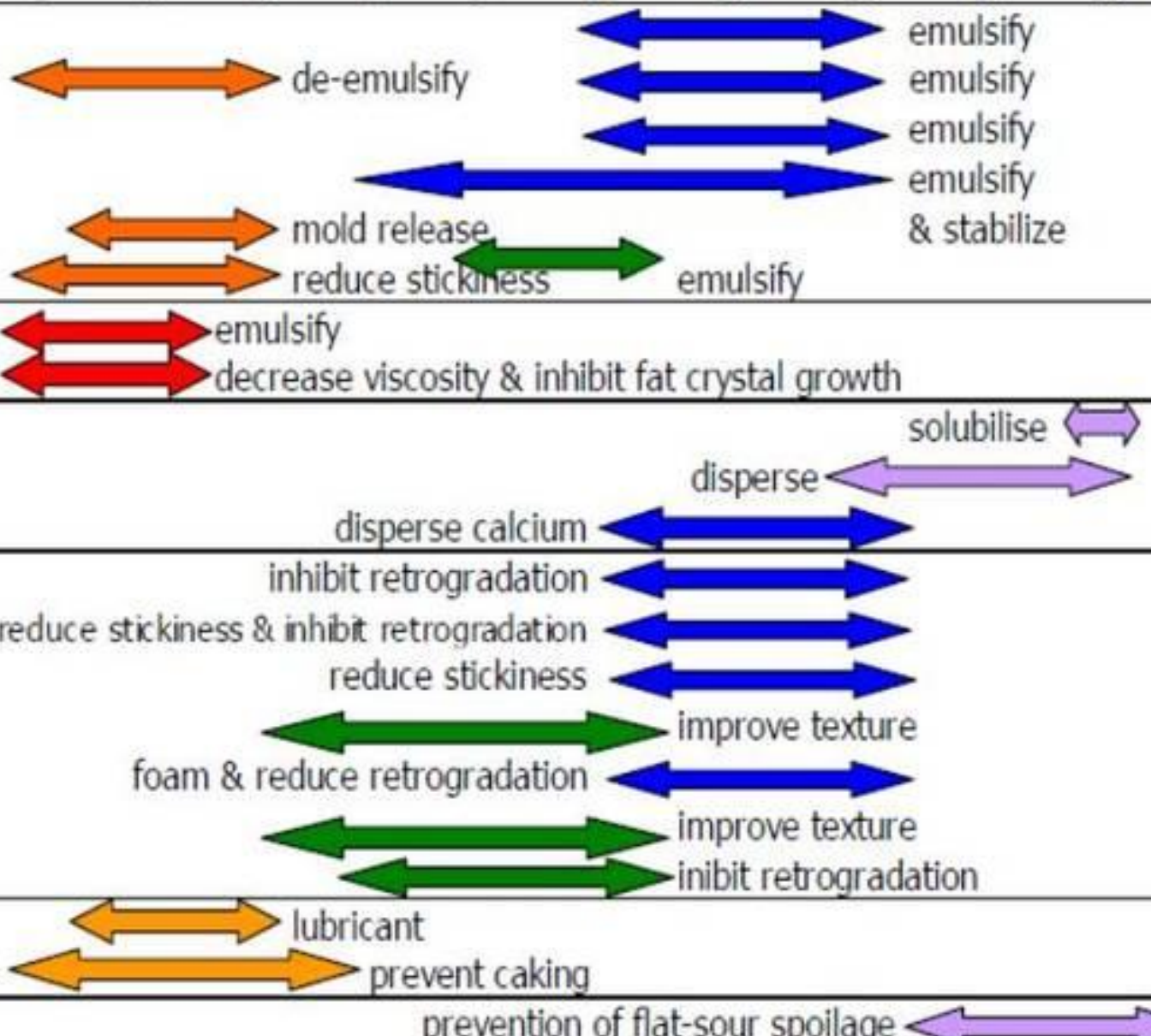
Emulsifier type	HLB value
Diglyceride	2–3
Monoglyceride	3–4
Data ester	8–10
Calcium lactylate	7–9
Sodium lactylate	18–21
Polyglycerolester	6–11
Propylene glycolester	2–3

- 15–18** солюбілізатори
- 13–15** детергенти
- 8–18** емульгатори O/W
- 7–9** зволожувачі
- 3–6** емульгатори W/O
- 1–3** протипінні засоби



спрощена концепція
 основний критерій – експеримент

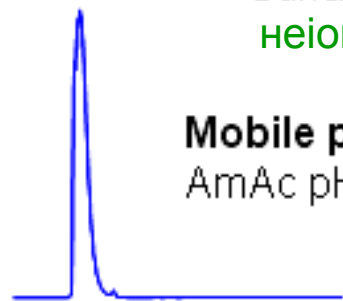
food category	HLB										
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	
coffee whitener											
whipped topping											
ice cream, ice milk											
milk beverage											
candy											
caramel											
margarine & fat spread											
chocolate											
beverage											
powdered cream											
milk beverage											
bread											
noodle											
processed rice											
batter											
cake											
biscuit											
surimi											
tablet											
powdered seasoning											
canned coffee											



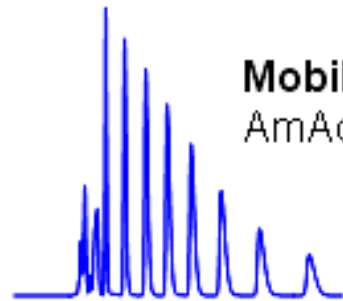
Surfactant TRITON (TM) X-100
неіонний

Mobile phase: MeCN –90%,
AmAc pH 5.0 –10 mM

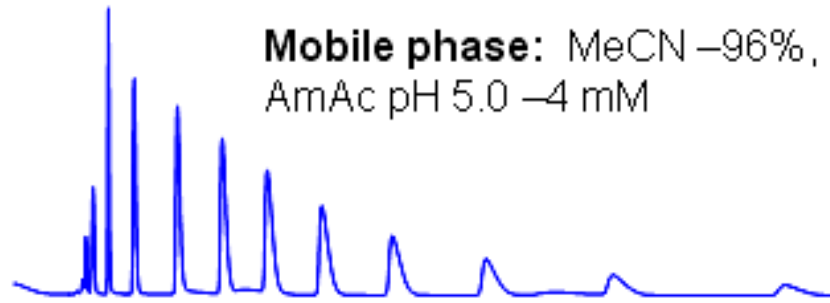
Column: Obelisc N
Size: 4.6 x 150 mm
Flow: 1.0 mL/min
Detection: UV 205, 230 nm



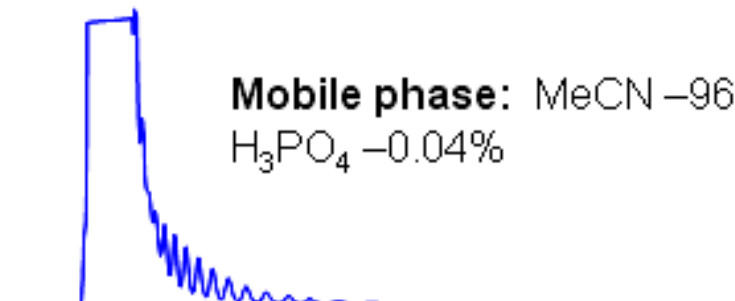
Mobile phase: MeCN –95%,
AmAc pH 5.0 –5 mM



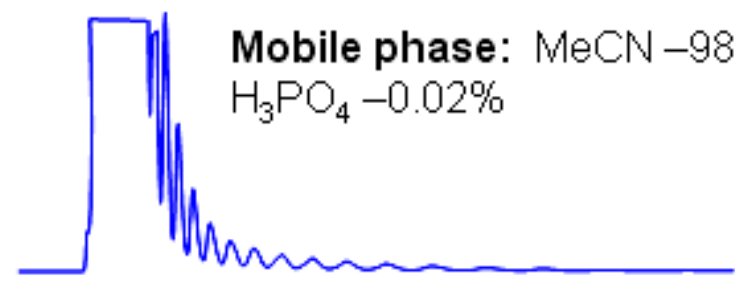
Mobile phase: MeCN –96%,
AmAc pH 5.0 –4 mM



Mobile phase: MeCN –96%,
H₃PO₄ –0.04%



Mobile phase: MeCN –98%,
H₃PO₄ –0.02%



0 5 10 15 20 min

0 5 10 15 min

рідинна хроматографія: розділення за гідрофобністю

Polyethylene Oxide (PEO) Cetyl Ether



- Mass of PEO Repeating Unit: 44 Da \Rightarrow Mass of end groups: $1013 - 23 - 44 \times n = 154$
- Detected as Na ion adduct

198
242
⋮
⋮

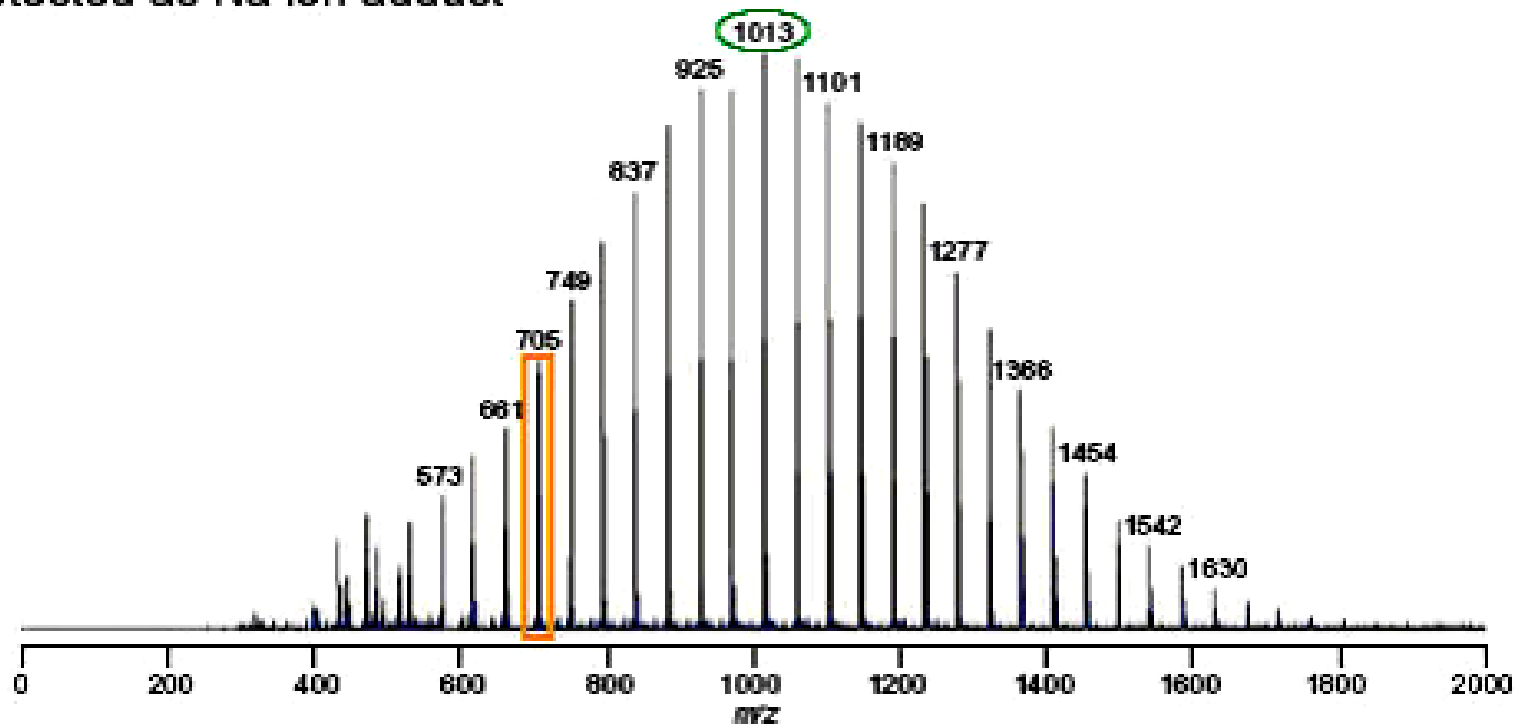


Fig. 1 Mass Spectrum of Polyethylene Oxide (PEO) Cetyl Ether

мас-спектрометрія: розділення за гідрофобністю