

незамінні жирні кислоти



статеві відмінності споживання ліпідів

- енергія
- будівельний матеріал стінок комірок
- участь у **синтезі гормонів** і вітамінів
- **запасний матеріал**

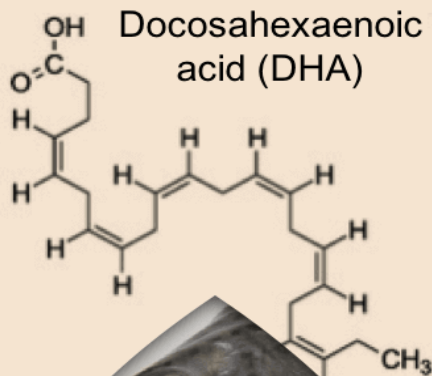


- насичені жирні кислоти (SFA – Saturated Fatty Acids)
- мононенасичені жирні к-ти (MUFA – Monounsaturated Fatty Acids)
- **поліненасичені** жирні к-ти (**PUFA** – Polyunsaturated Fatty Acids)

PUFAs

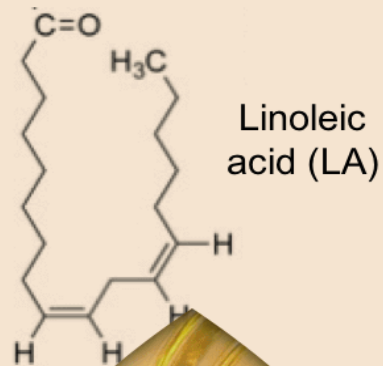
Polyunsaturated fats

$\omega 3$



oily fish
seafood
algae
linseed

$\omega 6$

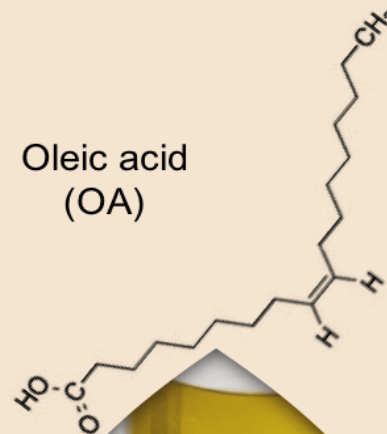


corn oil
sunflower
safflower
soya oil

MUFAs

Monounsaturated fats

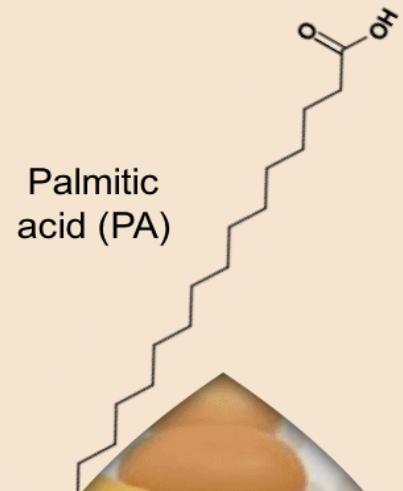
$\omega 9$



olive oil
rape seed
avocado
nuts

SFAs

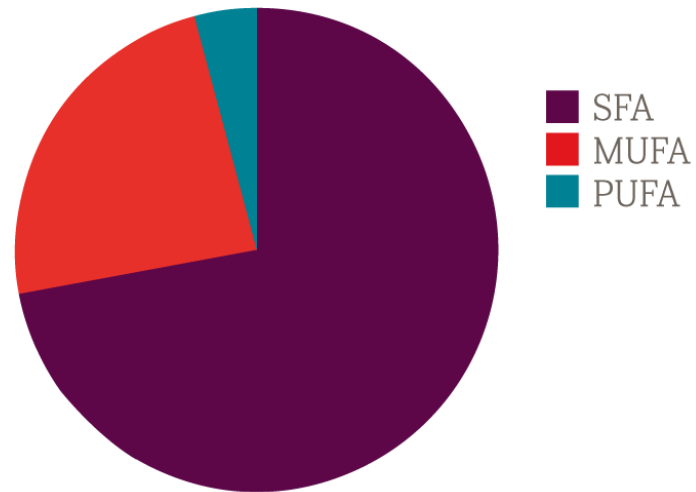
Saturated fats



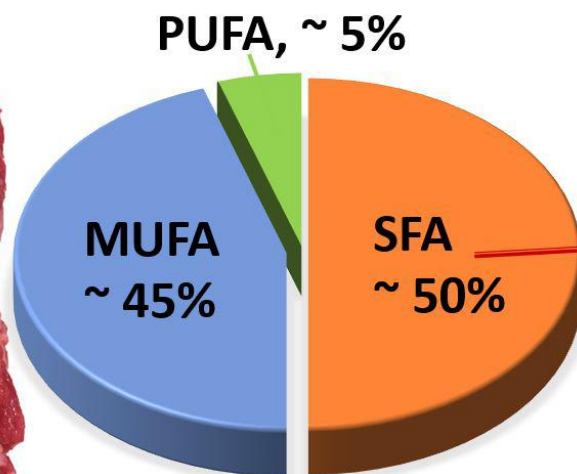
eggs
dairy
coconut oil
meat

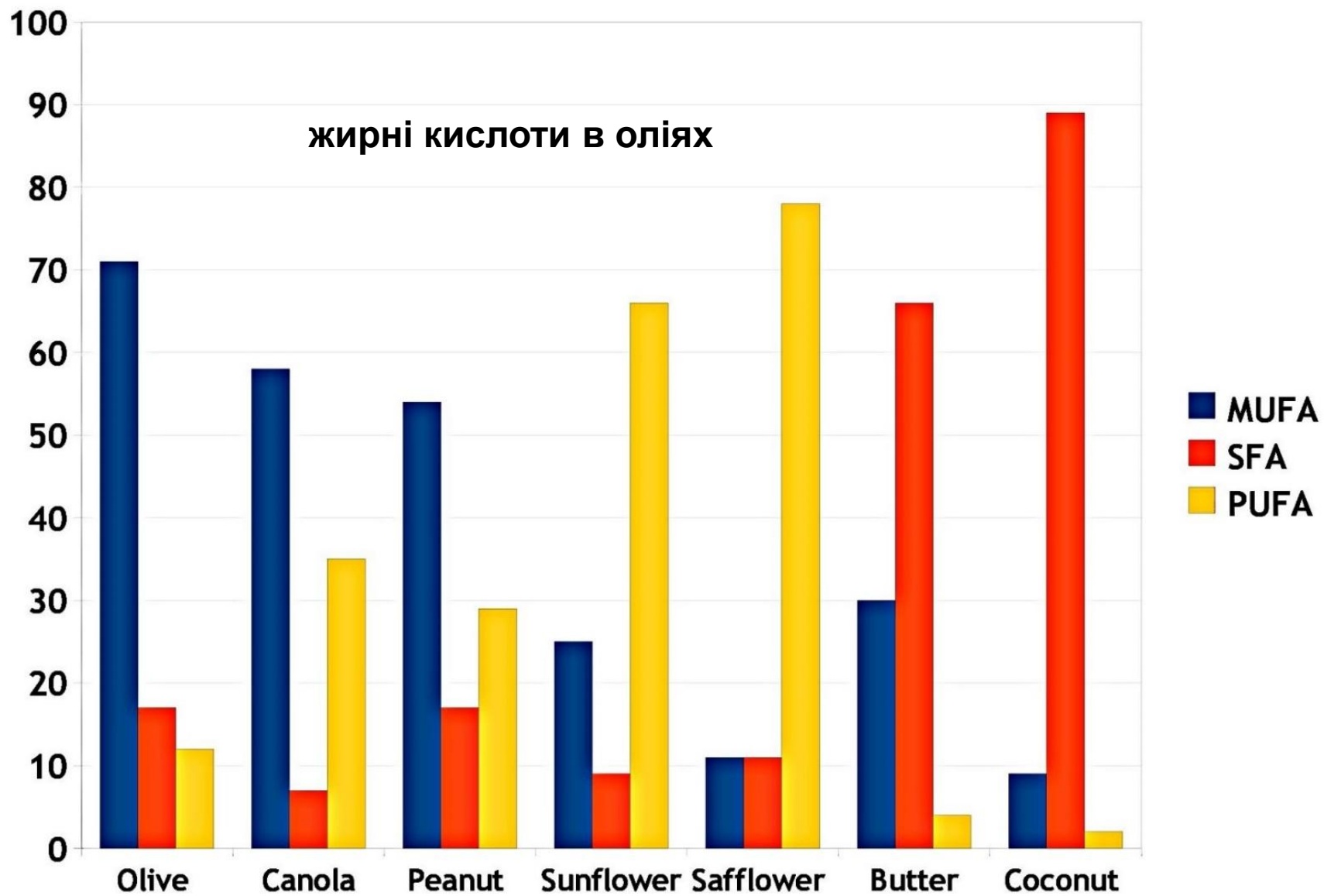
малий вміст PUFA:

МОЛОКО



ЯЛОВИЧИНА





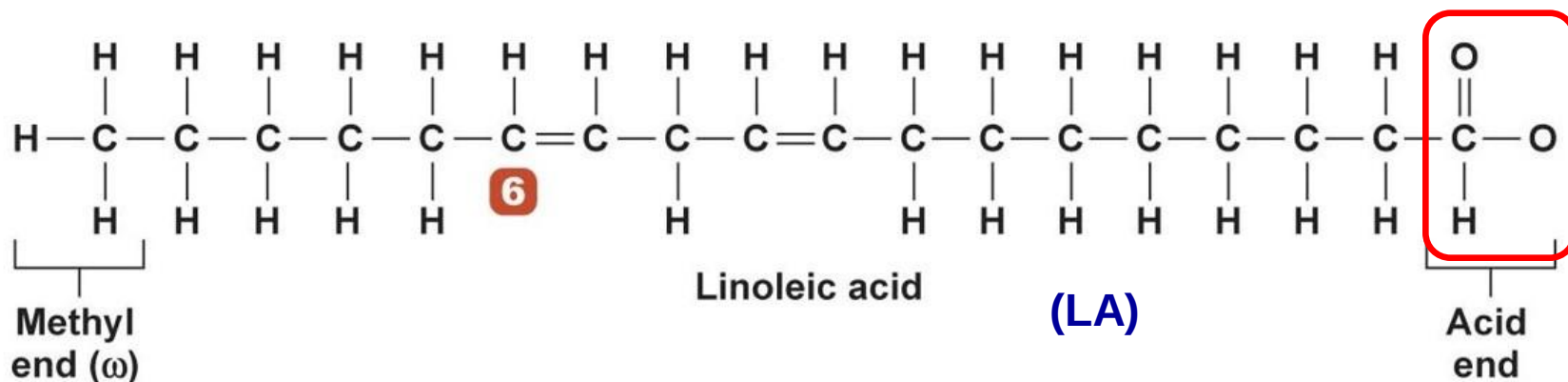
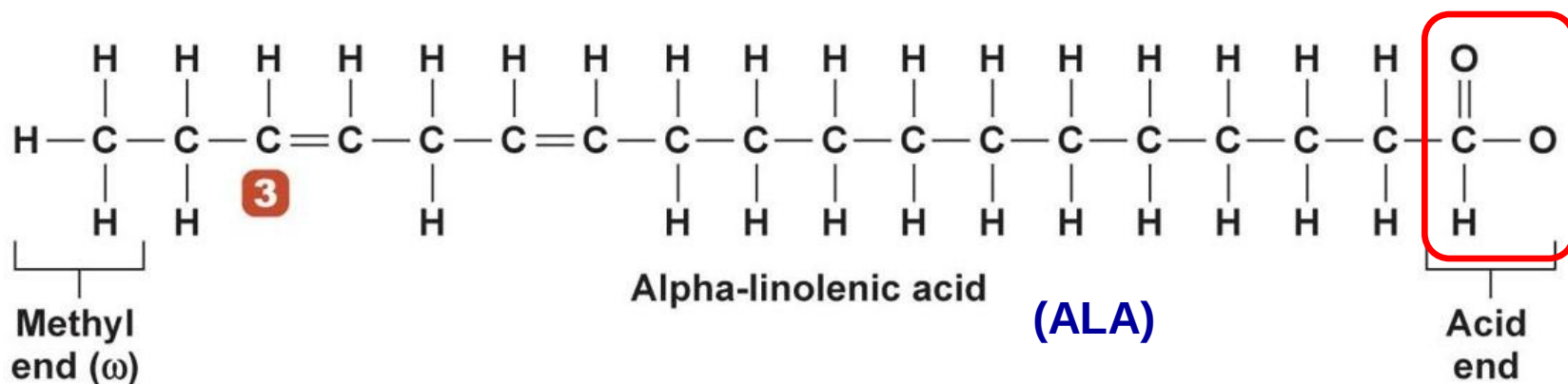
Essential Fatty Acids незамінні/екзогенні жирні кислоти

- не синтезуються в організмі
- повинні надходити з харчових продуктів
- необхідні для правильного розвитку організму



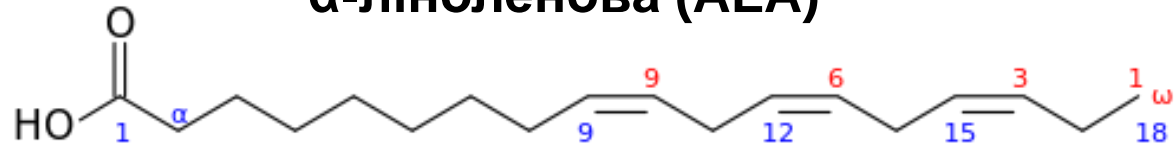
дві групи незамінних кислот:

- **кислоти θ -3** (омега-3, група α -ліноленової к-ти)
- **кислоти θ -6** (омега-6, група лінолової к-ти)

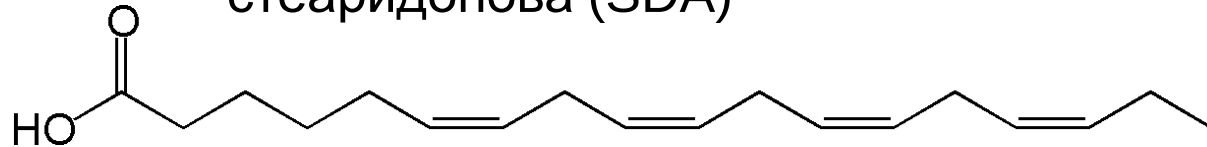


ω -3

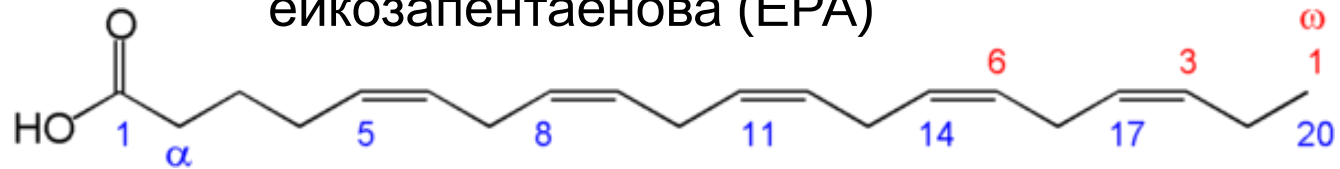
α -ліноленова (ALA)



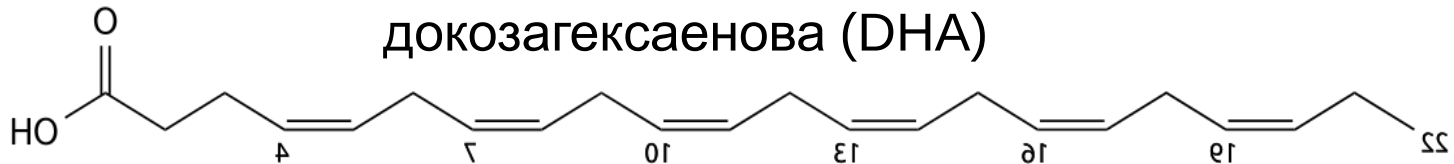
стеаридонова (SDA)



ейкозапентаєнова (EPA)

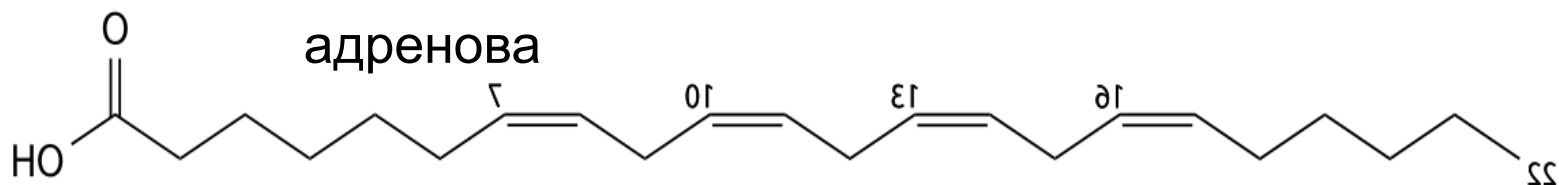
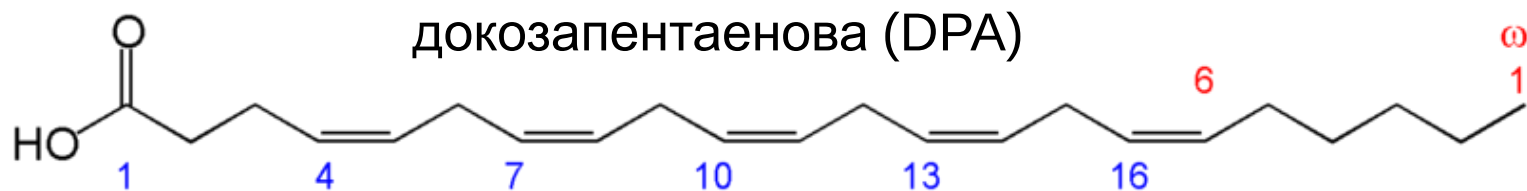
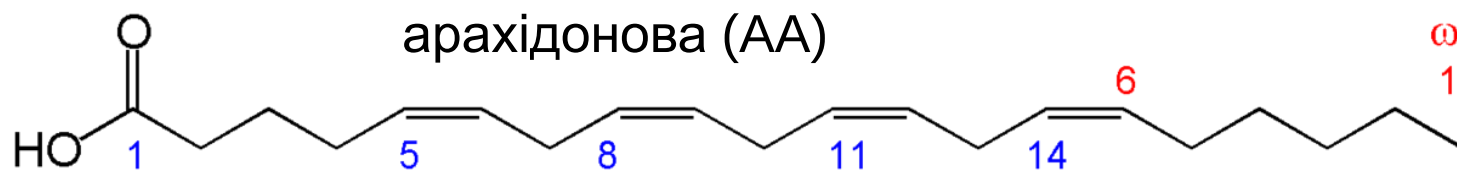
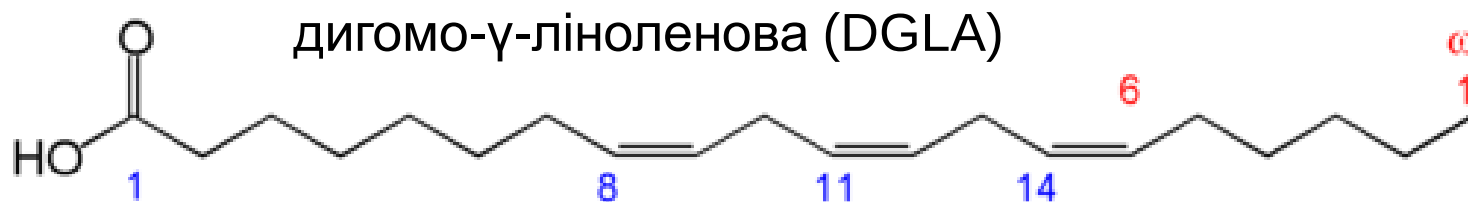
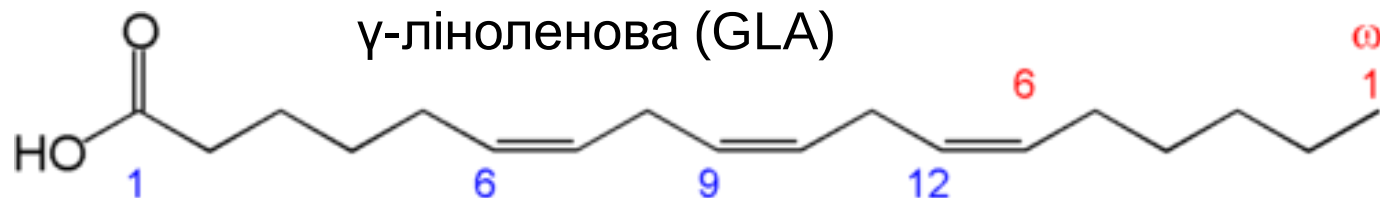
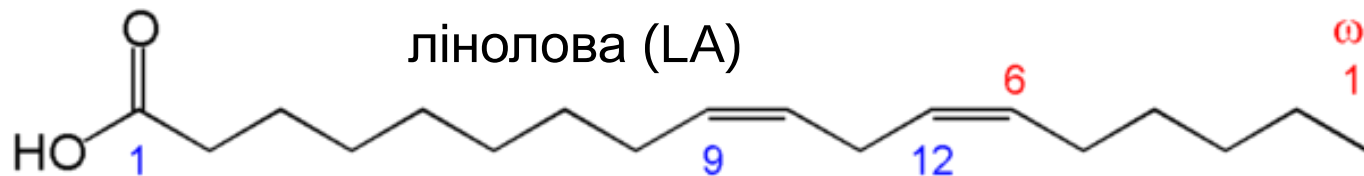


докозагексаєнова (DHA)



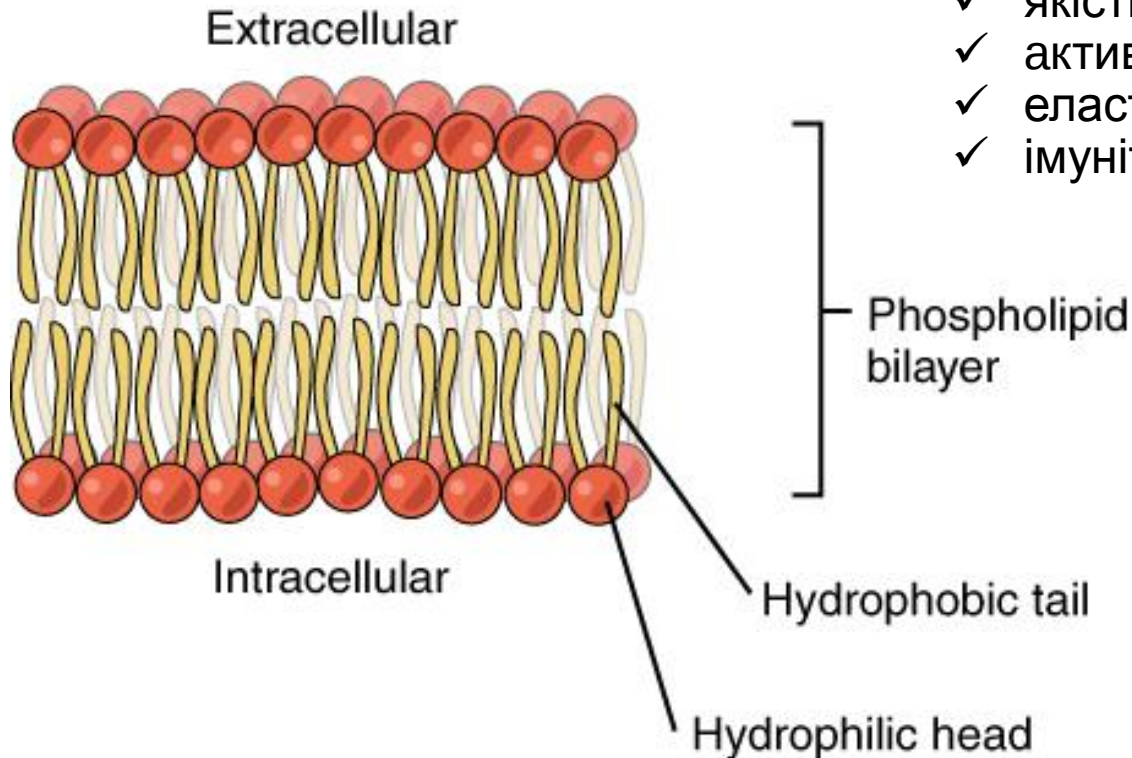
- молекули ω -3 закручені в **подвійну спіраль**
(*цис* C=C + CH₂ → змінює напрямок ланцюга)
фосфоліпіди оболонки клітини – подібна спіраль

ω -6



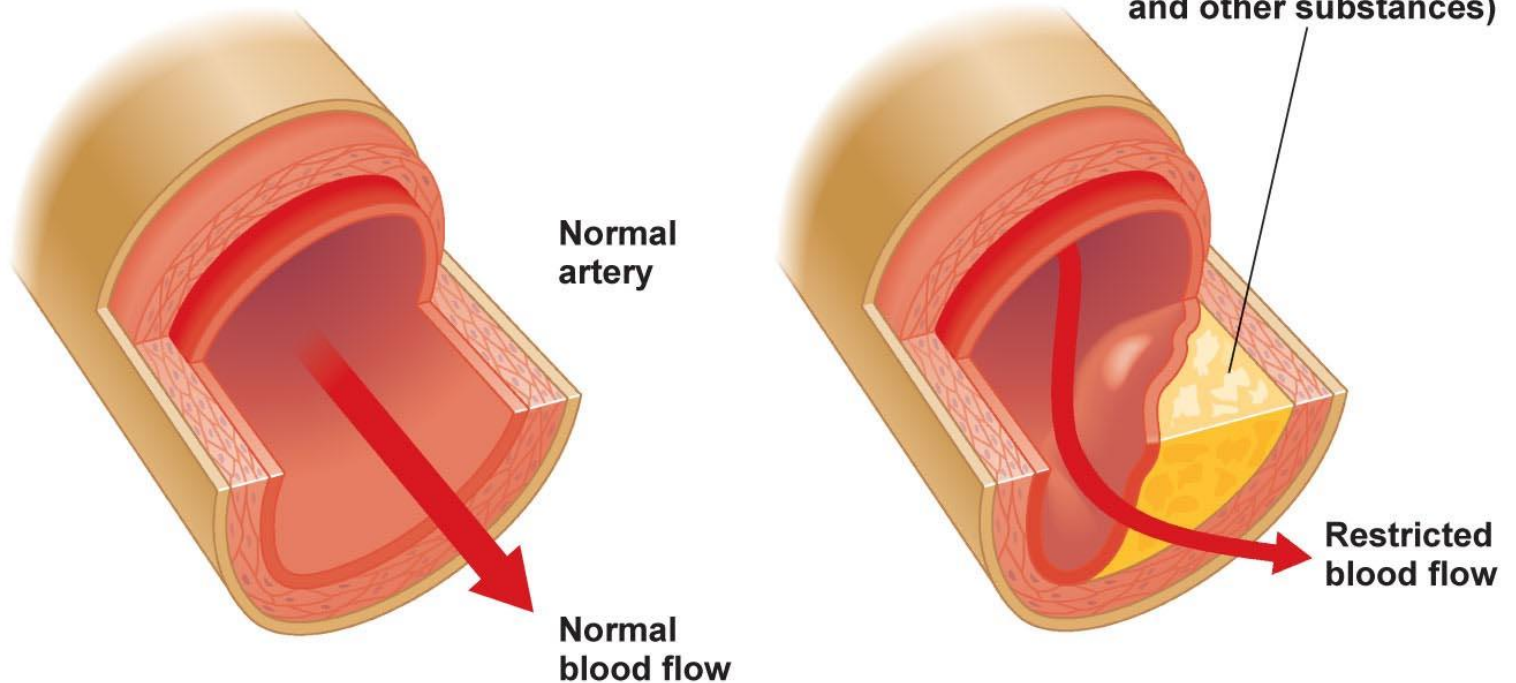
біологічна роль незамінних К-Т:

- компоненти **фосфоліпідів оболонки**
- компоненти **ліпідів нейронів**



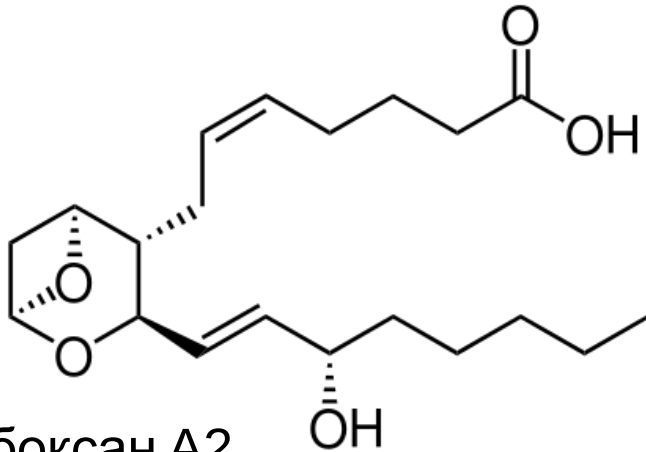
- ✓ розвиток **немовлят**
- ✓ якість **зору**
- ✓ активність **генів**
- ✓ еластичність шкіри
- ✓ імунітет кліток

- **нормалізація стану ліпідів:**
 - зменшення вмісту холестерину
 - гальмування агрегації еритроцитів
-
- ✓ зменшують **відкладення в артеріях**
 - ✓ запобігають **захворюванню серця**
 - ✓ зменшують **новоутворення**

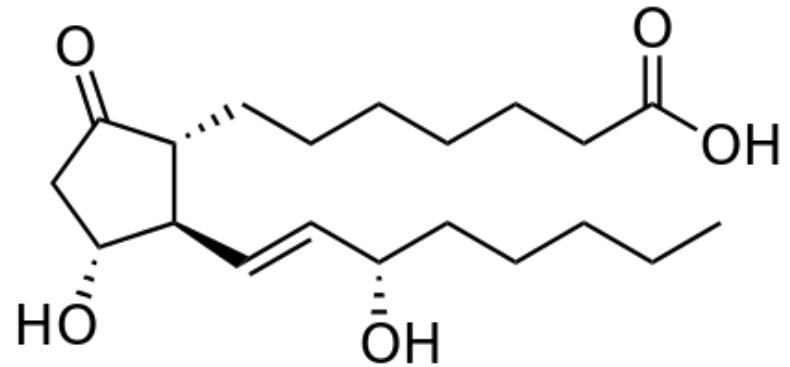


роль незамінних К-Т

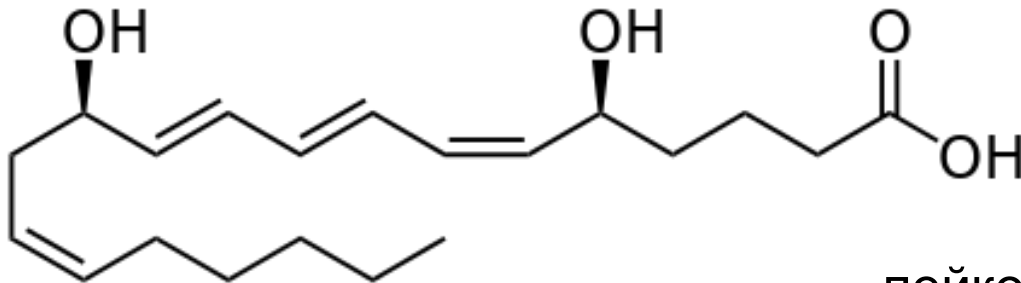
- субстрат для синтезу **ейкозаноїдів** (20 атомів С):
- **простагландини** (гормони скорочення гладких м'язів)
 - **тромбоксани** (агрегація тромбоцитів, ↓ артеріальний тиск)
 - **лейкотрієни** (імунітет, протизапальні)



тромбоксан A2



простагландин E1



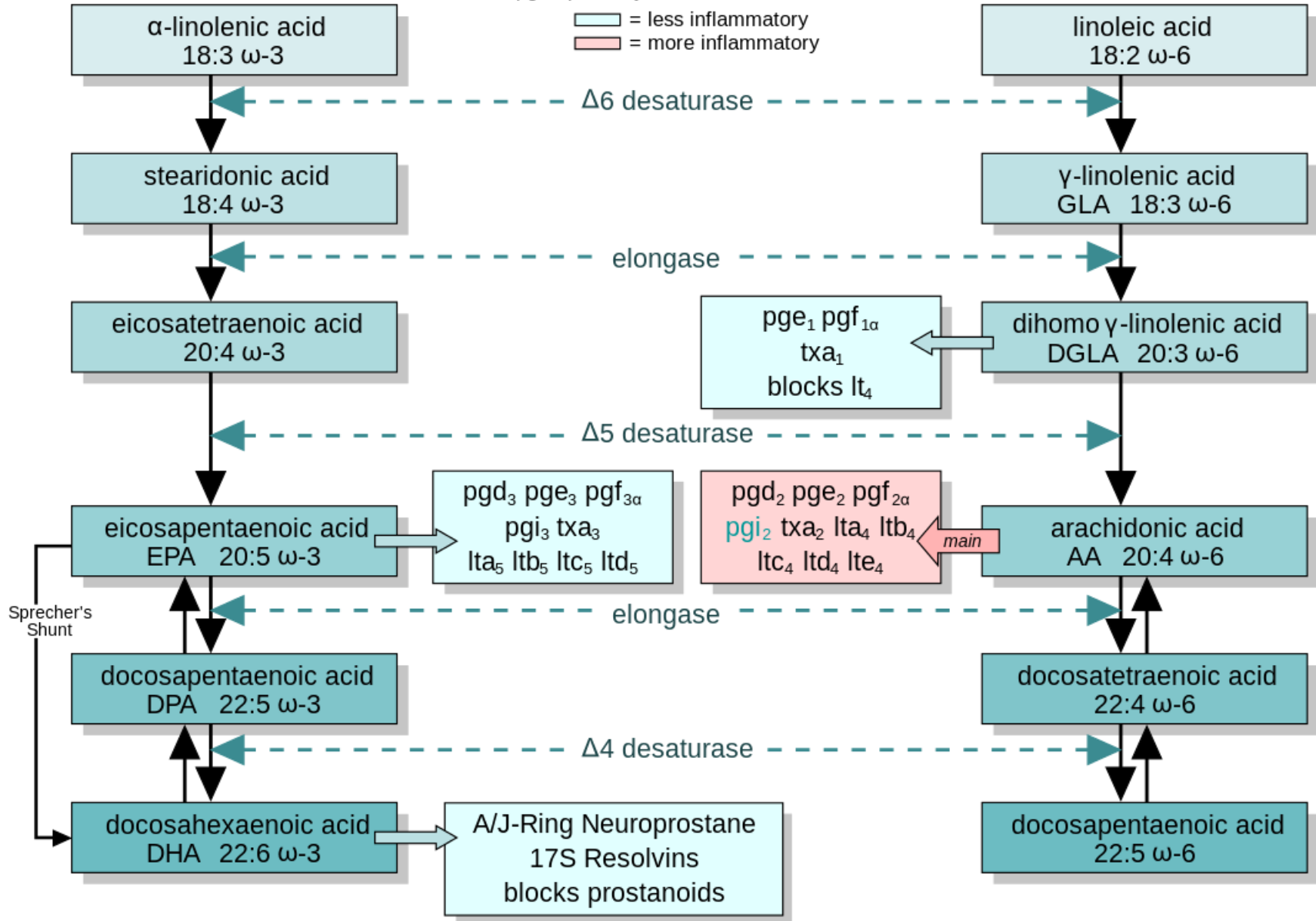
лейкотрієн LTB4

Eicosanoids

Omega-3 family

Omega-6 family

pg = prostaglandin tx = thromboxane
 pgi = prostacyclin lt = leukotriene
 [light blue box] = less inflammatory
 [pink box] = more inflammatory



γ-ліноленова к-та (GLA) міститься в оліях з насіння:

- **примули** (~9%)
- **чорної порічки** (~18%)
- **огуречника** (~22%)
- **ріпака**
- **горіха**
- **льону**
- **сої**



GLA → дигомо-γ-ліноленова к-та DGLA

→ простагландин PGE1

↓ **запалення**

↓ **коагуляція клітин крові**

↓ **вміст ліпідів у крові**

↑ **релаксація гладких м'язів**
запобігає звуженню судин

арахідонова к-та (АА):

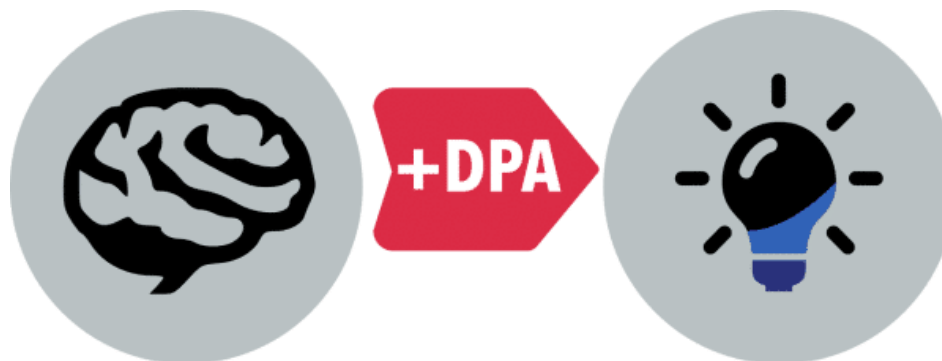
- прекурсор **простагландинів**, тромбоксанів, лейкотрієнів
- **другий** за вмістом в **мозку**, фосфоліпіди оболонок нейронів
- запобігає **атеросклерозу** і ішемічній хворобі серця
- вміст АА в дієті вагітних важливий для розвитку **плоду і немовляти**

- **мясо**
- **печінка, нирки**
- **жовток яйця**



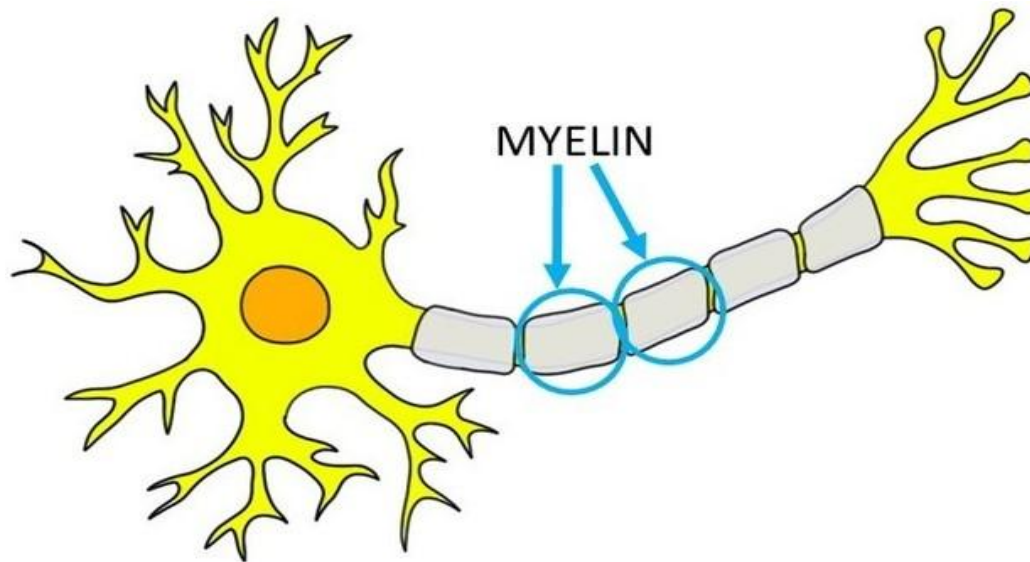
докозапентаєнова к-та (DPA)

- міститься у водоростях (~10% жирних к-т)
- ✓ покращує роботу **мозку**
- ✓ зменшує вміст **холестерину** в крові



адренова к-та:

- **третя** за вмістом серед ліпідів **мозку**
- входить до складу **мієлінової оболонки** нейронів
- функції ще недостатньо вивчені



джерела омега-6:

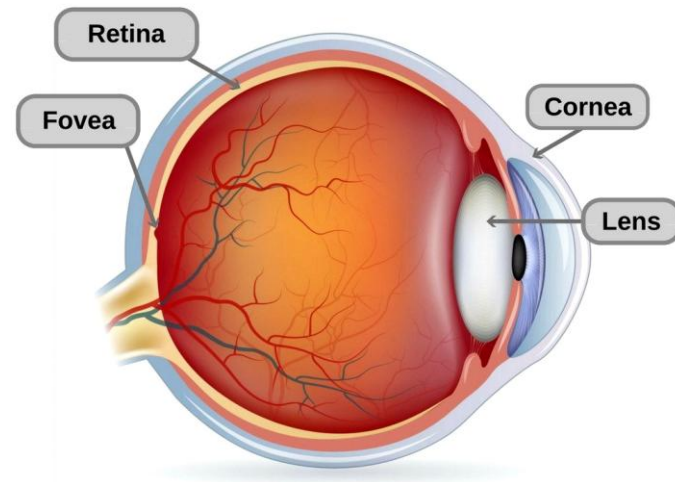
- ✓ олії: соняшникова, кукурудзяна, соєва
- ✓ насіння гарбуза
- ✓ горіхи
- ✓ зернові
- ✓ м'ясо птиці
- ✓ яйця
- ✓ авокадо



ω -3

особливо високий вміст ω -3:

- тканини **ЦНС**
- **серцевий** м'яз
- **сітківка** ока
- сім'яні залози



- ✓ **α-ліноленова (ALA) → (десатурази, елонгази) → довголанцюгові незамінні к-ти (20 і 22 C, 4-6 C=C)**

стеаридонова (SDA) утворюється з ALA

- олія з насіння рослин *Caryophyllaceae*, *Primulaceae* і *Boraginaceae* (до 21%)
- олія з насіння коноплі (1-2%)
- **риба і морепродукти (0,5-2%)**

ейкозапентаєнова (EPA) утв. з ALA і DHA

- **водорості**
- **риба**

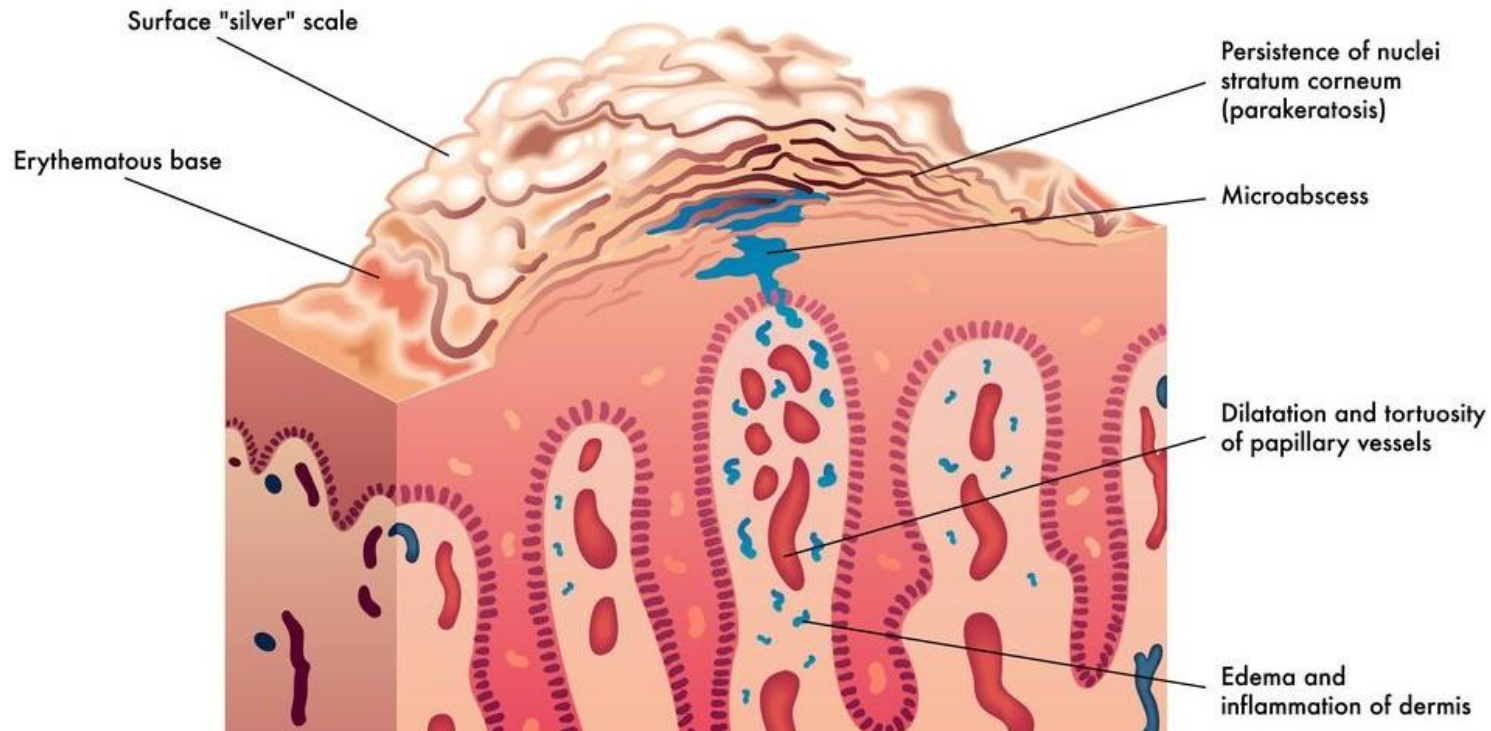


докогексаєнова к-та (DHA):

- ✓ **розвиток і функціонування нервової системи, мозку, очей**
- ✓ **рекомендована вагітним, немовлятам: позитивний вплив на інтелектуальний розвиток: пам'ять + засвоєння знань**
- ✓ **допомагає при ADHD і дислексії**

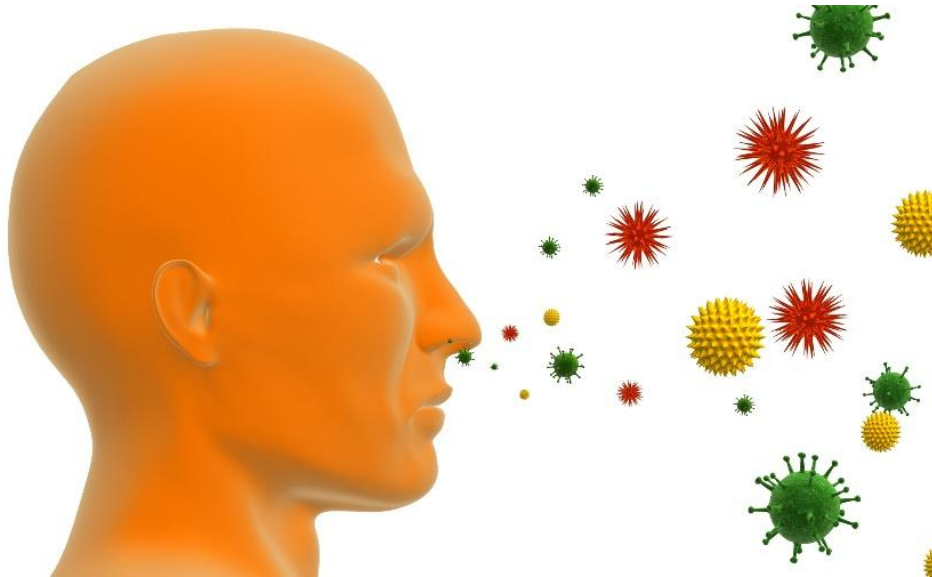
ω -3

- ✓ зменшують вміст холестерину VLDL
- ✓ підвищують вміст холестерину HDL → зменшують ризик атеросклерозу і ішемічної хвороби
- ✓ зменшують вязкість крові і агрегацію еритроцитів → **зменшують артеріальний тиск**

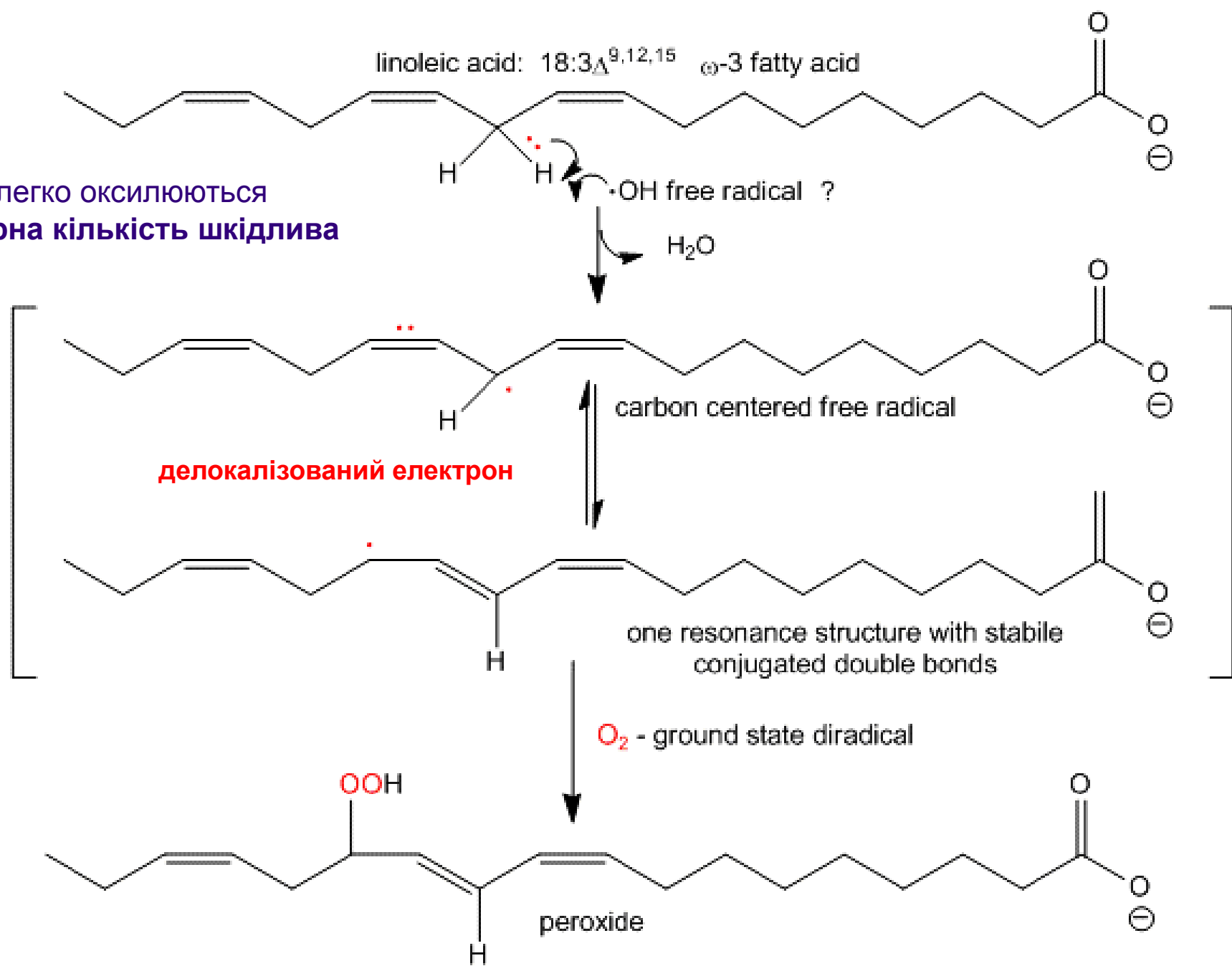


ω-3

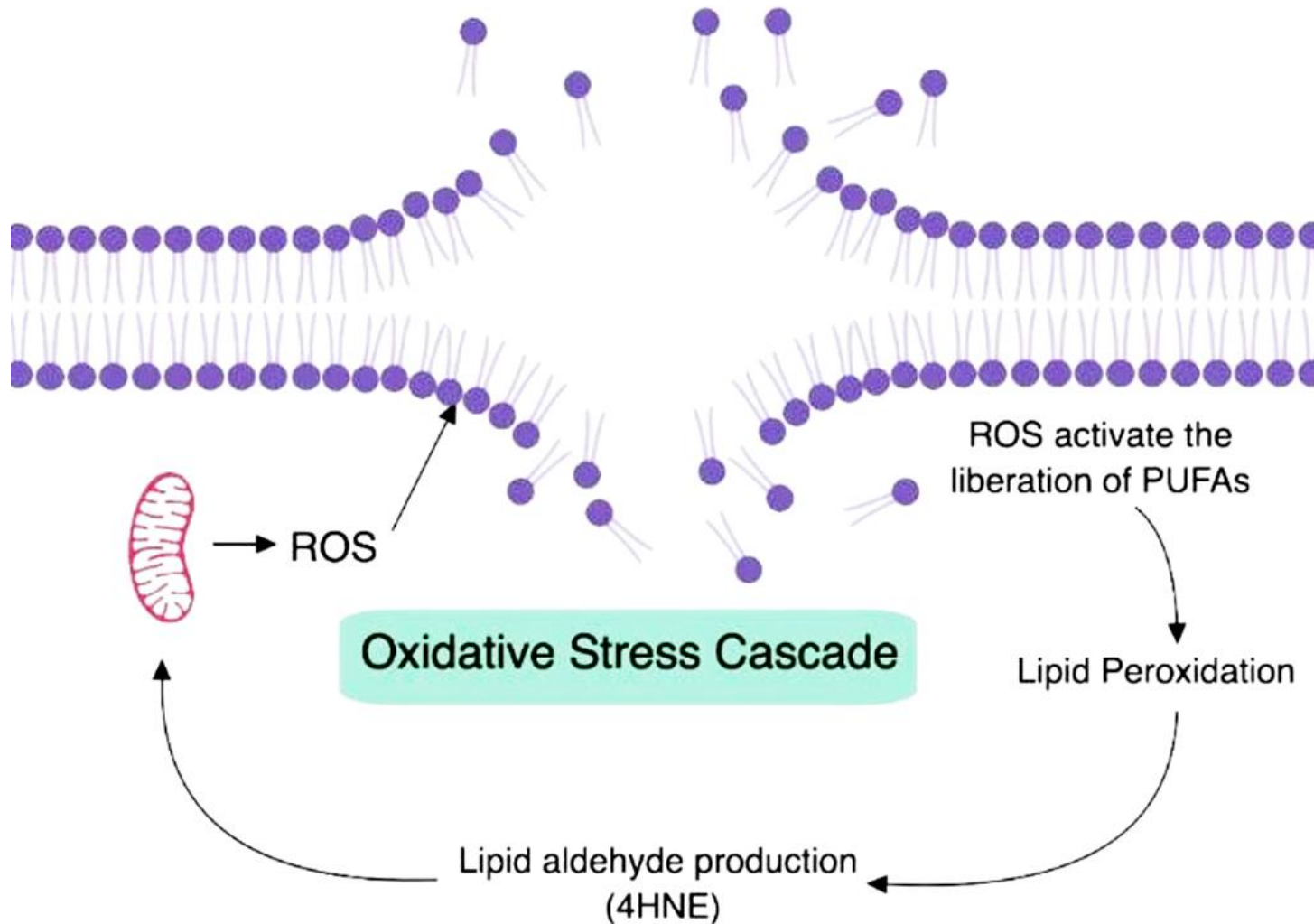
- ✓ запобігають автоімунним хворобам: алергії і псоріазу



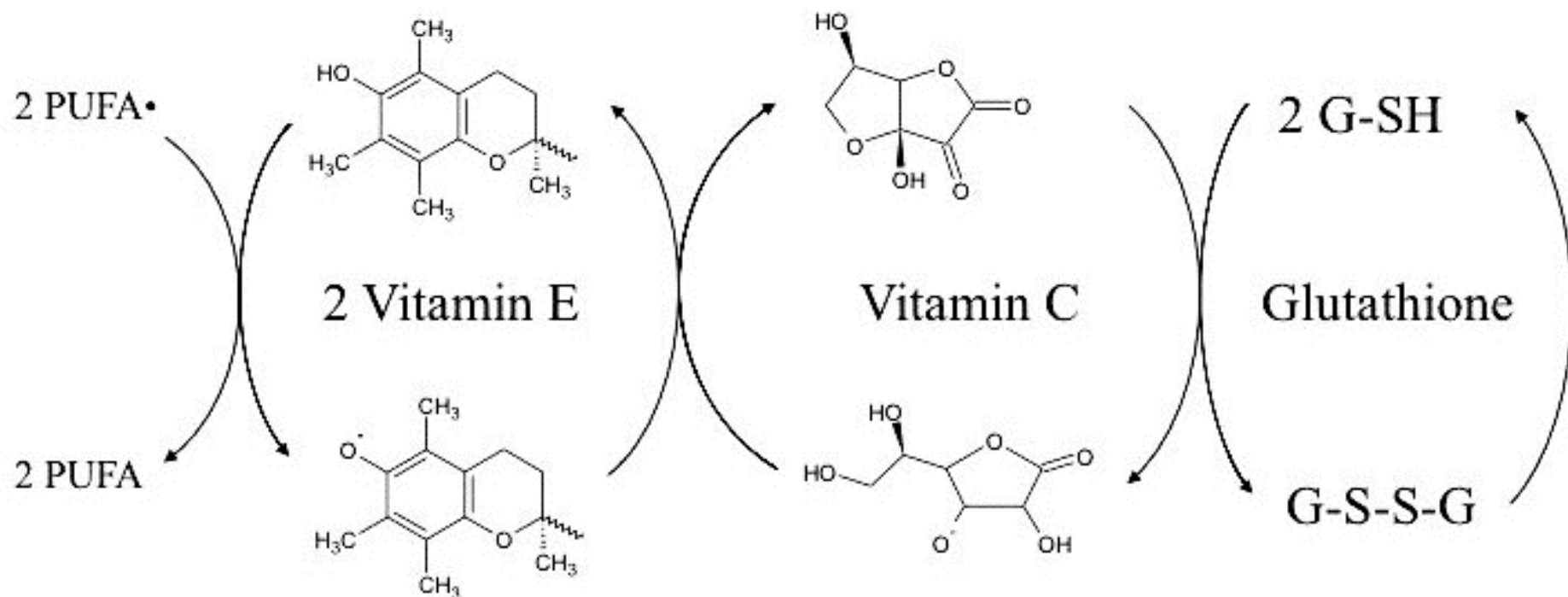
омега легко окислюються
надмірна кількість шкідлива



окислення ліпідів → **деструкція оболонки клітини**



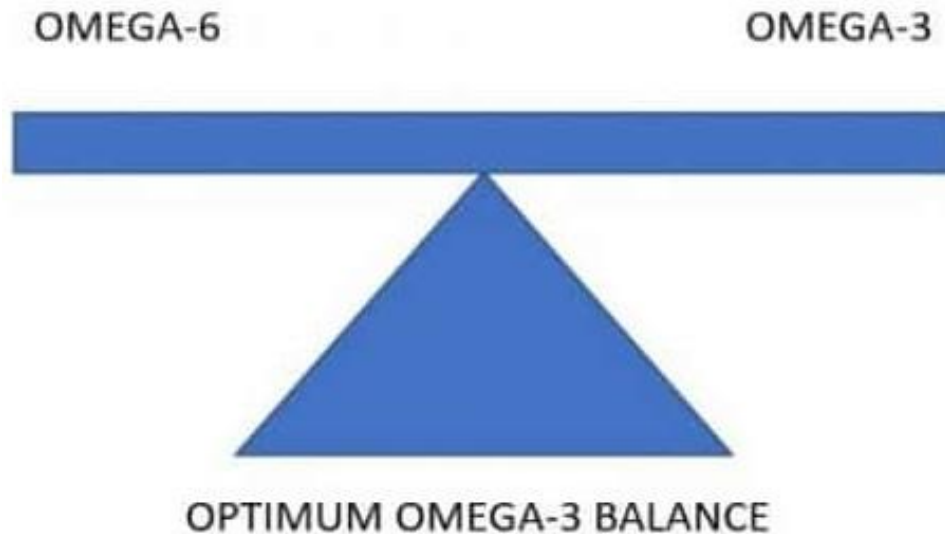
Відновлення кислот омега:



важливим є співвідношення ω -3 до ω -6 (ALA:LA)

- кислоти ω -3 і ω -6 конкурують за ті самі ферменти метаболізму
→ співвідношення ω -3 : ω -6 впливає на склад ейкозаноїдів (гормонів)
- метаболіти ω -6 більш запальні ніж ω -3

➤ споживати ω -3 і ω -6 треба в оптимальній пропорції



- **рекомендації щодо омега не встановлені остаточно**
 - вважається: ~ 5-15% енергії у дієті
 - 1-2 % ω -3 (ALA)
 - 4-13 % ω -6 (LA)
- **оптимальне співвідношення ω -3: ω -6 = 1:1 - 1:5**

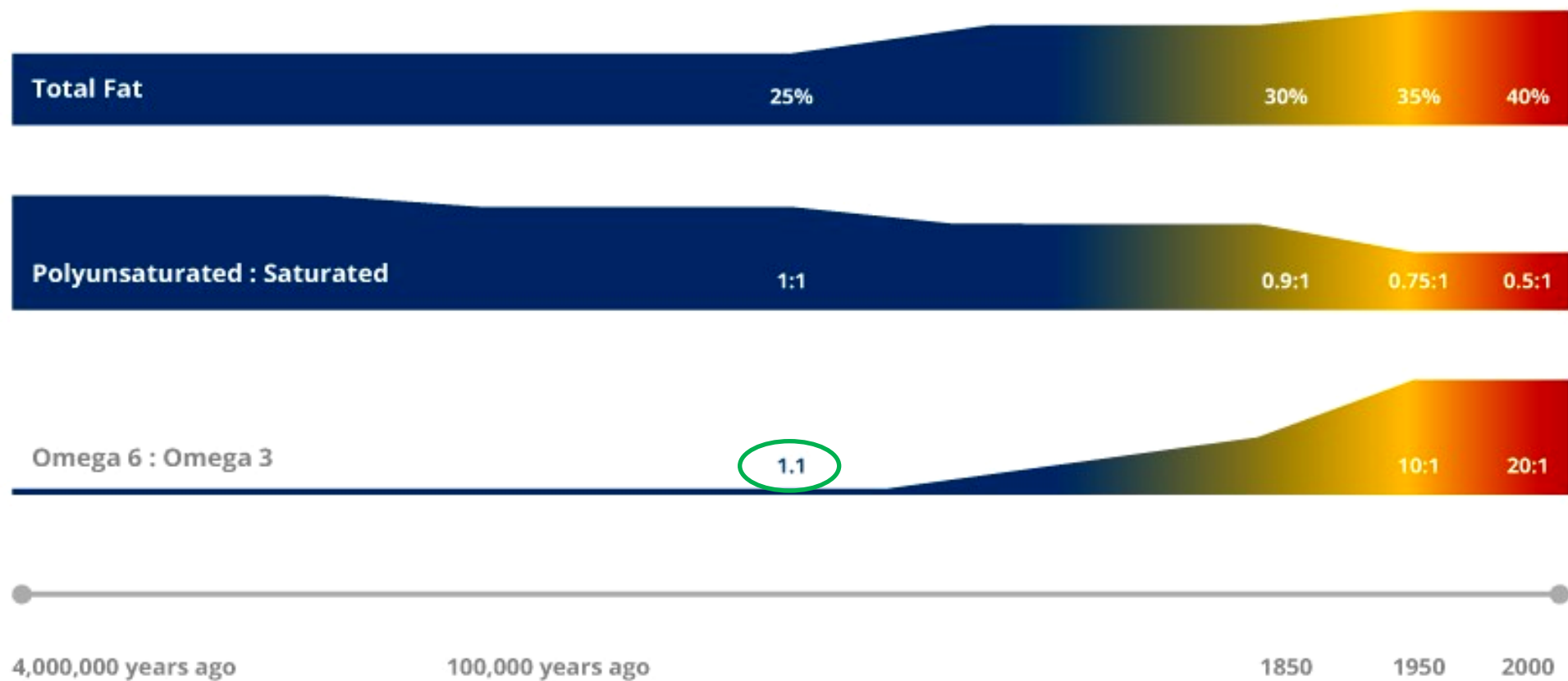


**Omega-6
fatty acids**

**Desired Ratio
1:1**



**Omega-3
fatty acids**



імовірно,
оптимальне співвідношення ω -3: ω -6
виробилось еволюційним шляхом

типове харчування мешканця міста має співвідношення ~ 20:1

Omega 3

Omega 6

Typical Western Diet
1:10-1:30

Time period

$\omega 3$: $\omega 6$

Paleolithic 1.3:1

Greece prior to 1960 1:1.5

Current Japan 1:5

Current India, rural 1.5-1:6

Current UK / EU 1:15

Current United States 1:17

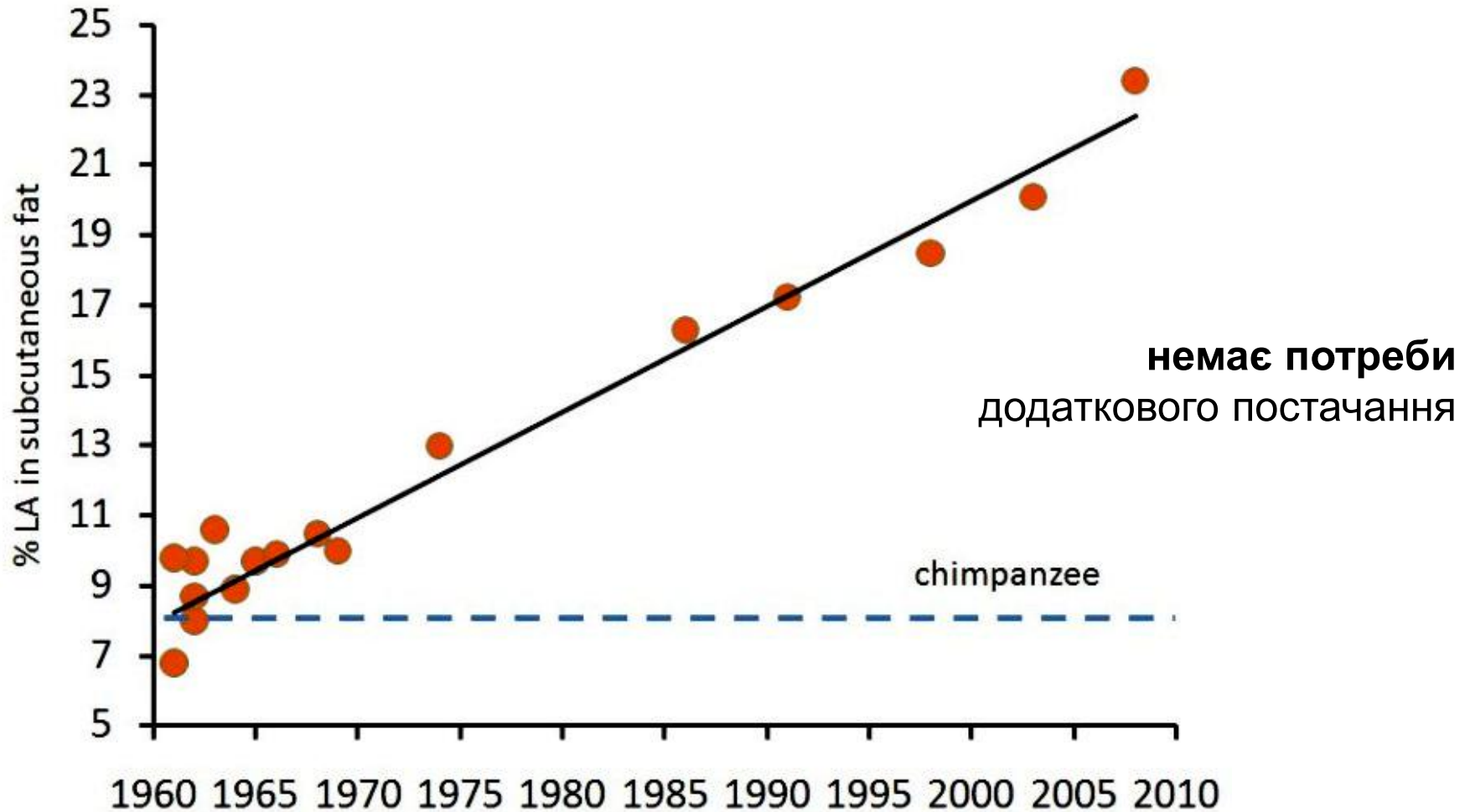
Current India, urban 1:38-50



сильный переко
в бік ω -6

ВМІСТ лінолової к-ти (LA, ω -6) доходить навіть **до 75-83%**

Linoleic Acid in US Body Fat, 1961-2008



“палеодієта”:

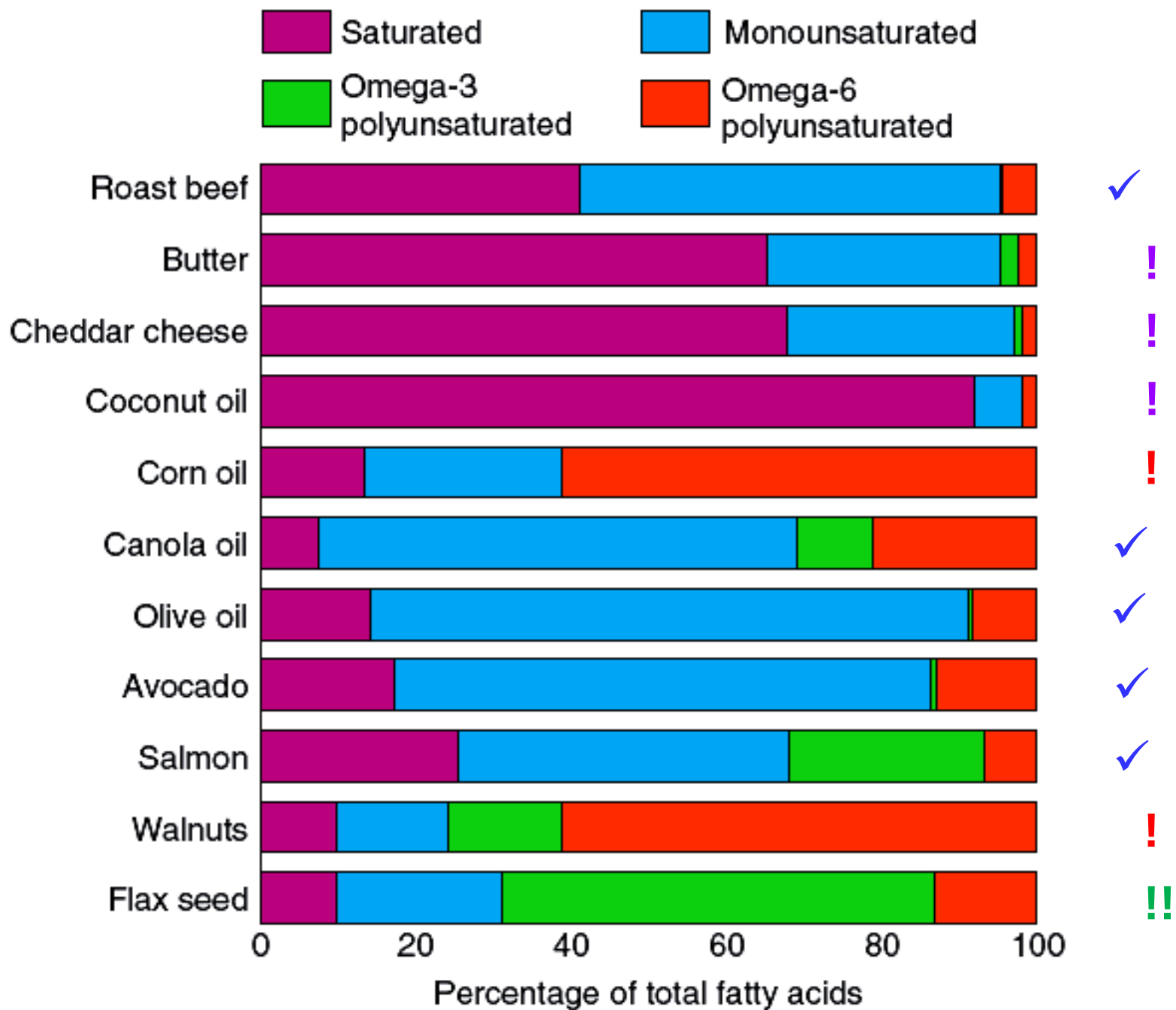
- морепродукти
- горіхи
- яйця
- фрукти



джерела омега-3:

- **зернові (ALA)**
- **олії:**
 - **лляна (ALA 54-60%)**
 - **ріпакова (ALA 8-14%)**
 - **соєва (ALA 5-10%)**





джерела ω -3:

- **холодноводні види риби**
- ✓ жир з такої риби має **x7 ω -3** (EPA, DHA) ніж ω -6

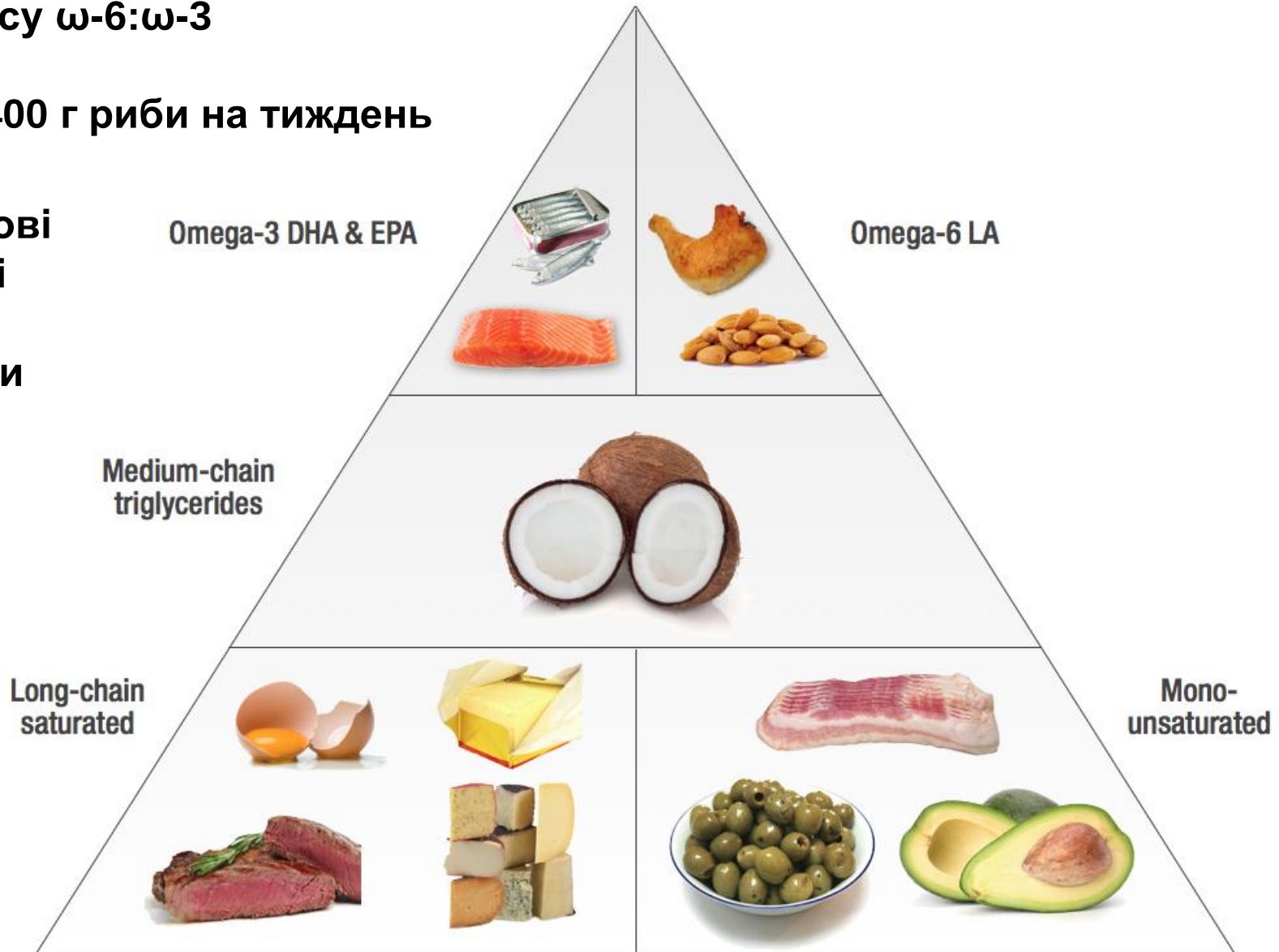


- **організм риби не синтезує ω -3**; джерелом є планктон
- є різниця вмісту DHA у рибі **натуральній** і з ферми
- потенціальна загроза:
важкі метали + олеофільні токсини
(поліароматичні вуглеводні, діоксини)
акумулюються в харчовому ланцюгу

забезпечення балансу ω -6: ω -3

➤ 350-400 г риби на тиждень

- ✓ зернові
- ✓ овочі
- ✓ олія
- ✓ горіхи



➤ джерело ω -3: рибний жир



➤ уникати надміру (> 3 г/добу)

➤ краще з риби, ніж з печінки риби

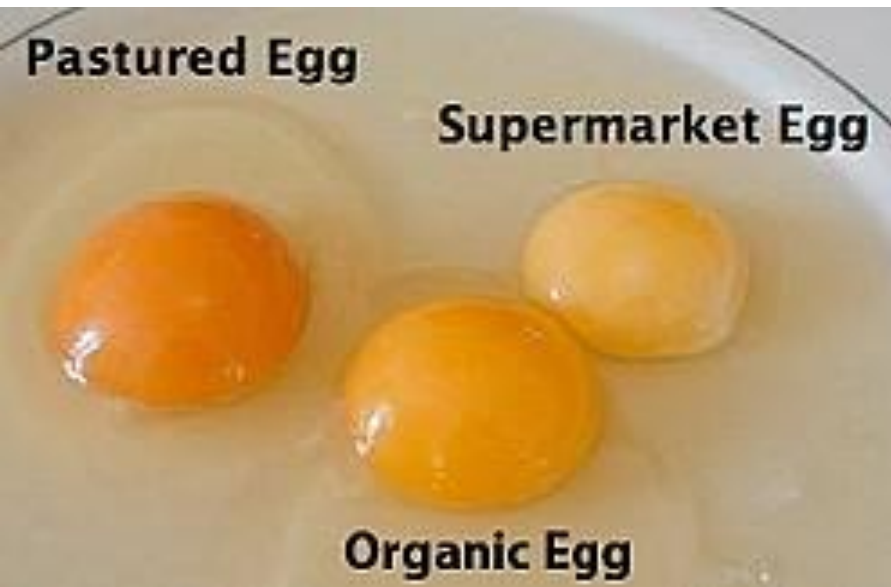
негативні ефекти надмірної к-сті ω -3:

➤ **окислення** → агресивні продукти

- ↑ вміст ліпопротеїнів низької густини (LDL)
- кровоточивість, крововиливи
- зменшення імунітету
- менше засвоєння ω -6

джерела ω -3:

- ✓ **яйця кур** вільного пересування (їдять траву = свіжі ω -3)
містять x20 ω -3 ніж яйця з ферми (їдять зерно)



жовтки яєць курей вільного вибігу
мають більш помаранчевий відтінок
(не завжди)

джерела ω -3:

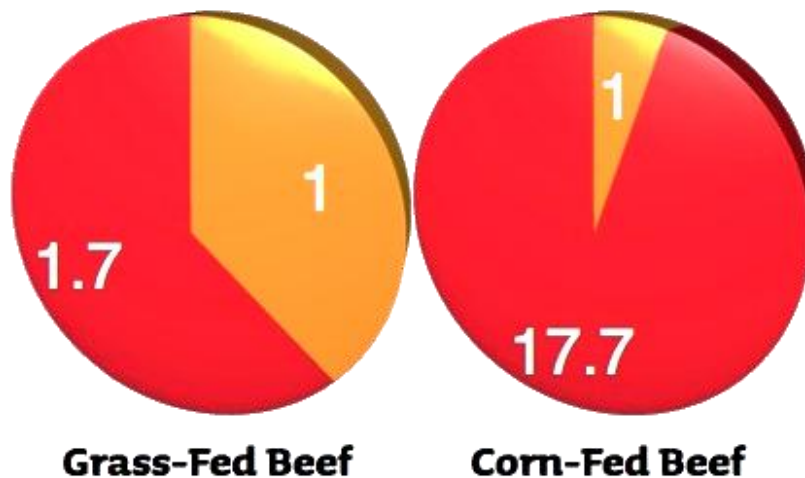
- ✓ м'ясо тварин годуваних травою містить більше ω -3 ніж м'ясо таких же тварин годуваних зерном

ω 6/ ω 3 яловичини:

- на траві ~2:1
- на зерні ~5-15:1

Ratio of Essential Fatty Acids

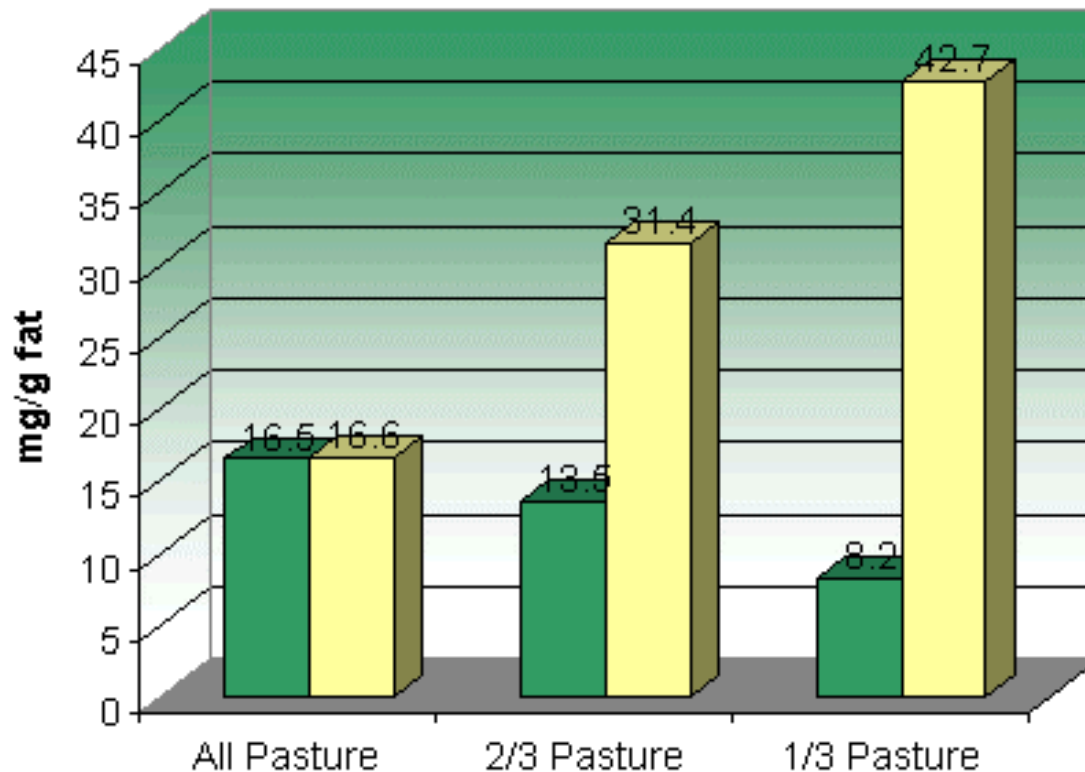
- Omega-3
- Omega-6



джерела ω -3:

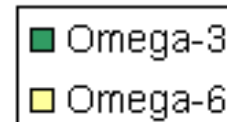
✓ **молоко і сир від корів годуваних свіжою травою**

- 0,5 л **молока** дає **20%** рекомендованої добової дози ALA
- 50 г **сиру** дає **80%** RDI ALA



молоко корів
годованих зерном
містить

- менше ω -3
- більше ω -6



Amount of Pasture in Dairy Diet

джерело ω -3:

- **вівці переважно їдять траву**
- ✓ **більше ω -3 ніж інше м'ясо**



➤ джерела ω -3:



✓ насіння гарбуза



✓ насіння кунжуту (sesam)

➤ джерела ω -3:

- **мікрроводорості** *Cryptocodinium cohnii* = джерело DHA (22:6 ω -3) (промислове в-во в біореакторах)
- олія з коричневих водоростей = джерело EPA

