

НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КАФЕДРА БІОЛОГІЧНОЇ ХІМІЇ

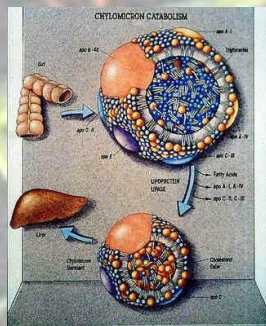


Дисципліна - БІОЛОГІЧНА ХІМІЯ

ТЕМА ЛЕКЦІЇ: СТРУКТУРА І ФУНКЦІЇ ВУГЛЕВОДІВ ТА ЛІПІДІВ.

КОМПЛЕКСИ БІЛКІВ З ВУГЛЕВОДАМИ ТА ЛІПІДАМИ.

Спеціальність 226 Фармація



2017 рік

Лектор: к.б.н., доц.
Красільнікова О.А.

ПЛАН ЛЕКЦІЇ

1. Структура і функції вуглеводів.
2. Визначення та функції вуглеводів.
3. Класифікація вуглеводів.
4. Характеристика та біологічні функції окремих груп вуглеводів.
5. Структура і функції ліпідів.
6. Загальна біологічна характеристика та функції ліпідів.
7. Характеристика та біологічні функції окремих груп ліпідів.
8. Комплекси білків з вуглеводами та ліпідами.
9. Структура та функції глікопротеїнів.
10. Структура та функції протеогліканів.
11. Структура та функції ліпопротеїни.
12. Ліпопротеїни та атерогенез.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ

1. Ізомерія вуглеводів.
2. Утворення похідних вуглеводів, їх біологічна роль.
3. Структура агрекану, його біологічна роль.
4. Сфінголіпіди, як компоненти мембранних рафтів.
5. Похідні фосфатидилінозиту та їх участь у передаванні гормонального сигналу до клітини.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Біологічна хімія: підручник / за загальною редакцією проф. А.Л.Загайка, проф. К.В. Александрової – Х.: Вид-во «Форт», 2014. – С. 75–98, 121-135.
2. Конспект лекцій.

Допоміжна

1. Биохимия с упражнениями и задачами: учебник для вузов / под. ред. Чл.-корр. РАН Е.С. Северина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – С. 5-35
2. Губський Ю.І. Біологічна хімія: Підручник. – Київ - Вінниця: Нова книга, 2007. – С. 57 – 85.

Інформаційні ресурси, у т.ч. в мережі Інтернет

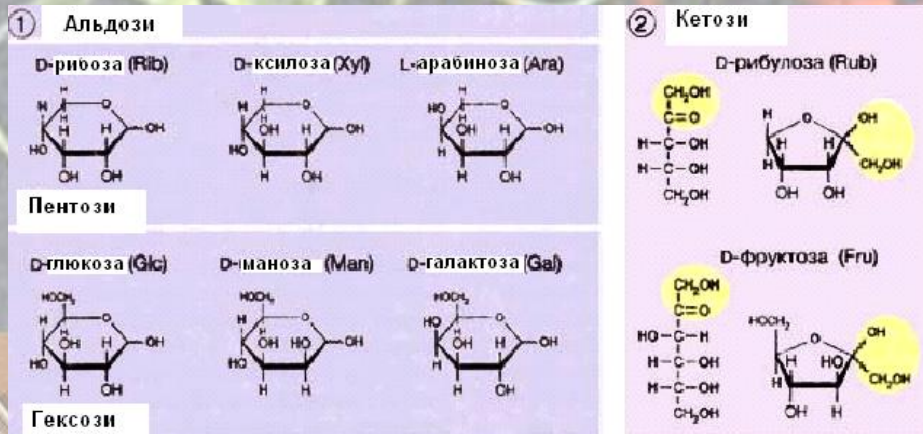
1. Сайт кафедри біологічної хімії: <http://biochem.nuph.edu.ua/>.
2. Бібліотека НФаУ: e-mail library@nuph.edu.ua
3. Сайт дистанційного навчання <http://www.pharmel.kharkiv.edu/>.



СТРУКТУРА ТА ФУНКЦІЇ ВУГЛЕВОДІВ

Визначення

- Полігідроксиальдегіди або полігідроксикетони, а також речовини, при гідролізі яких утворюються полігідроксиальдегіди або полігідроксикетони



Complex Carbohydrates.

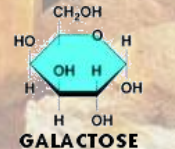
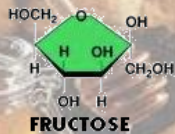
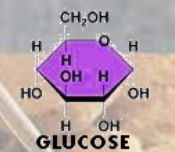
Image: Copyright Depositphotos.com/Elendyn_Roller



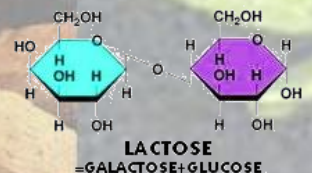
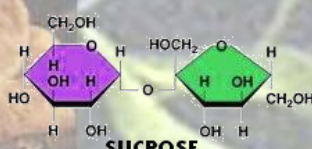
Вміст вуглеводів у клітинах

- У тваринних клітинах – **1-2%** від маси сухої речовини.
- У рослинних клітинах: у листі, плодах, насінні або бульбах картоплі – до **90%** від маси сухої речовини;

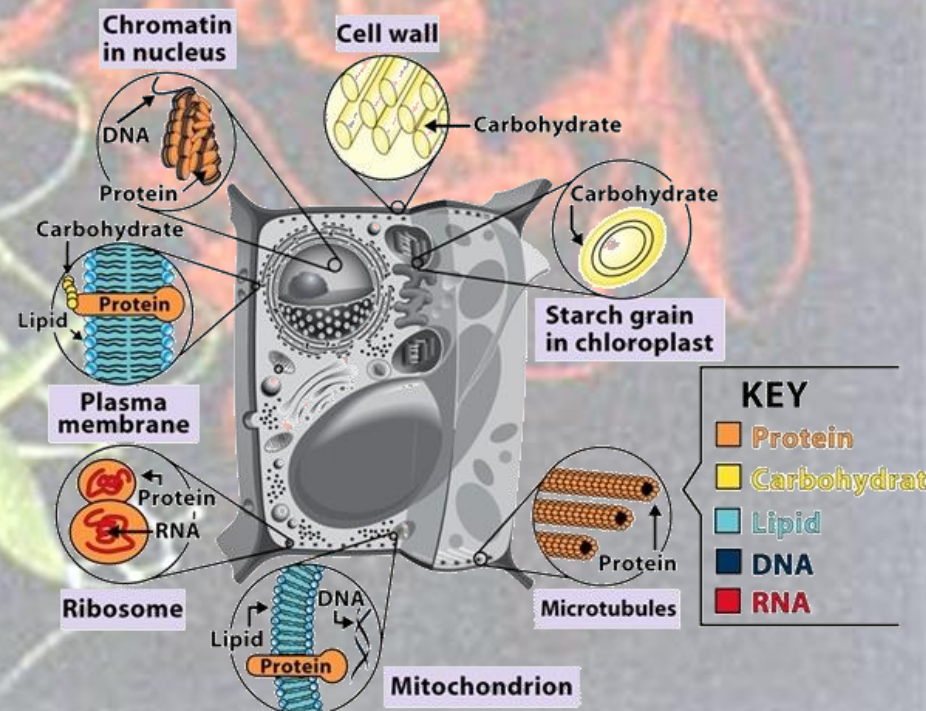
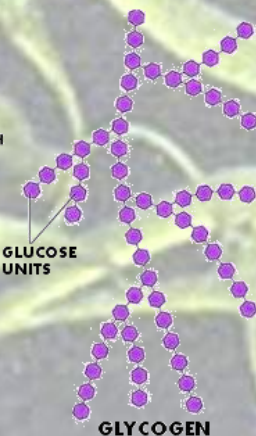
MONOSACCHARIDES



DISACCHARIDES



POLYSACCHARIDE



класифікація

вуглеводи

Моносахариди
(не гідролізуємі)

Олігосахариди
(при гідролізі утворюються
від 2-х до 10 простих вуглеводів)

Полісахариди
(при гідролізі утворюються
більше 10 простих вуглеводів)

Альдози
(мають
альдегідну групу)

Кетози
(мають кетонну групу)

Гомополісахариди
(складаються з однакових
моносахаридних
залишків)

Гетерополісахариди
(складаються з залишків
різних моносахаридів)

Триози
Тетрози
Пентози
Гексози
Гептози
Октози

Триози
Тетрози
Пентози
Гексози
Гептози
Октози

Дисахариди
Трисахариди
Тетрасахариди
тощо

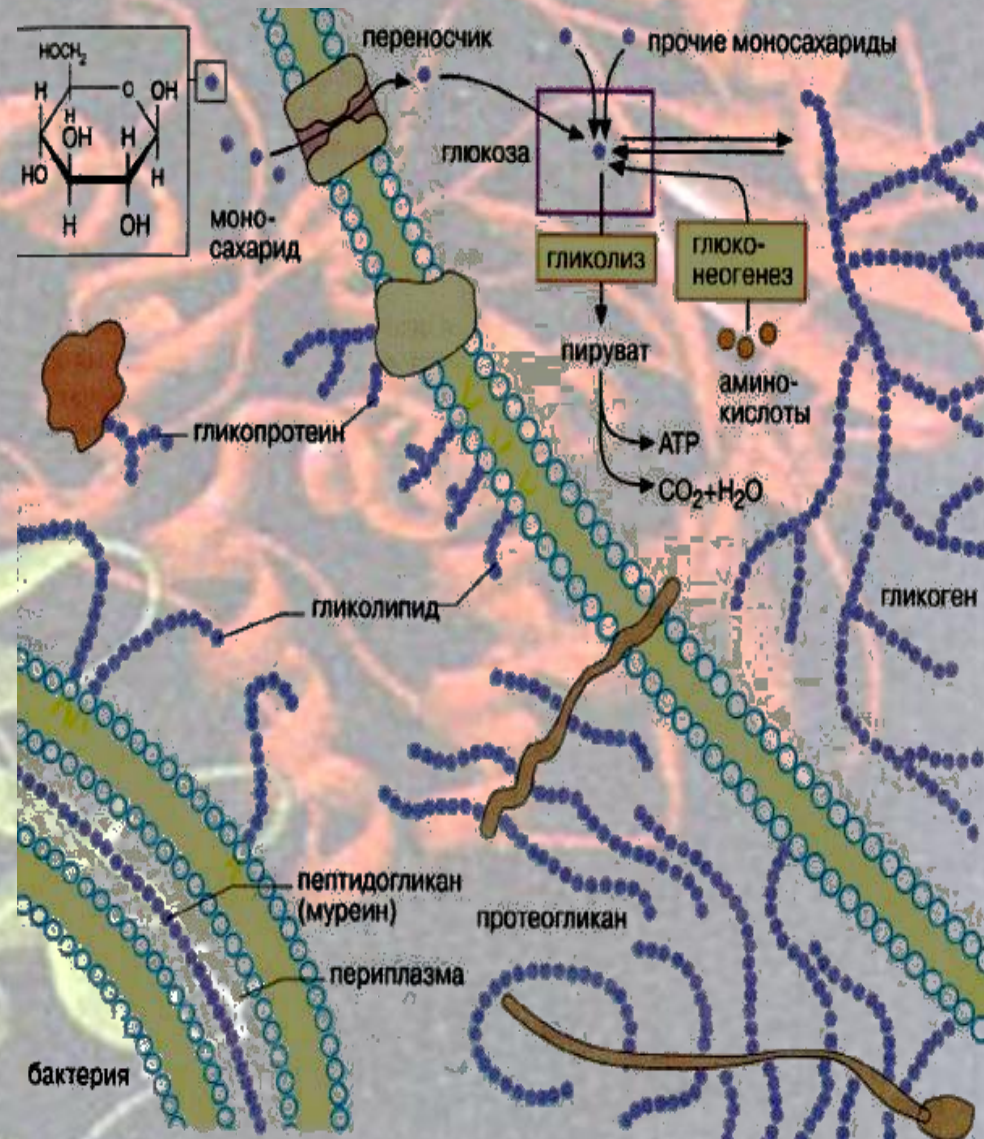
Молоко,
фрукти,
сахар,
кондитерские
изделия,
белый хлеб

Крупы,
бобовые,
овощи,
паста,
хлеб
грубого
помола



Функції вуглеводів

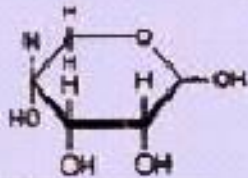
- - **основний та єдиний анаеробний енергетичний матеріал**
- - **структурна:**
глікокалікс,
глікопротеїни мембран,
глікозаміноглікани
сполучної тканини,
клітинна стінка рослин
- - **гідроосмотична:**
гіалуронова кислота
- - **захисна:** глікокалікс,
імуноглобуліни
- - **специфічне впізнавання:**
рецептори, антигени



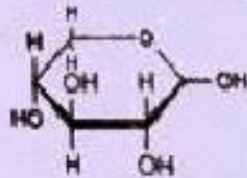
Моносахариди

① Альдозы

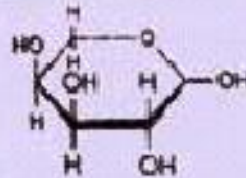
D-рибоза (Rib)



D-ксилоза (Xyl)

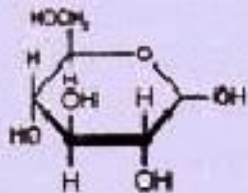


L-арабиноза (Ara)

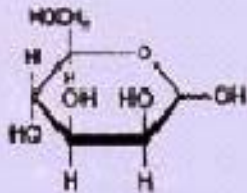


Пентозы

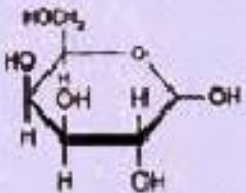
D-глюкоза (Glc)



D-манноза (Man)



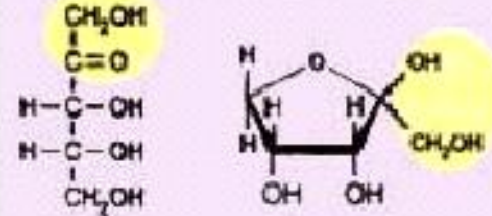
D-галактоза (Gal)



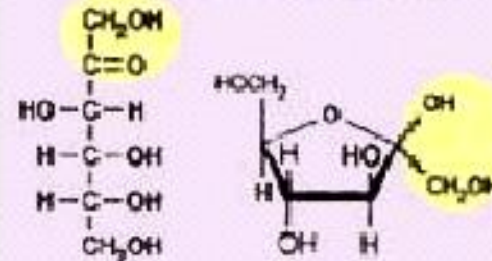
Гексозы

② Кетозы

D-рибулоза (Rub)



D-фруктоза (Fru)



Моносахариди

- *Рибоза*



Значення:

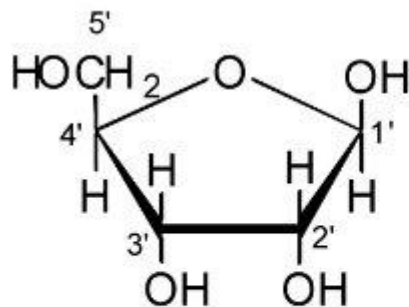
Входить до складу
РНК, АТФ,
вітамінів групи В,
ферментів

- *Дезоксирибоза*

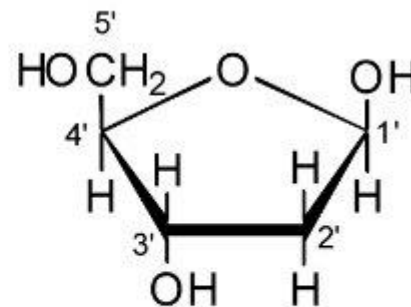


Значення:

Входить до складу
ДНК



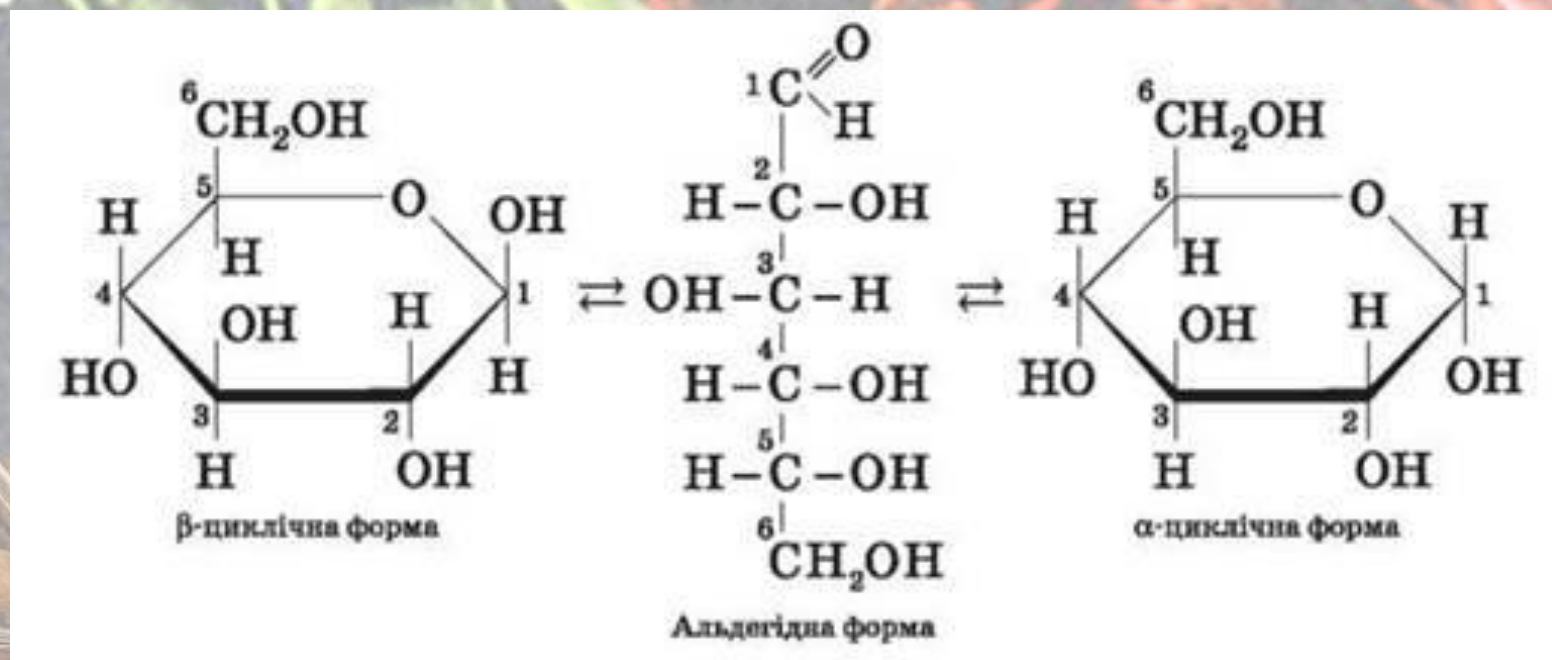
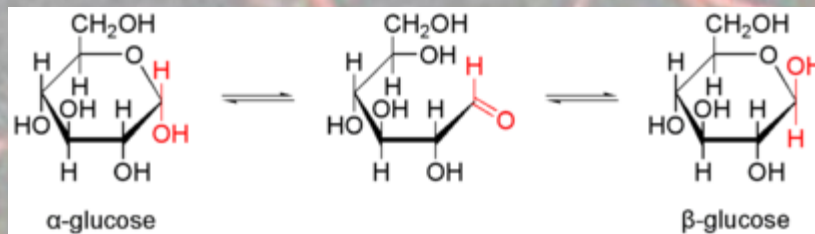
D-рибоза



D-2-дезоксирибоза

Моносахариди

- Глюкоза
 $C_6H_{12}O_6$



β -D-глюкопіраноза

D-глюкоза

α -D-глюкопіраноза

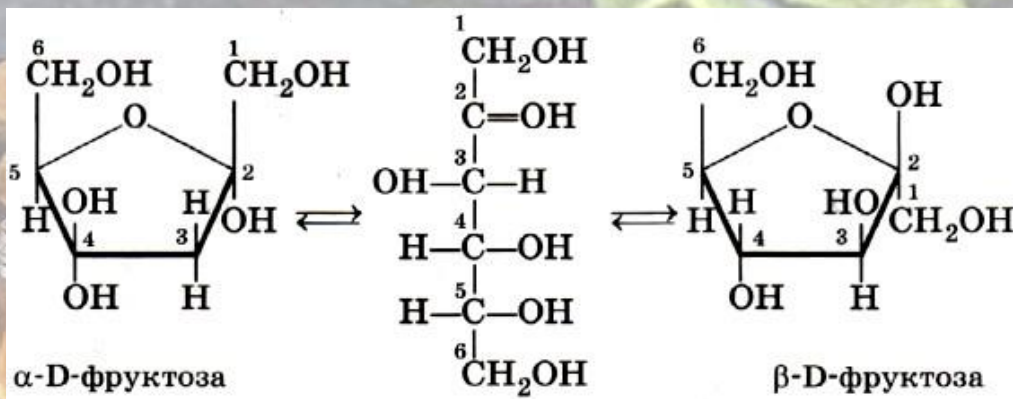
Моносахариди

• Фруктоза



Значення:

Входить до складу сахарози, інших олігосахаридів, полісахаридів

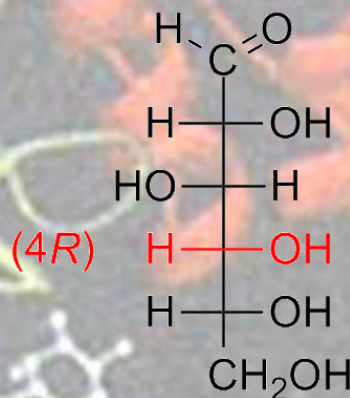
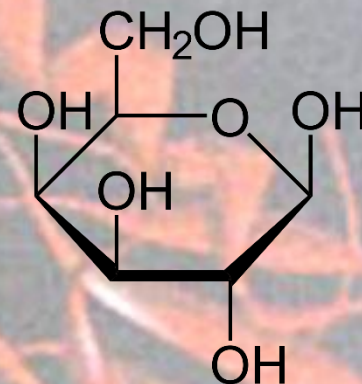


• Галактоза

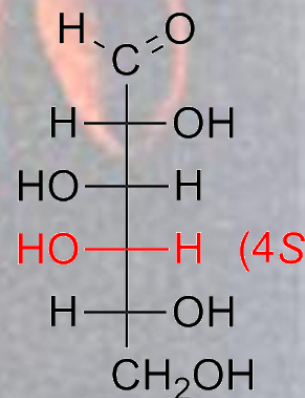


Значення:

Входить до складу полісахаридів, слизей, до складу дисахаридів, агар-агару

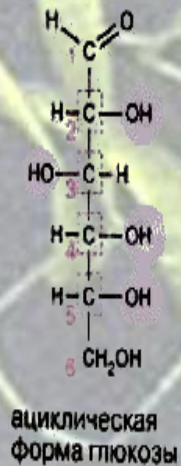


D-глюкоза



D-галактоза

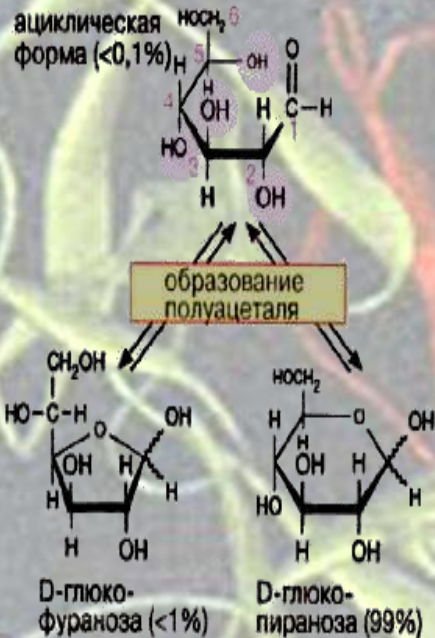
Ізомерія моносахаридів



ациклическая
форма глюкозы

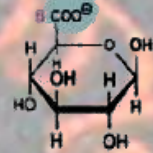
хиральный
центр

1. Фишеровская проекция



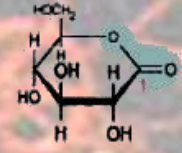
2. Циклические формы моносахаридов (по Хевоносу)

глюкуроновая
кислота



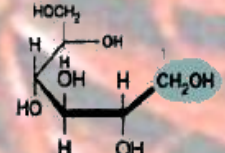
окисление

ГЛЮКОНОЛАКТОН



окисление

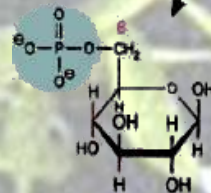
сорбит



восстановление

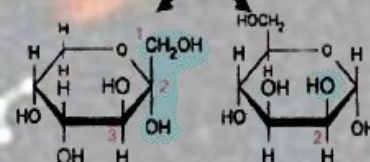


этерификация



глюкозо-
6-фосфат

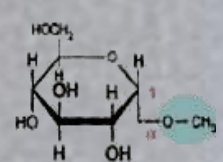
эпимеризация



D-фруктоза

α -D-манноза

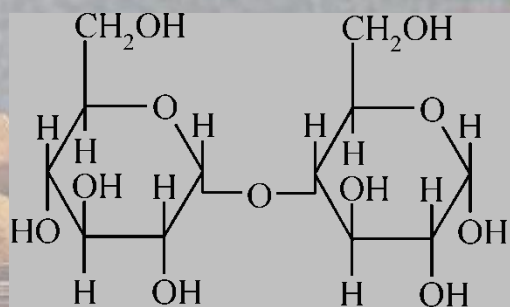
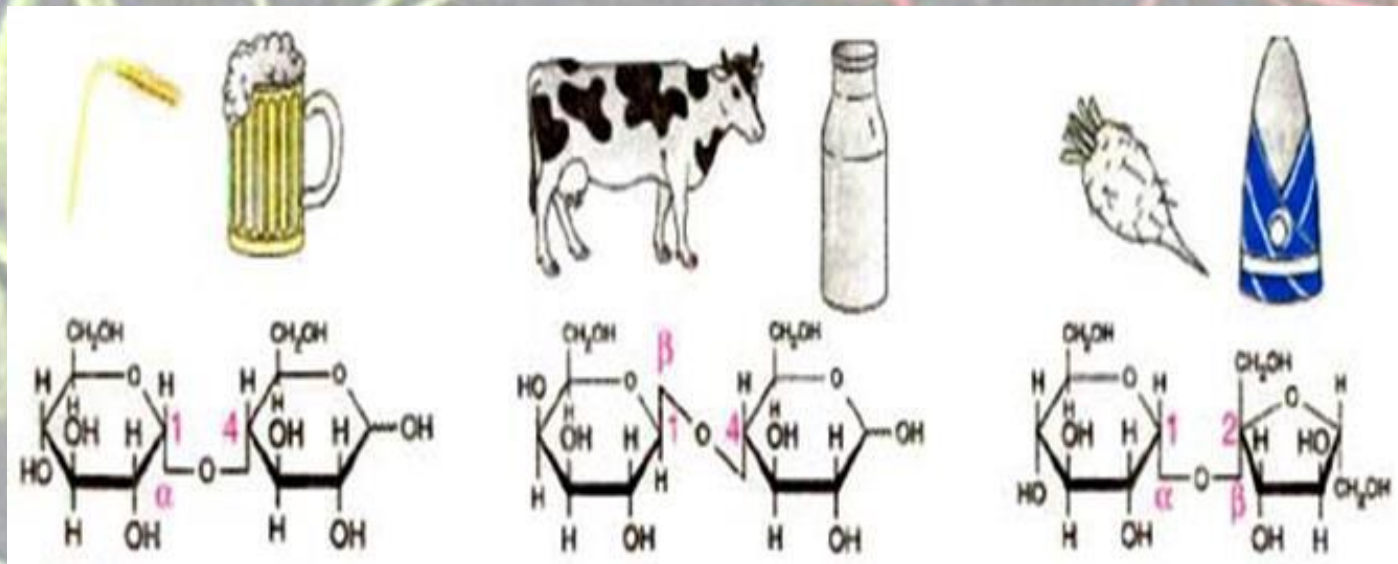
образование
гликозида



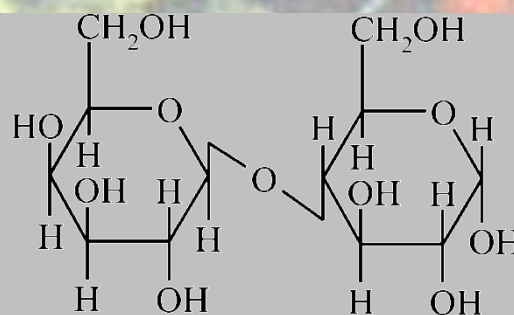
**α-метил-
глюкозид**



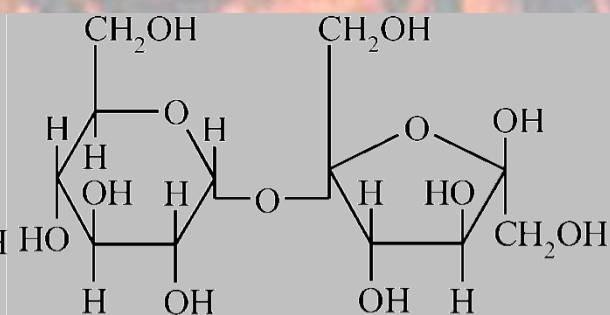
Дисахариди



Мальтоза
(4- α -D-глюкопіранозил-(1 $\rightarrow$ 4)- α -D-глюкопіраноза)



Лактоза
(4- β -D-галактопіранозил-(1 $\rightarrow$ 4)- α -D-глюкопіраноза)



Сахароза
(α -D-глюкопіранозил-(1 $\rightarrow$ 2)- β -D-фруктофуранозид)

Полісахариди

Гомополісахариди:

Крохмаль

Глікоген

Целюлоза

Гетерополісахариди:

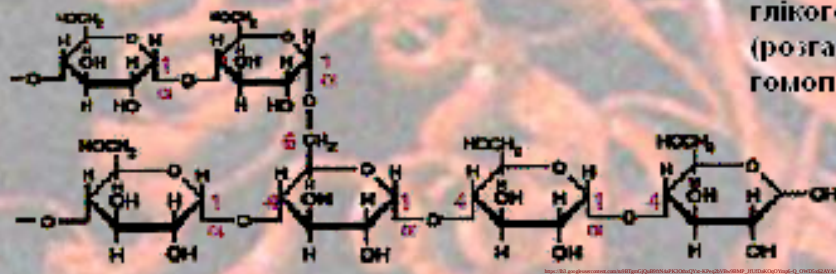
Гіалуронова кислота

Хондроїтинсульфати

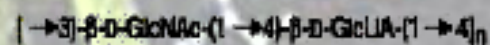
Кератансульфати

Дерматансульфати

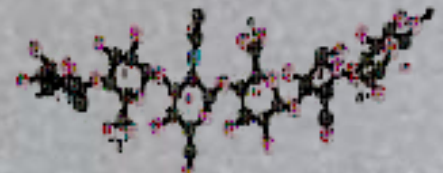
Гепарин



глікоген
(розгалуджений
гомополімер)



Гіалуронова кислота

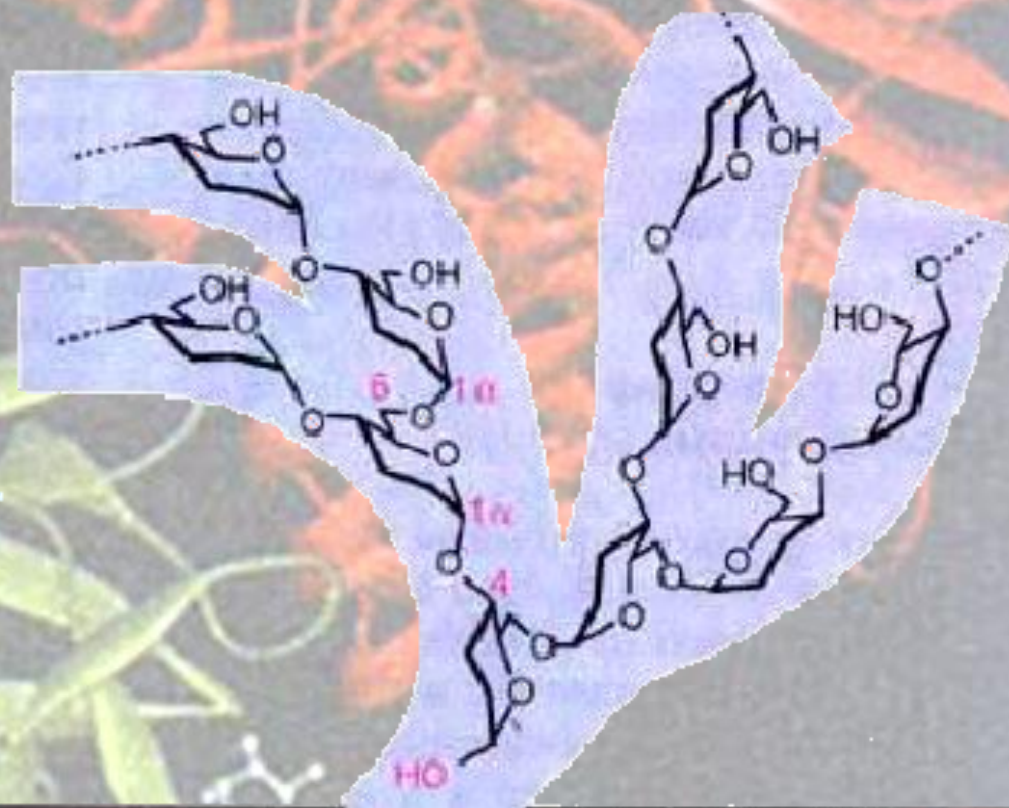


Крохмаль

1. Амілоза 20%

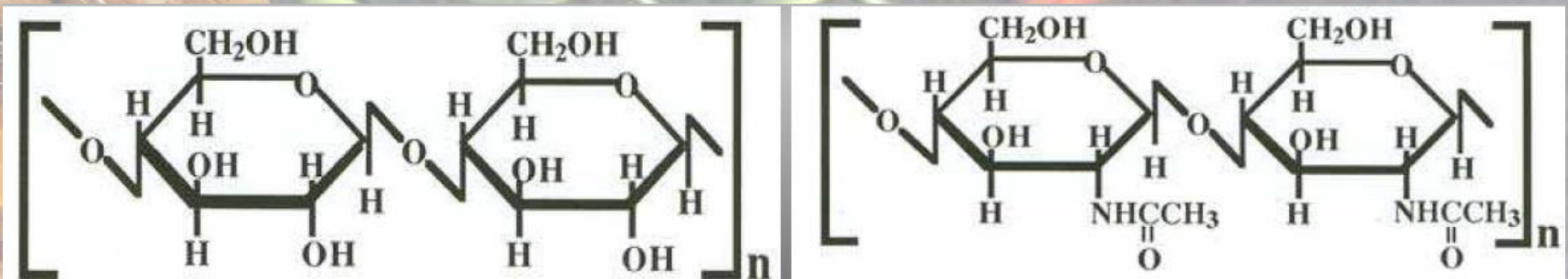


2. Амілопектин 80%



Гомополісахариди

- **Глікоген** - міститься у тканинах тварин, людини, бактеріях, ціанобактеріях; виконує роль резервного полісахариду
- **Целюлоза** - входить до складу клітинних стінок рослинних клітин
- **Хітин** - утворює покриви тіла членистоногих, компонент клітинної стінки грибів
- **Муреїн** - входить до складу клітинної стінки бактерій



Глікопротеїни та протеоглікани

-комплекси білків та вуглеводів

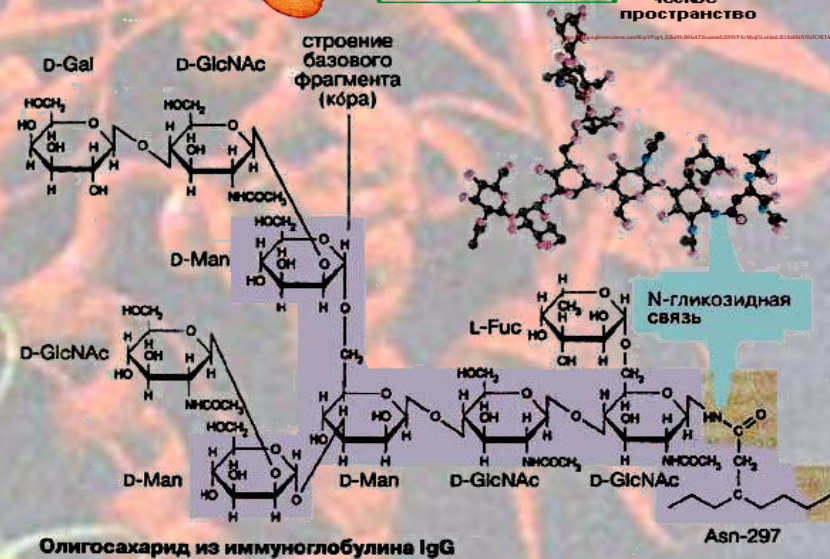
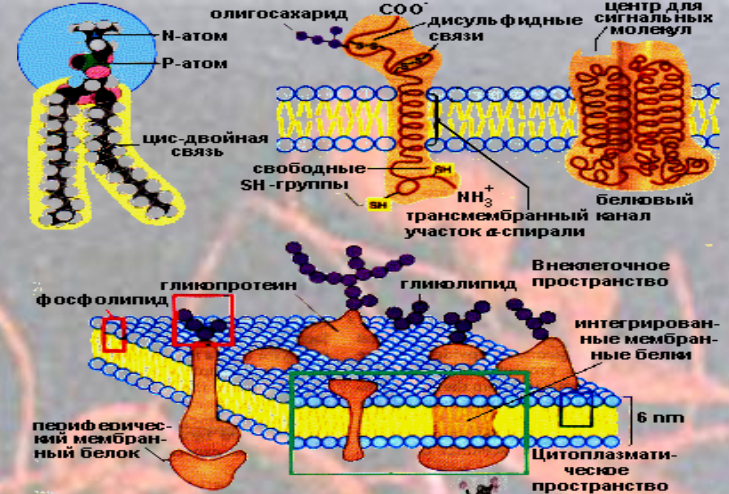
Глікопротеїни: превалює білок, вуглеводний компонент – нерегулярний олігосахарид;

Протеоглікани: превалює вуглеводний компонент - полісахарид, зазвичай містить аміносахара.

**Вуглеводні компоненти протеогліканів –
глікозаміноглікани.**



Глікопротеїни



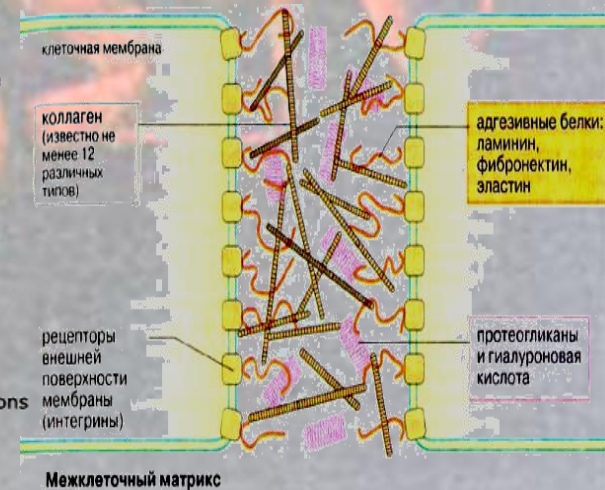
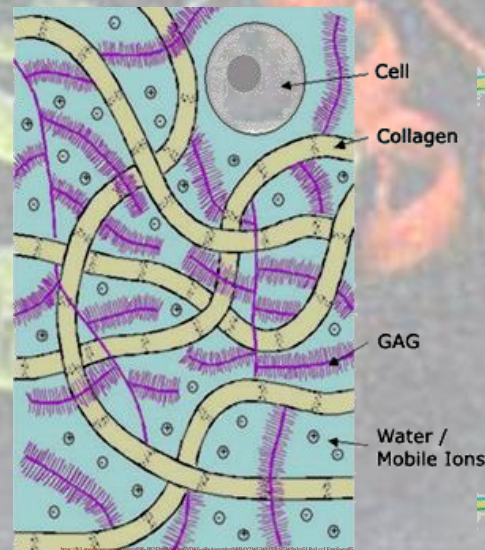
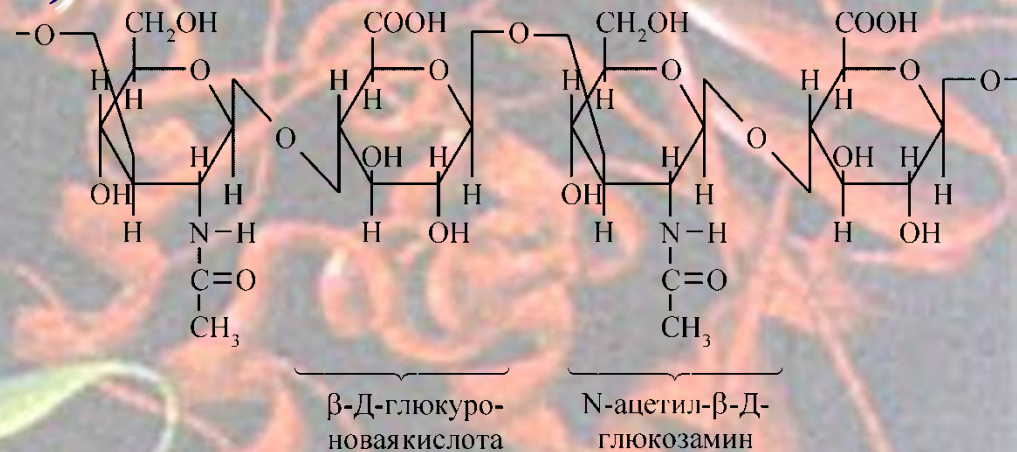
Протеоглікани

Більшість – компоненти сполучної тканини

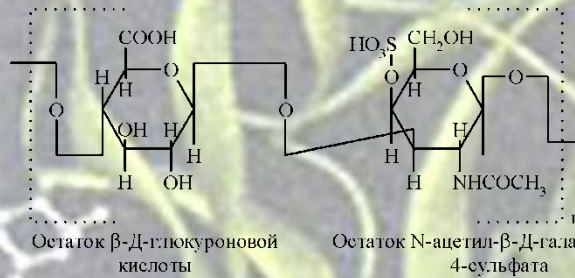
Назва – по вуглеводному компоненту
(глікозаміноглікану – ГАГ)

1. Гіалуронова кислота

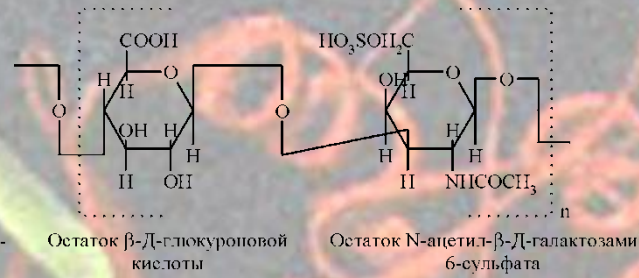
Основний компонент
міжклітинної речовини,
утворює гель, який
підтримує тургор та
захищає клітини
(«молекулярне сито»)



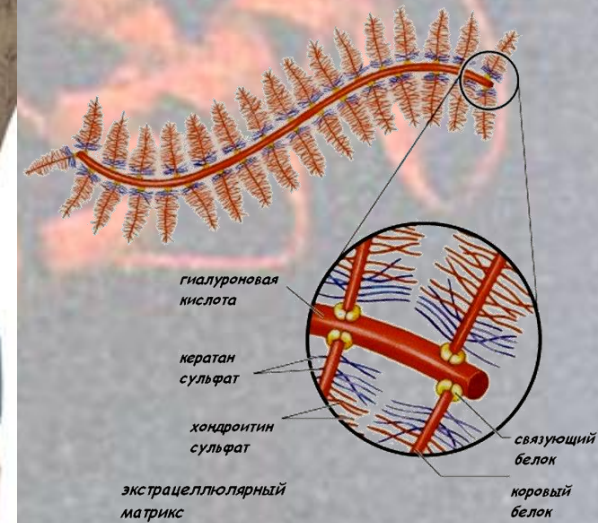
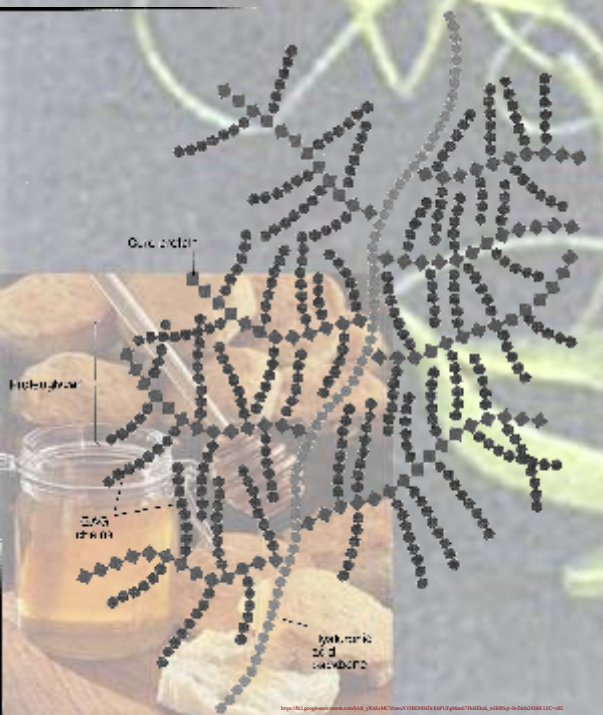
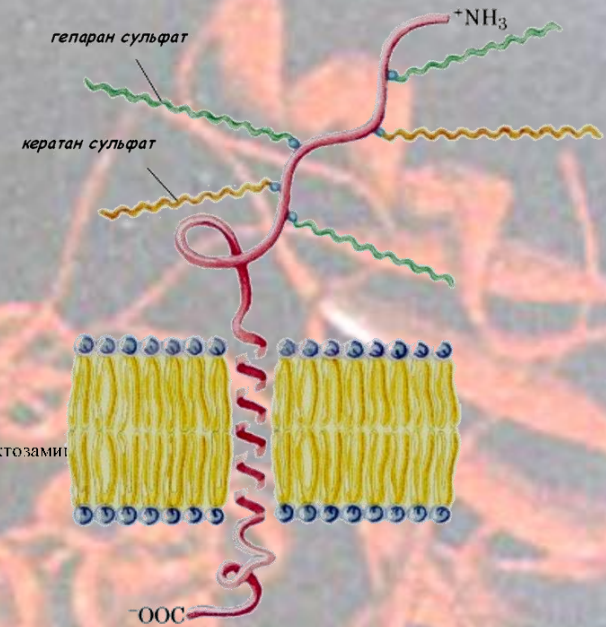
2. Хондроїтинсульфати - компонент хрящів



Хондроитин-4-сульфат



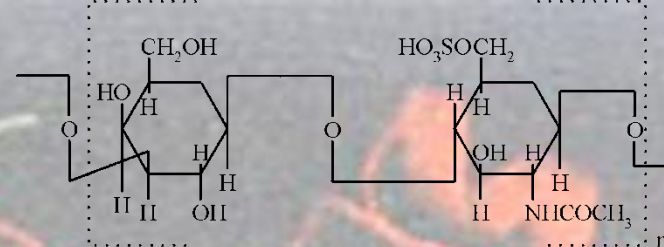
Хондроитин-6-сульфат



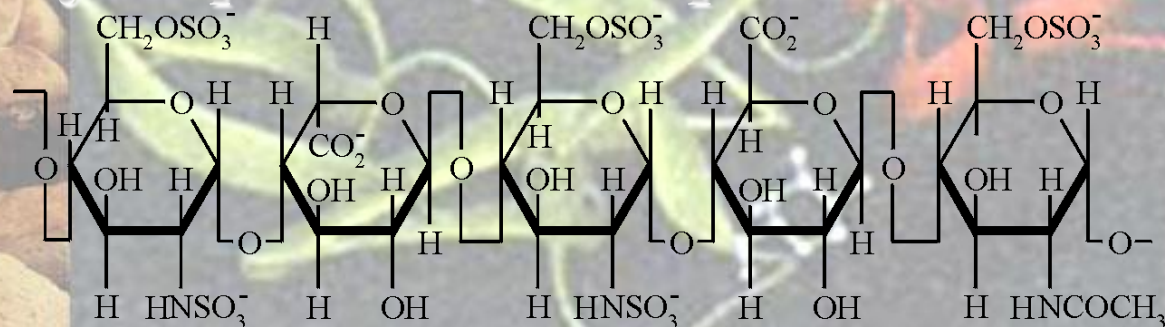
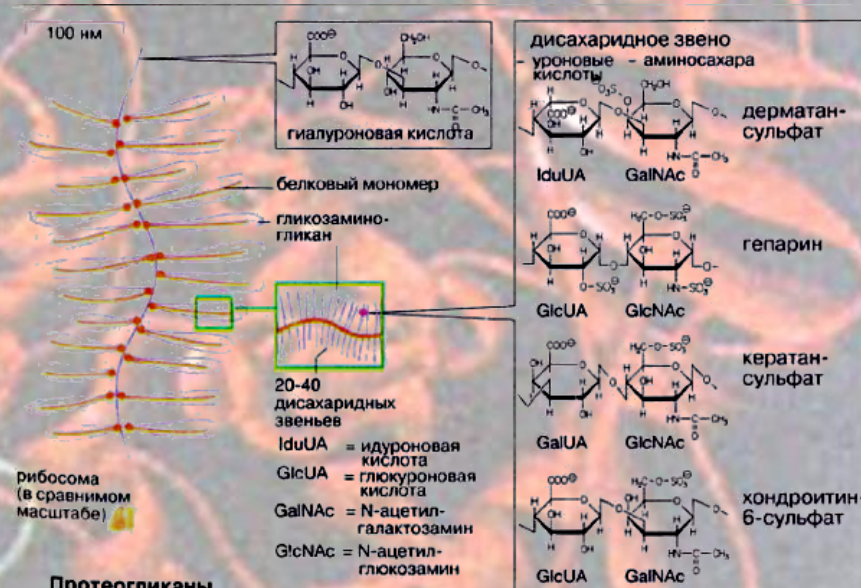
**Кератансульфати –
компонент органічного
матриксу кісток;**

**Дерматансульфати –
компонент стінок судин,
шкіри;**

Гепарансульфати та Гепарин - антикоагулянти

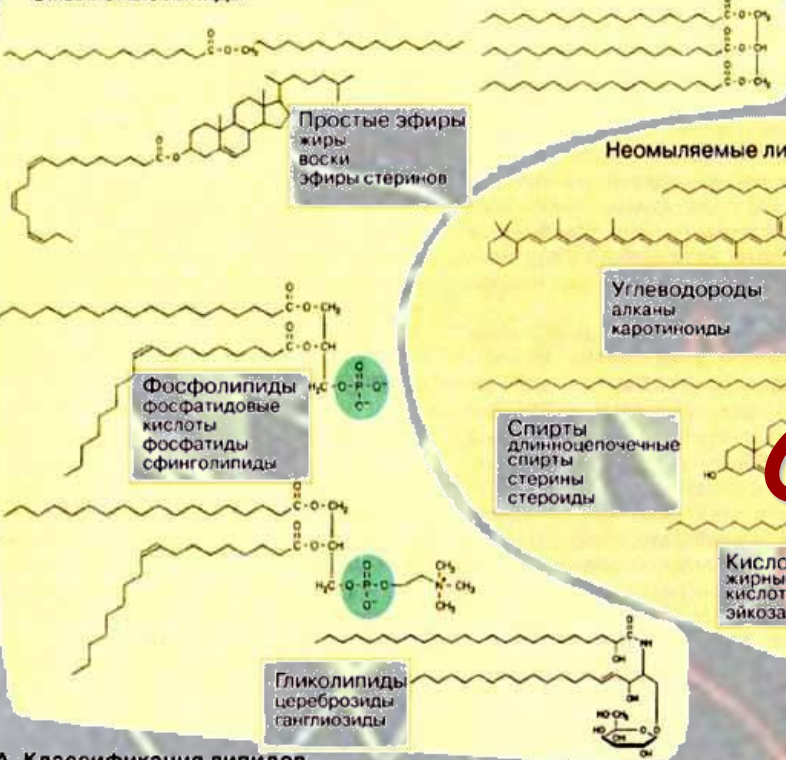


Кератансульфат



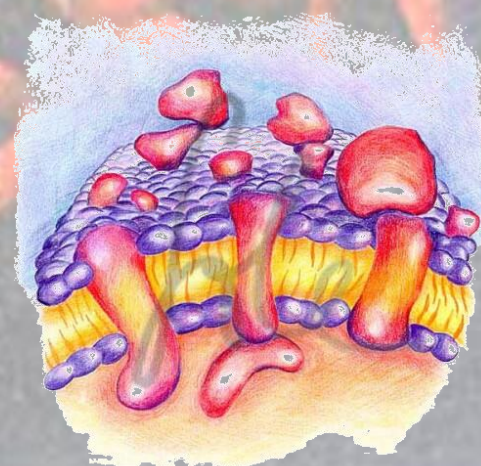
Структура гепарина

Омыляемые липиды



Структура та функції ЛІПІДІВ

А. Классификация липидов



ЛІПІДИ

- група різних за хімічною будовою органічних речовин біогенного походження, які **не розчиняються** в воді, але розчиняються в органічних розчинниках – ефірі, хлороформі, ацетоні, бензолі та ін.



<https://www.researchgate.net/publication/318465111>

Класифікація ліпідів

Ліпіди

Прості ліпіди

Складні ліпіди

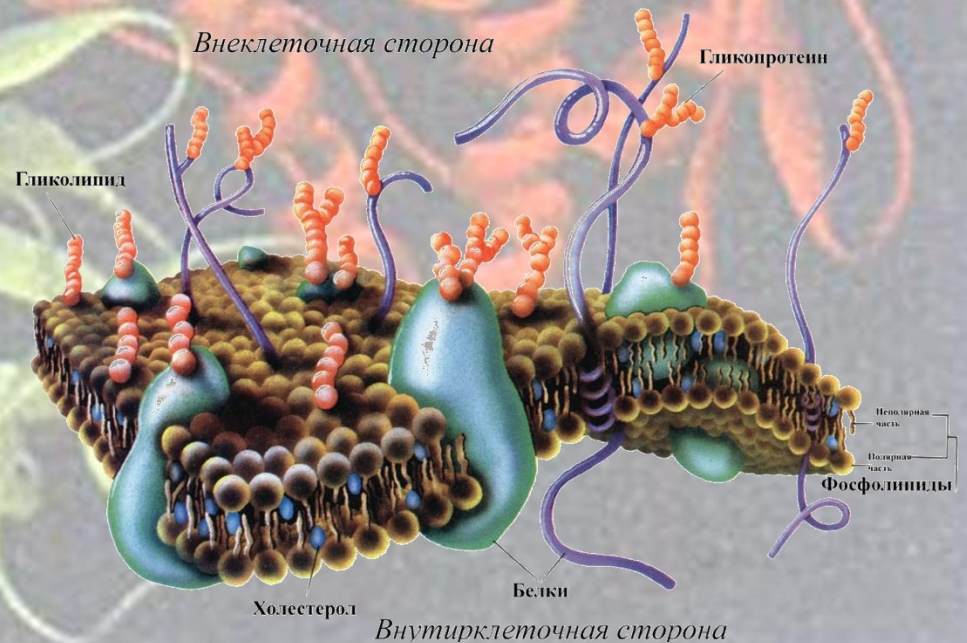
Жири

Воски

**Стерини
і стериди**

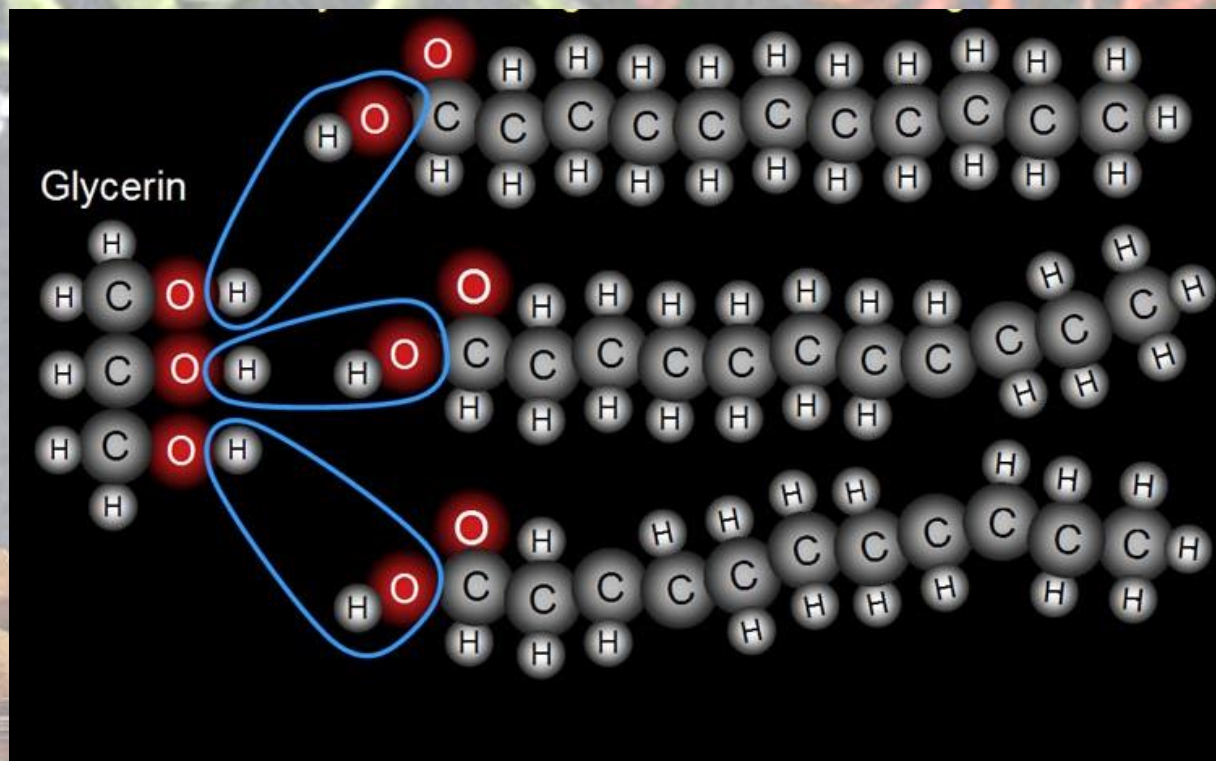
Фосфоліпіди

Гліколіпіди



Жири

- Складні естери гліцерину та вищих карбонових (жирних) кислот



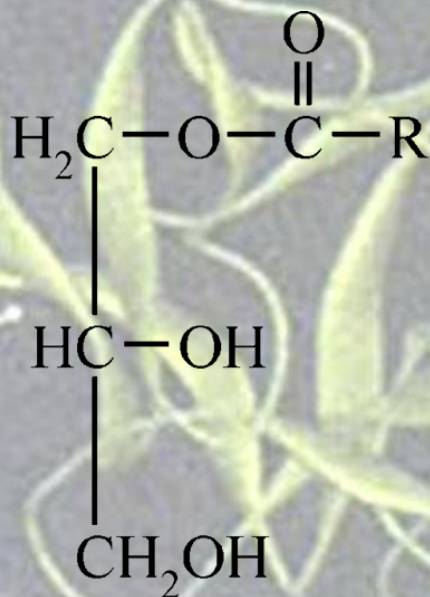
Жири

Найбільш поширені жирні кислоти

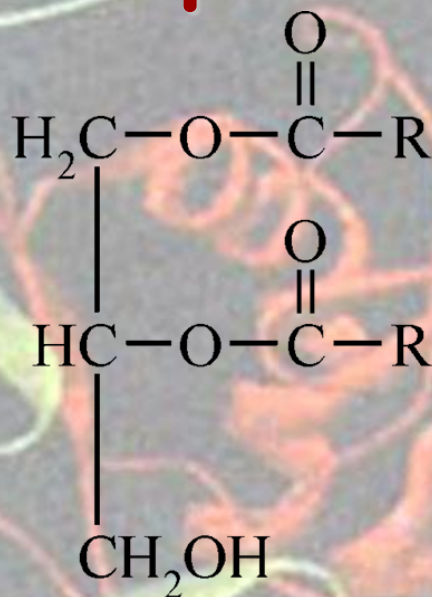
Загальноприйнята назва і формула	Назва за Женевською номенклатурою і структурна формула
Насичені	
Пальмітинова $C_{15}H_{31}COOH$	Гексадеканова $CH_3-(CH_2)_{14}-C(=O)OH$
Стеаринова $C_{17}H_{35}COOH$	Октадеканова $CH_3-(CH_2)_{16}-C(=O)OH$
Ненасичені	
Олеїнова $C_{17}H_{33}COOH$	9-Октадецена $CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-C(=O)OH$
Лінолева $C_{17}H_{31}COOH$	9,12-Октадекадієнова $CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-C(=O)OH$
Ліноленова $C_{17}H_{29}COOH$	9,12,15-Октадекатрієнова $CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-C(=O)OH$
Арахідонова $C_{19}H_{31}COOH$	5,8,11,14-Ейкозатетраєнова $CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_3-C(=O)OH$

Ступінь насиченості жирних кислот, що входять до складу жирів та інших ліпідів, визначає їх агрегатний стан: чим вище ненасиченість жирних кислот, тим нижче температура їх плавлення. Рідкі жири називають *оліями*.

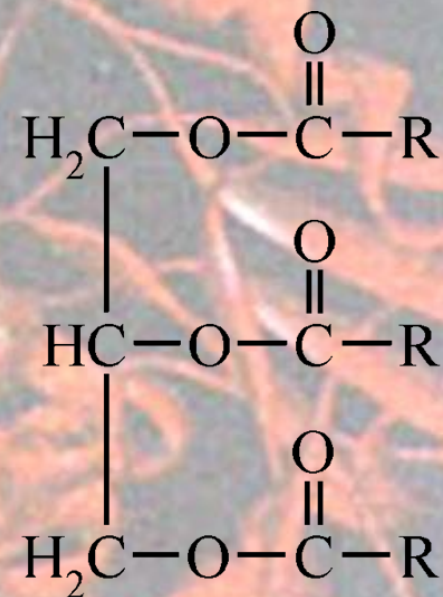
Жири



Моноацилгліцерин



Диацилгліцерин

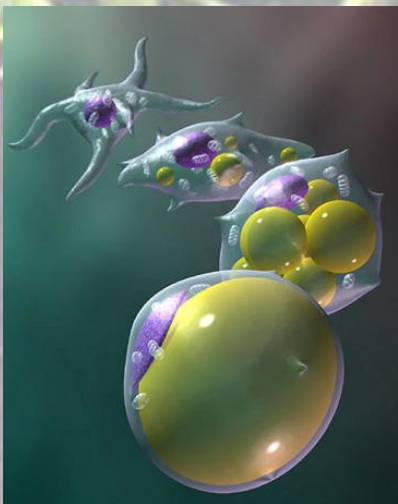


Триацилгліцерин



Функції жирів

1. Запасний енергетичний матеріал: повне окиснення 1 г жиру призводить до вивільнення до 40 кДж енергії (біла підшкірна жирова тканина)



2. Теплоізолююча

Ліпіди підшкірної жирової клітковини зберігають теплоту завдяки їх низькій теплопроводності



Функції жирів

3. Механічний захист. Ліпіди жирової «клітковини», що утворює капсули внутрішніх органів, та підшкірної жирової тканини захищають органи від пошкоджень при зовнішніх впливах



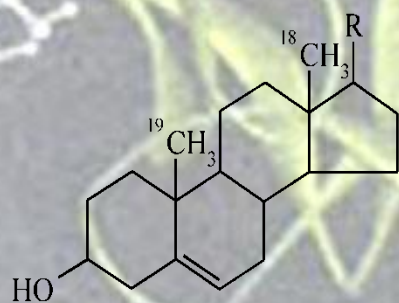
Функції жирів

4. Джерело ендогенної води. При розщепленні 100 г жиру утворюється 107 г ендогенної води

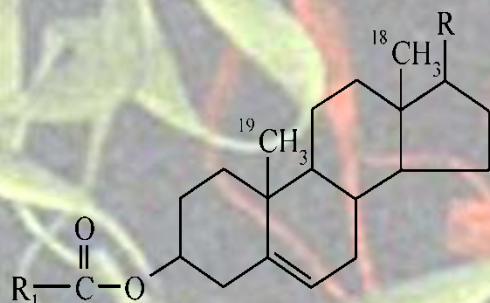


Стероїди

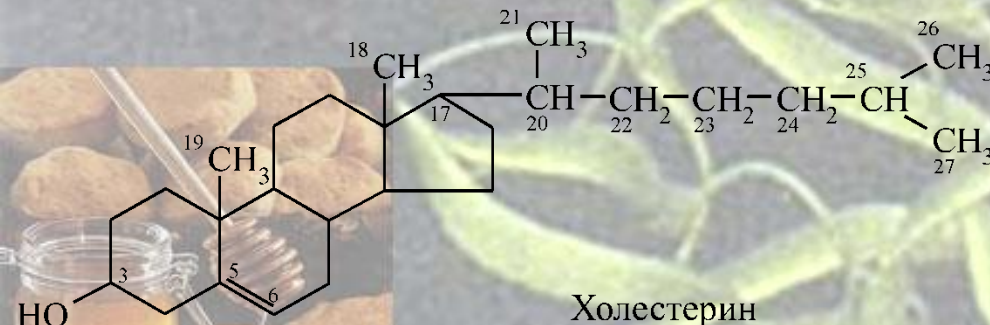
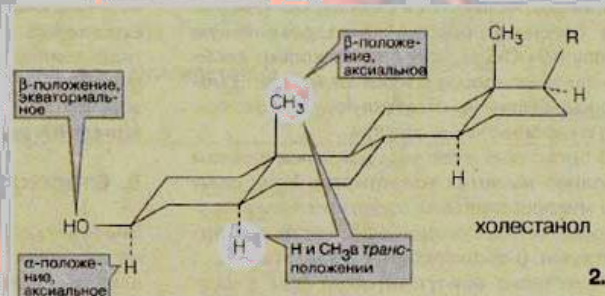
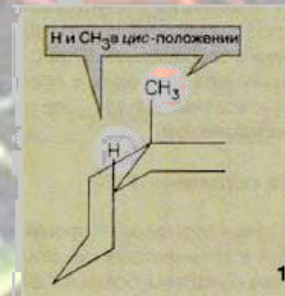
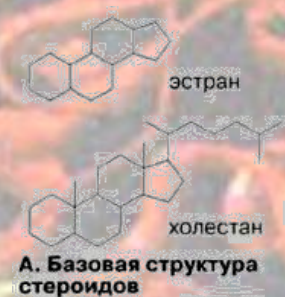
- похідні циклопентанпергідрофенантрону (стерану);
стероїди, що містять ОН-групу, називаються *стеринами*
(*стеролами*), а ефіри стеринів та жирних кислот - *стеридами*



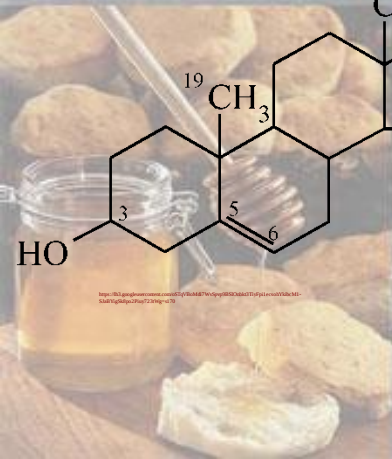
Стерин



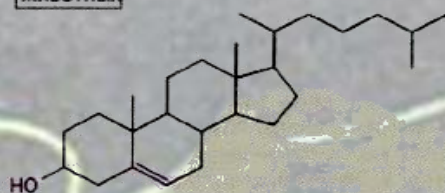
Стерид



Холестин

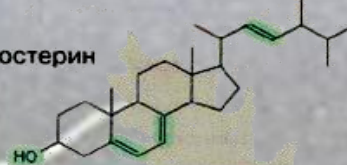


стерины
животных



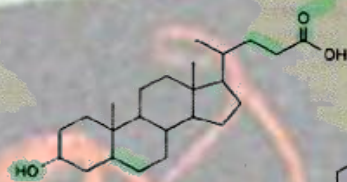
холестерин

эргостерин

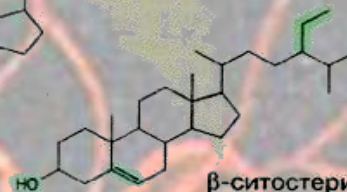


стерины
растений

стигмастерин

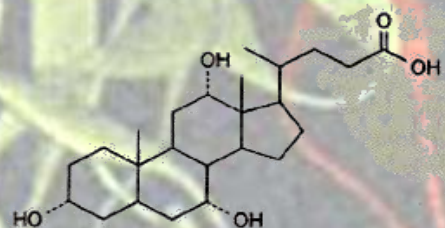
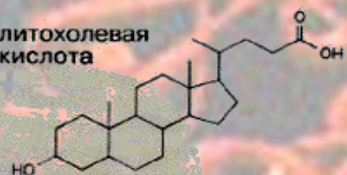


β-ситостерин



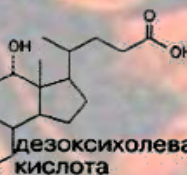
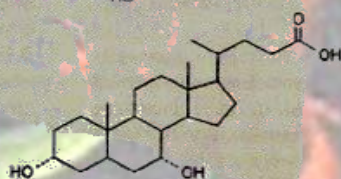
А. Стерины

листохолевая
кислота



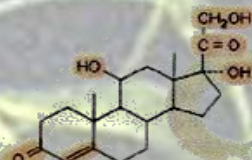
холевая кислота

хенодезоксихолевая
кислота

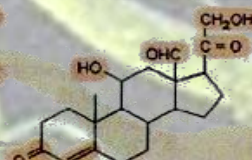


дезоксихолевая
кислота

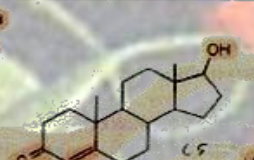
Б. Желчные кислоты



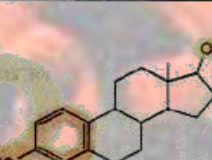
кортизол



альдостерон



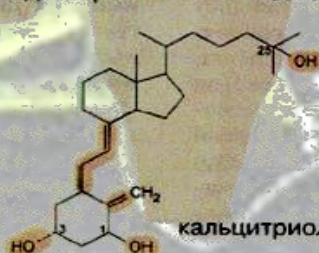
тестостерон



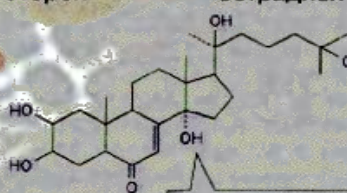
эстрадиол



прогестерон



кальцитриол



экдизон

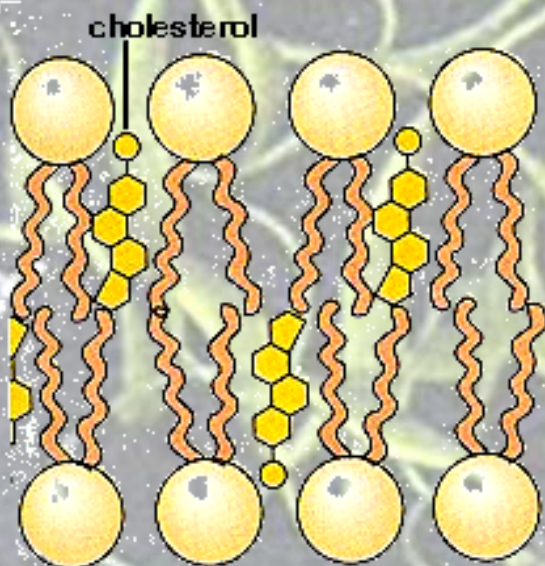
гормон линьки
насекомых,
пауков,
ракообразных

В. Стероидные гормоны

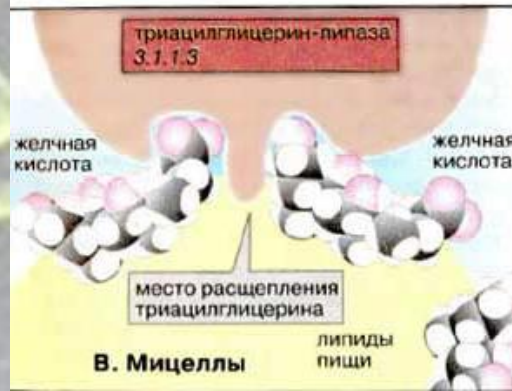
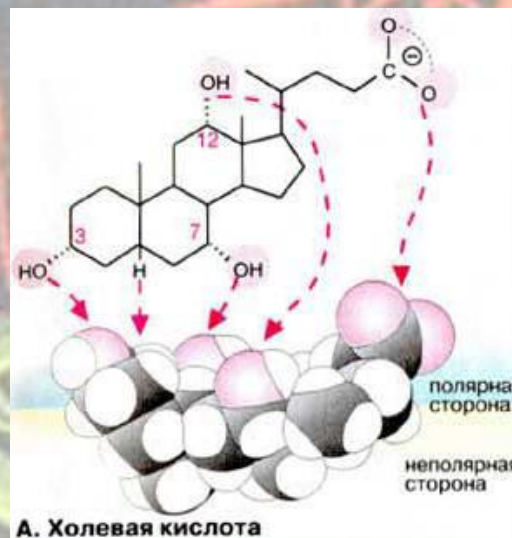


Функції стероїдів

1. Структурна – холестерин є обов'язковим компонентом клітинних мембран

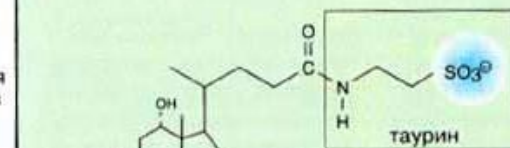
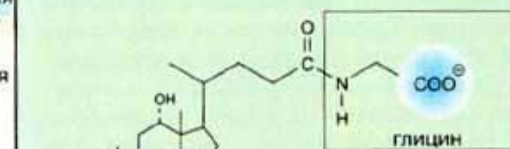


2. Участь у травленні – жовчні кислоти необхідні для емульгування ліпідів і активації ферментів ліпаз



Желчная кислота	Положение OH-групп		
Холевая	C-3	C-7	C-12
Хенодезоксихолевая	C-3	C-7	-
Дезоксихолевая	C-3	-	C-12
Литохолевая	C-3	-	-

Соли желчных кислот = конъюгаты желчных кислот



соли желчных кислот

Б. Желчные кислоты и соли желчных кислот

Функції стероїдів

3. Гормональна: стероїдну природу мають гормони статевих залоз та кори наднирників



4. Вітамінна: вітаміни групи D



Воски

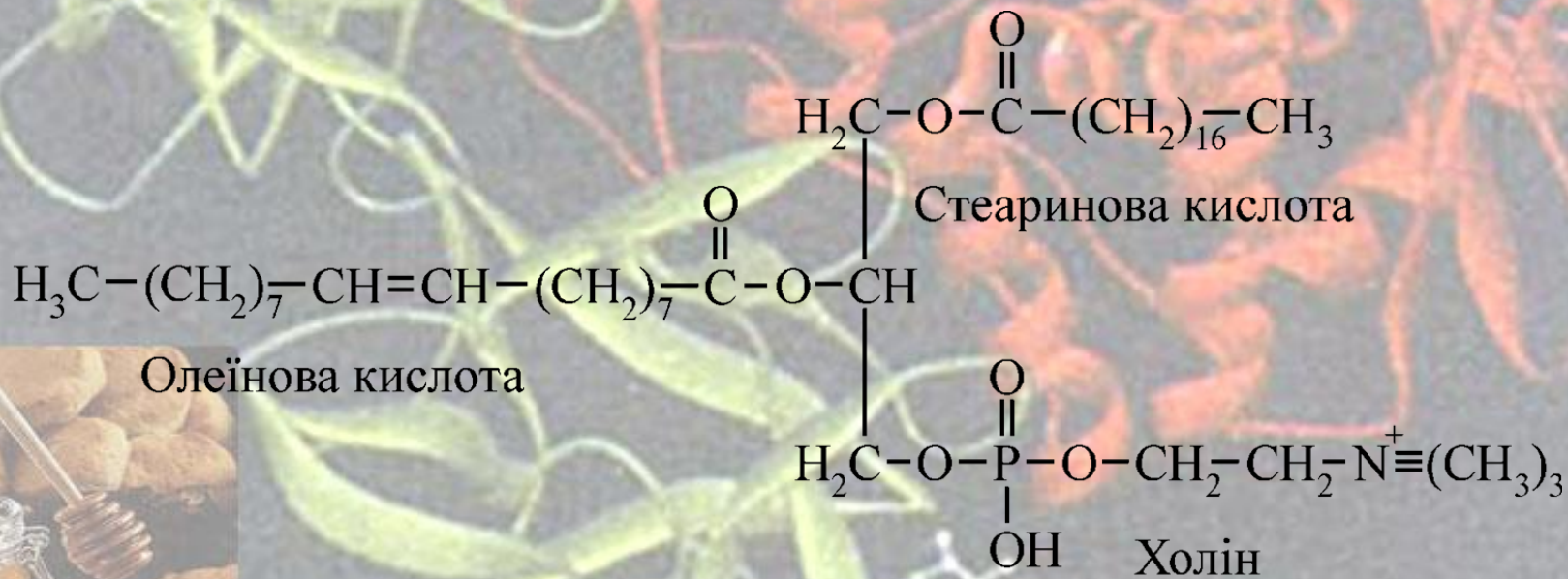
- ефіри вищих жирних кислот та вищих монооксиспиртів

Воски утворюють захисне змащування на листі рослин, шкірі та вовні тварин, пір'ї птахів, а також є головним ліпідним компонентом багатьох видів морського планктону – одного з основних джерел їжі для океанської фауни; спермацет забезпечує плавучість великих морських ссавців



Фосфоліпіди

- естери спирту (гліцерину або сфінгозину), утворені в результаті його естерифікації як жирними кислотами, так і ортофосфатною кислотою. Ортофосфатна кислота, окрім того, додатково естерифікується іншим спиртом (холіном, етаноламіном, інозитолом, серином або гліцерином)

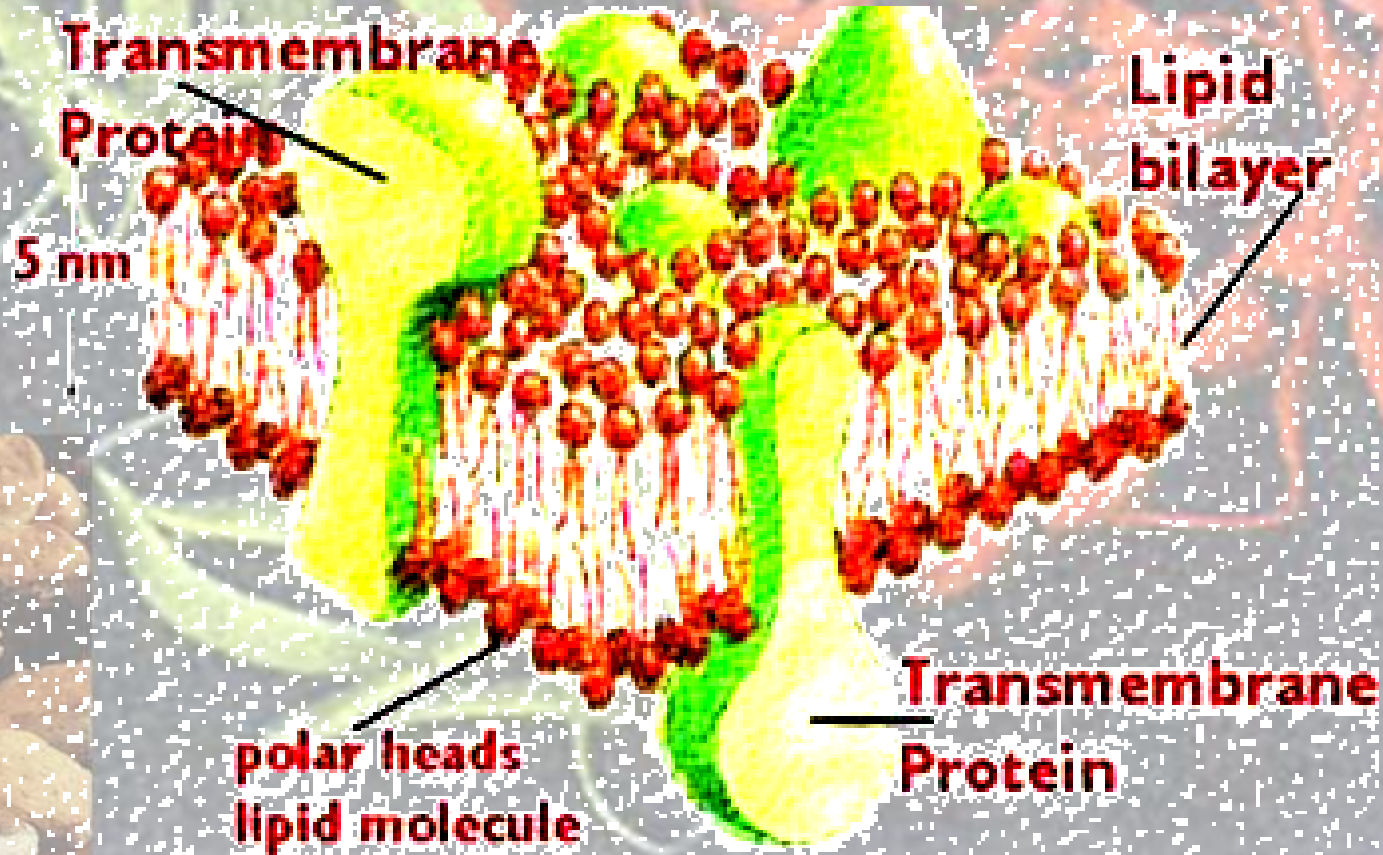


L-α-Фосфатидилхолін (лецитин)



Функції фосфоліпідів

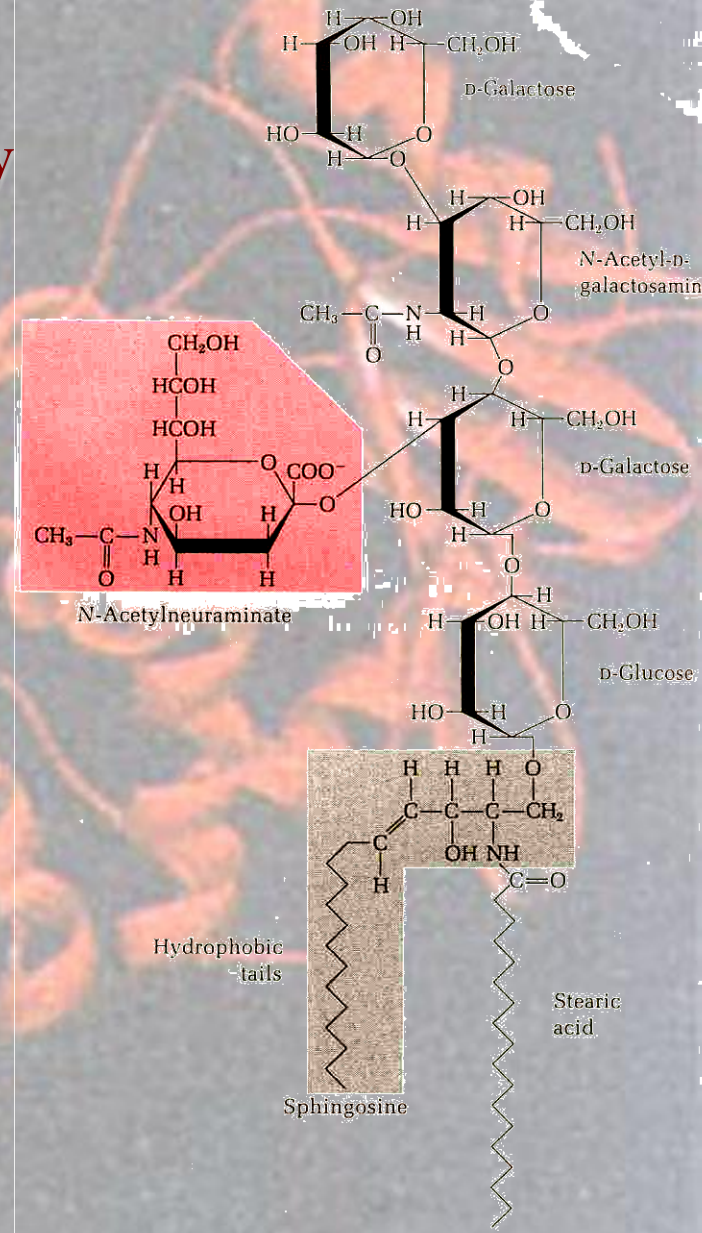
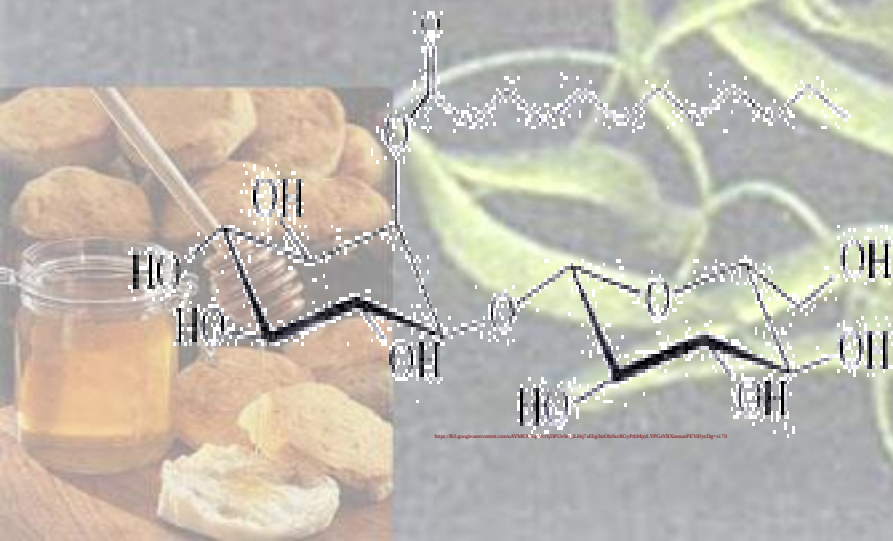
є головною структурною частиною мембран клітин та субклітинних структур, формуючи мембрани та надаючи середовище для функціонування мембранних ферментів



Гліколіпіди

- група складних ліпідів, що містять у своєму складі вуглеводи

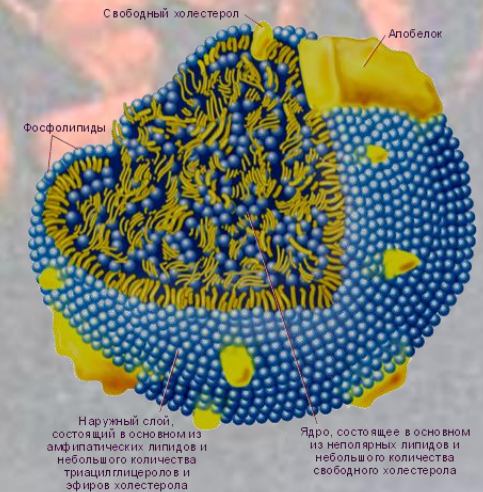
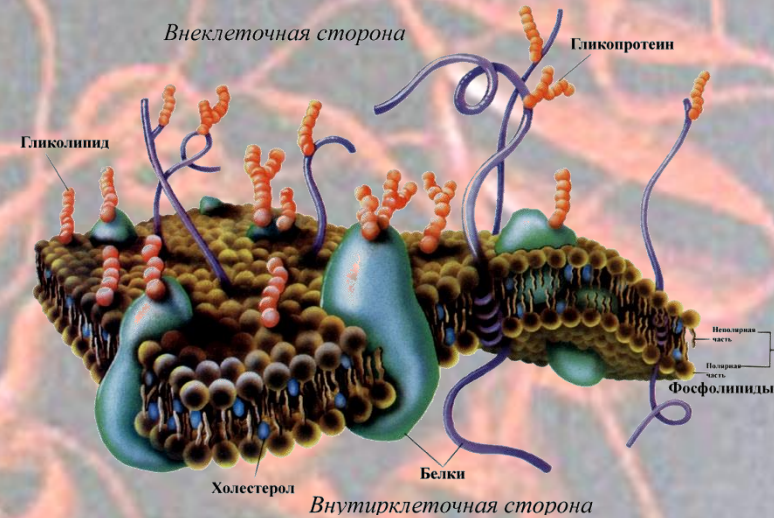
Особливо великий вміст гліколіпідів у мембранах нервових клітин та, зокрема, в мієліновій оболонці.



Ліпопротеїни

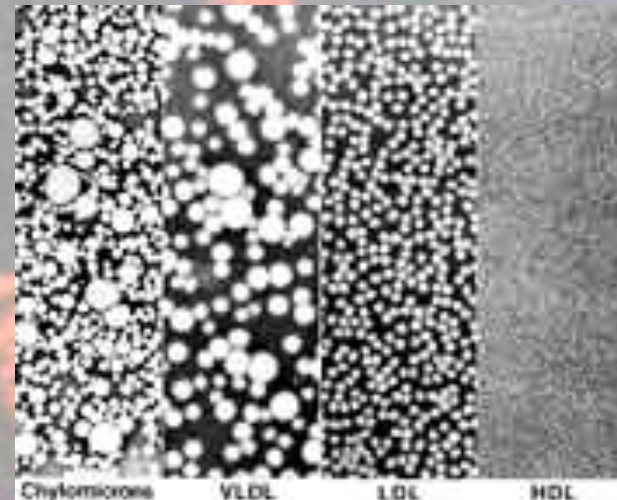
- нековалентні комплекси білків та ліпідів.

1. Структурні (компоненти біологічних мембран)
2. Транспортні (ліпід-транспортуючий білок цитоплазми, **ліпопротеїни крові**)

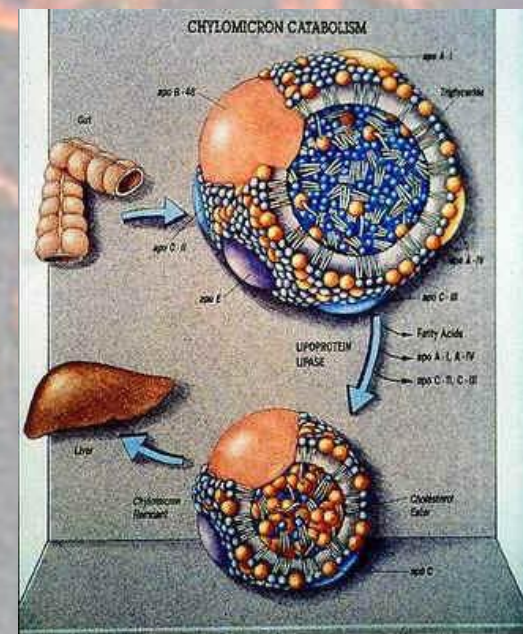


Ліпопротеїни крові

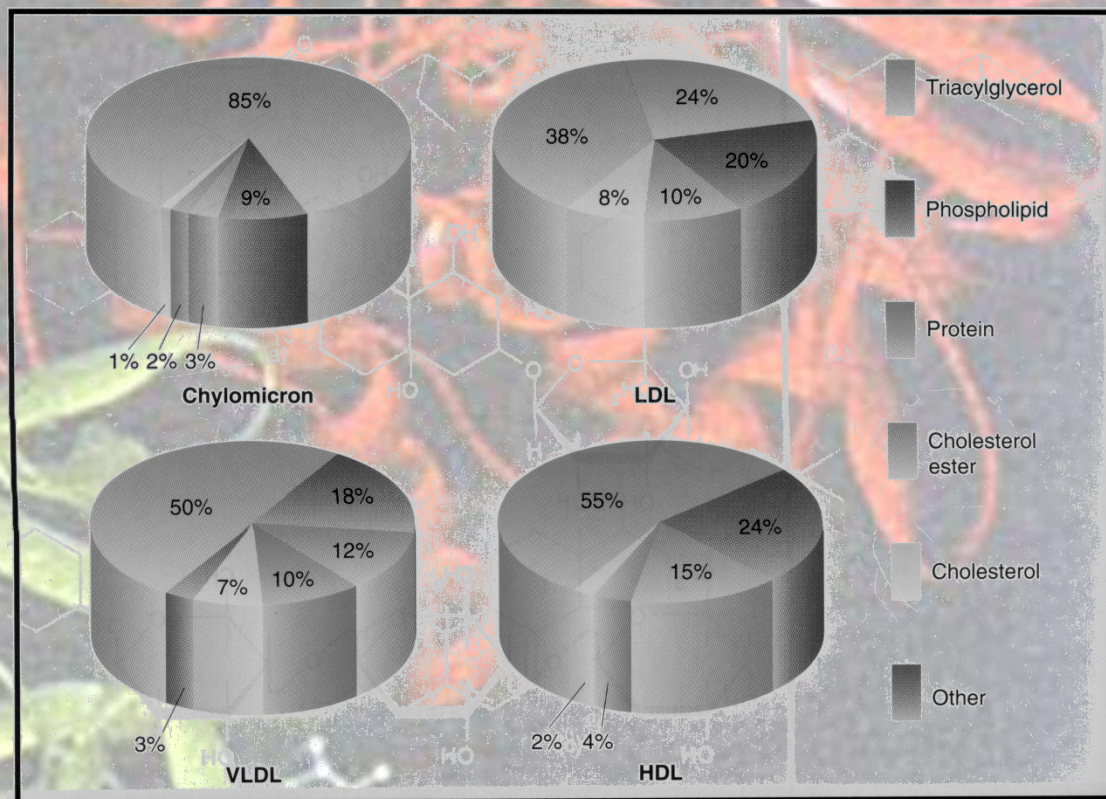
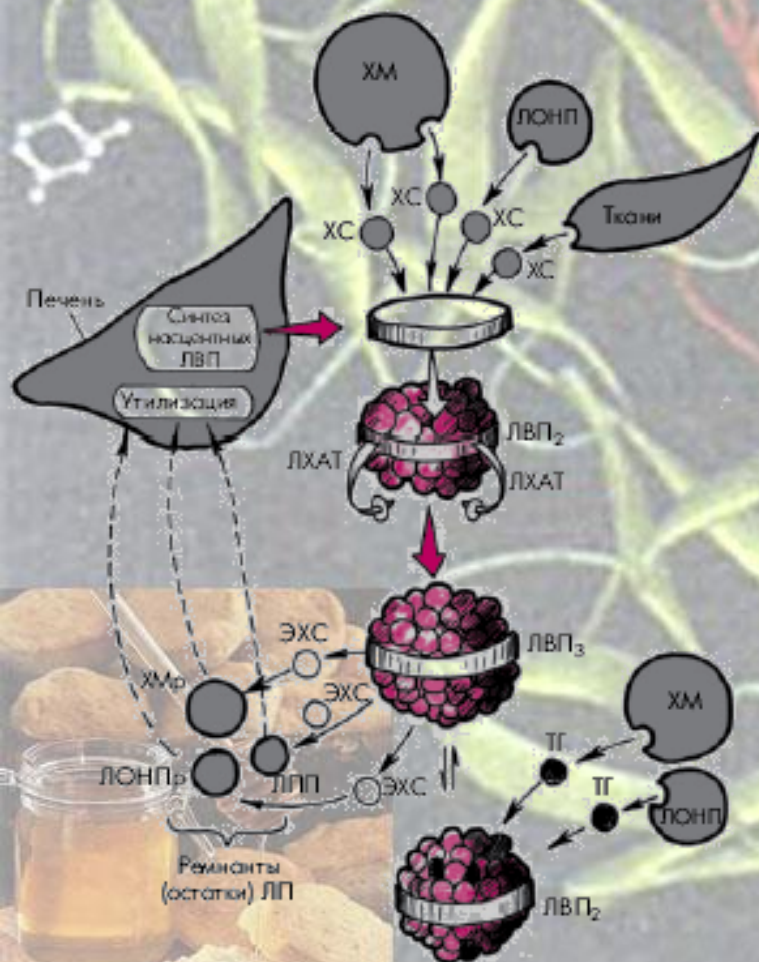
В крові людини присутні 4 класи ліпопротеїнів (ЛП), які транспортують ліпіди та розрізняються співвідношенням білок/ліпід:



1) Хіломікрони – містять 98% ліпідів, синтезуються в стінці кишечника та транспортують харчові ліпіди



4) Ліпопротеїни високої густини (ЛПВГ, α -ЛП) – містять 50% ліпідів, синтезуються у стінці кишечника та печінки і транспортують фосфоліпіди



Ліпопротеїни та атеросклероз

ЛПНГ та ЛПДНГ – атерогенні

ЛПВГ- антиатерогенні



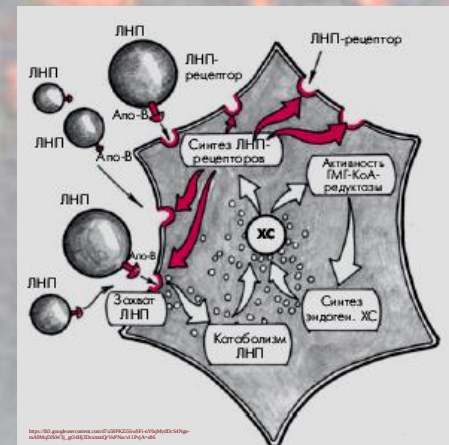
Normal coronary artery



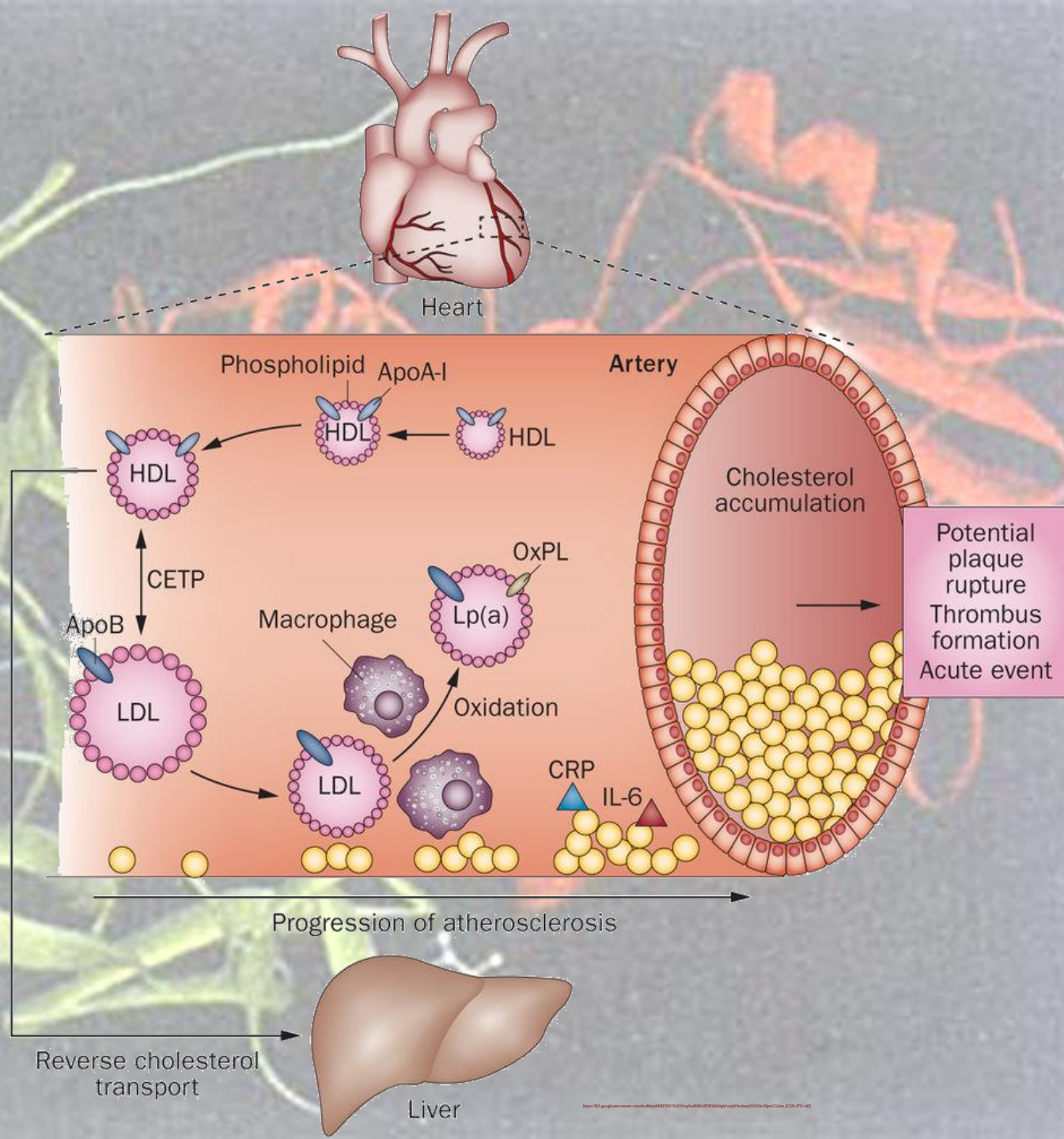
Atherosclerosis



Atherosclerosis with blood clot



Одна з причин атеросклерозу – модифікації ліпопротеїнів (окиснення, глікозилювання, тощо)



ВИСНОВКИ

1. Вуглеводи – це полігідроксиальдегіди або полігідроксикетони, а також речовини, при гідролізі яких утворюються полігідроксиальдегіди або полігідроксикетони.
2. Основні функції вуглеводів – енергетична, структурна, захисна, пластична, гідроосмотична, тощо.
3. Глікопротеїни та протеоглікани – це комплекси білків та вуглеводів.
4. Ліпіди - група різних за хімічною будовою органічних речовин біогенного походження, які не розчиняються в воді, але розчиняються в органічних розчинниках – ефірі, хлороформі, ацетоні, бензолі та ін.
5. Ліпопротеїни – нековалентні комплекси ліпідів і білків.
6. Одна з причин атеросклерозу – модифікації ліпопротеїнів.



