

ЛІПІДИ

- Хімічний склад і біологічна роль ліпідів.
- Характеристика жирних кислот.
- Класифікація ліпідів.
- Нейтральні жири.
- Фосфоліпіди.
- Гліколіпіди.
- Стероїди.

Лектор: [Борецький Юрій Романович](#),
доктор біологічних наук, професор кафедри біохімії та гігієни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Биохимия. Учебник для институтов физической культуры. Под общ. ред. Н.Н.Яковлева. ФИС, 1969.
2. Физиология спорта и двигательной активности. Уилмор Дж.Х., Коотилл Д.Л.-Киев; Олимпийская литература, 1997.
3. Биохимия мышечной деятельности. Учебник для институтов физической культуры. Под общ. ред. Н.И. Волкова. Киев – Олимпийская литература, 2000.
4. Біологічна хімія: підручник. Ю.І. Губський. Тернопіль. Укрмедкнига 2000.
5. Біохімія людини. Гонський Я.І., Максимчук Т. П.. Тернопіль. Укрмедкнига 2002.
6. Основи біохімії м'язової діяльності. Осипенко Г.А. Олимпийская литература, 2007.
7. Практикум з біохімії. Трач В.М., Сибіль М.Г., Гложик І.З., Башкін І.М.. Навчальний посібник. Львів, ЛДУФК, 2014.

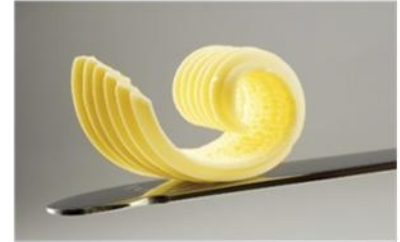
Ліпіди, або жири (від грецького *lipos* - жир) – це ряд органічних сполук, не розчинних у воді. Вони розчиняються в органічних розчинниках, таких як ефіри, хлороформ, бензол. До ліпідів належать також жиророзчинні вітаміни, простагландини, пігменти та деякі інші не розчинні у воді сполуки.



<http://slavs.org.ua/forum/topic/1510/salo/>



<http://chem-polezno.com/img/xolivki.jpg.pagespeed.ic.fQCn0UcBXT.jpg>



<http://vcourse.ua/ua/business/maslo-podeshevelo.html>

В організмі людини у вигляді ліпідів запасається велика кількість енергії. Якщо глікоген печінки і скелетних м'язів може забезпечити біля 2000 ккал енергії, то ліпіди м'язів і жирових тканин – біля 70000 ккал.

Запаси ліпідів в організмі практично невичерпні, оскільки навіть при подоланні **марафонської дистанції** їх використовується менше **1 кг**.

Більшість молекул ліпідів, як і вуглеводів, складається з атомів карбону (C), гідрогену (H), кисню (O).

Але вміст кисню у відношенні до інших атомів є значно меншим ніж у вуглеводах.

Це видно на прикладі формули

тристеарину – $C_{57}H_{110}O_6$

Тому для окиснення 1г ліпідів потрібно значно більша кількість кисню, ніж для окиснення 1г вуглеводів.

Ліпіди в організмі виконують різноманітні біологічні функції, основні з яких:

Енергетична.

Структурна.

Регуляторна (гормональна).

Терморегуляторна.

Захисна.

Функція розчинника.

ЕНЕРГЕТИЧНА ФУНКЦІЯ ЛІПІДІВ

Вуглеводи утворюються в природі в рослинах в результаті фотосинтезу. В цьому складному біохімічному процесі зеленими частинами рослини поглинається вода, вуглекислий газ та енергія Сонця, яка запасується у вигляді хімічних зв'язків відновленого вуглецю (карбону) у вуглеводах.

У клітинах живих організмів вуглеводи можуть бути використані для синтезу інших сполук, в тому числі і **високоенергетичних жирів**.

Для порівняння:

В 1 молі глюкози (180,16 г) акумульовано приблизно 680 Ккал енергії Сонця.

180,16 г жиру потенційно має 1675 Ккал енергії (7020кДж) (\approx у 2,5 рази більше).

1 кал = 4,1868 Дж

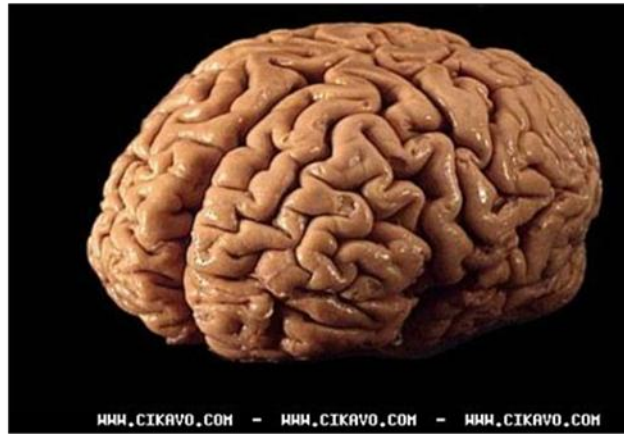
Проте у випадку жирів загальна швидкість синтезу АТФ є повільнішою порівняно до вуглеводів.

Майже всі живі організми запасують енергію у формі жирів. Існують дві головні причини, через які саме ці речовини найкраще підходять для виконання такої функції. По-перше, жири містять залишки жирних кислот, рівень окиснення яких дуже низький (майже такий самий як у вуглеводнів нафти).

Жири запасуються у формі крапель у цитоплазмі клітини. У хребетних наявні спеціалізовані клітини — **адипоцити**, майже цілком заповнені великою краплею жиру.

Мобілізація жирів в адипоцитах та клітинах насіння, що проростає, відбувається завдяки ферментам ліпазам, які розщеплюють їх до гліцеролу та жирних кислот.



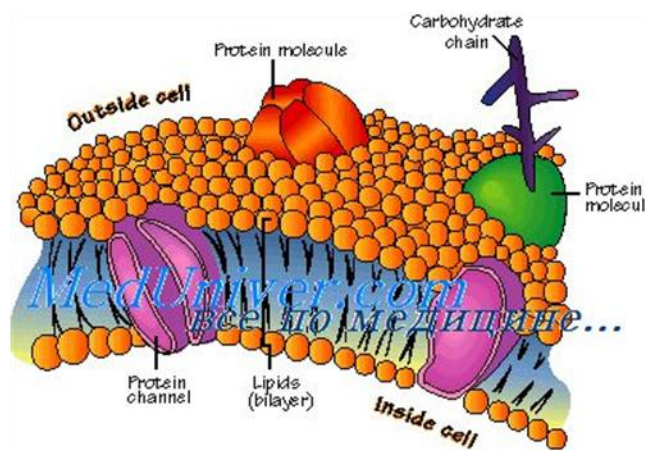


1. Мозок є лідером по енергоспоживанню в нашому організмі. Дійсно, хоча процентне співвідношення маси мозку до загальної маси тіла складає всього 2%, на нього "працює" 15% серця, а сам мозок споживає більше 20% кисню, який захоплюється легенями. Для доставки кисню в мозок працюють три великі артерії, які призначені виключно для його постійного підживлення.

<http://cikavo.com/article/11129.html>

СТРУКТУРНА ФУНКЦІЯ ЛІПІДІВ

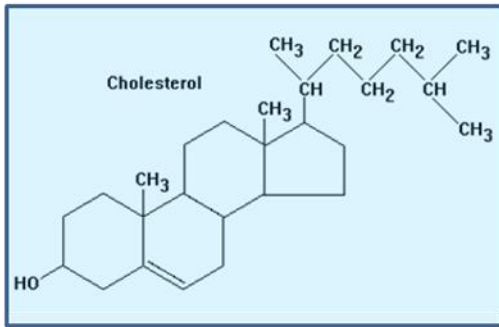
Ліпіди в комплексі з білками є необхідним структурним компонентом всіх клітинних мембран.



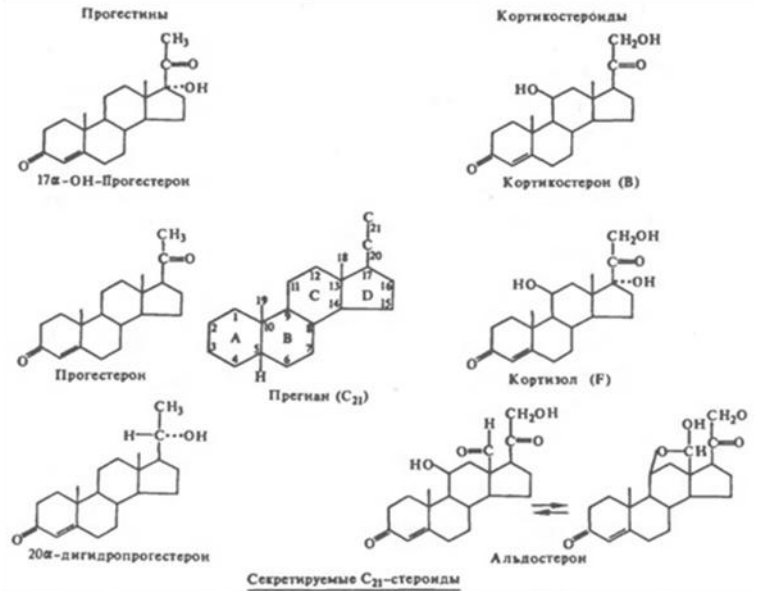
<http://meduniver.com/Medical/Physiology/473.html>

РЕГУЛЯТОРНА (ГОРМОНАЛЬНА) ФУНКЦІЯ ЛІПІДІВ

Регуляторну функцію виконують гормони стероїдного походження, а також інші гормони ліпідної природи (простагландини).



<http://www.happydoctor.ru/info/43>



<http://medbe.ru/materials/endokrinnye-funktsii/khimicheskaya-struktura-gormonov-steroidnye-gormony/>

ТЕРМОРЕГУЛЯТОРНА ФУНКЦІЯ ЛІПІДІВ

Підшкірні ліпіди захищають організм від переохолодження



<http://kak-i-pochemu.ru/zachem-oxotyatsya-na-kitov.html>

ЗАХИСНА ФУНКЦІЯ ЛІПІДІВ

Ліпідні прошарки захищають кровоносні судини, нервові закінчення та внутрішні органи від різких струсів, ударів та стискання. Жир сприяє еластичності та міцності шкірного покриву.



<http://blog.i.ua/user/3889460/639663/>

ЛІПІДИ ЯК РОЗЧИННИКИ

В жирах розчиняються багато органічних речовин (вітаміни А, D, Е, К) та ряд токсичних сполук, які організм не може швидко нейтралізувати



<http://yak-prosto.com/yak-priyati-vitamin-e-i-z-chim/>

ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИРНИХ КИСЛОТ

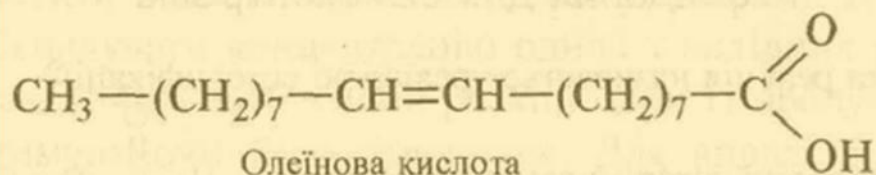
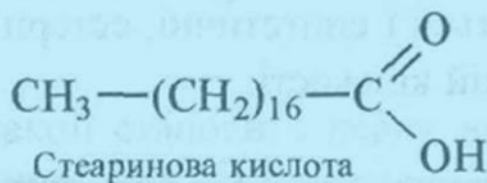
Характерним структурним компонентом більшості ліпідів є *жирні кислоти*, в яких акумулюються великі енергетичні запаси, які звільняються при окисленні. У вільному стані вони з'являються після ферментативного гідролізу тригліцеридів.

Жирні кислоти. – органічні кислоти з довгим вуглеводневим ланцюгом, який містить від 4 до 24 і більше атомів карбону, і однією карбоксильною групою.

Загальна формула жирних кислот - $C_nH_{2n+1}-COOH$.

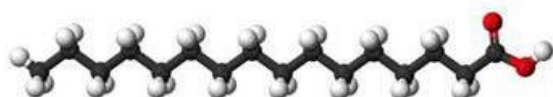
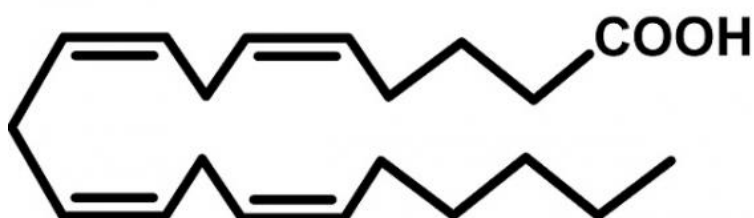
Для багатьох жирних кислот є характерною наявність парної кількості атомів карбону, що зумовлено специфікою їх синтезу. У склад ліпідів організму людини найчастіше входять жирні кислоти з 16 або 18 атомами карбону.

Жирні кислоти поділяються на **насичені** і **ненасичені**.

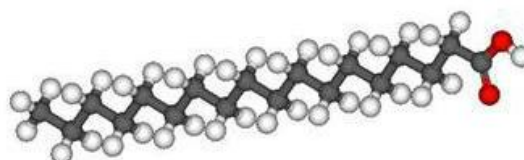


У насичених жирних кислотах всі вільні зв'язки вуглецевих атомів заповнені воднем. Такі жирні кислоти не мають подвійних або потрійних зв'язків у вуглецевому ланцюзі. Ненасичені жирні кислоти мають подвійні зв'язки між 9 і 10 атомами вуглецю. Жирні кислоти, які містять дві і більше ненасичених зв'язків називаються – поліненасиченими.

НАЗВА	Кількість атомів С	ФОРМУЛА
<i>Насичені жирні кислоти</i>		
Пальмітинова	16	$C_{15}H_{31}COOH$
Стеаринова	18	$C_{17}H_{35}COOH$
Арахінова	20	$C_{19}H_{39}COOH$
<i>Ненасичені жирні кислоти</i>		
Олеїнова	18	$C_{17}H_{33}COOH$
Линолева	18	$C_{17}H_{31}COOH$
Ліноленова	18	$C_{17}H_{29}COOH$
Арахідонова	20	$C_{19}H_{31}COOH$



пальмітинова кислота
 $C_{15}H_{31}COOH$

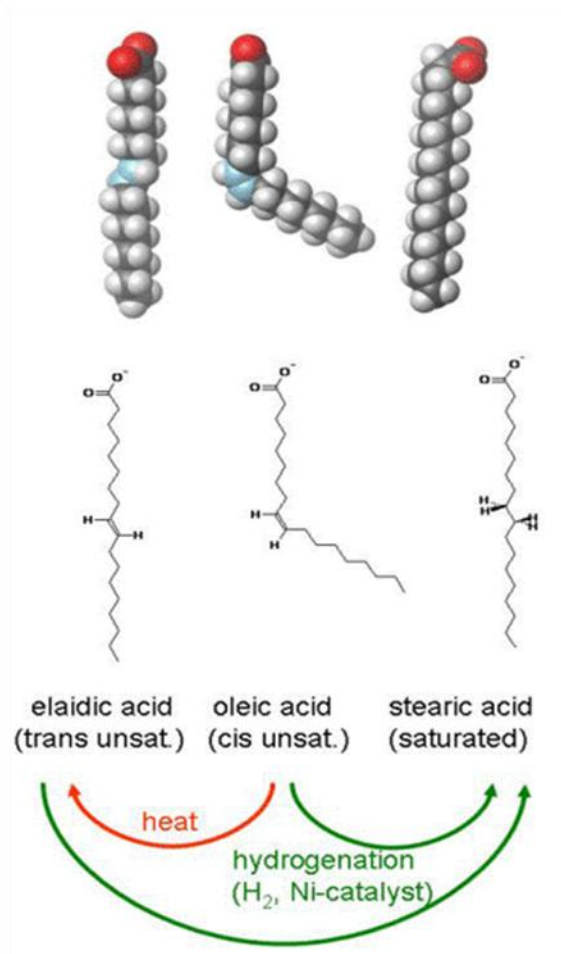


стеаринова кислота
 $C_{17}H_{35}COOH$



олеїнова кислота
 $C_{17}H_{33}COOH$

Пальмітинова і стеаринова кислоти – тверді речовини, а олеїнова – рідина. Сполуки практично не розчиняються у воді. Хімічні властивості вищих карбонових кислот, як і нижчих кислот, зумовлені насамперед наявністю функціональної групи – COOH. Вищі карбонові кислоти дуже слабкі; вони реагують з лугами й спиртами.



Ненасичені жирні кислоти хімічно активні. Вони легко приєднують два атоми водню за місцем подвійних зв'язків стаючи насиченими. Цей процес називається **гідрогенізацією**.

Рідкі жири при цьому перетворюються в тверді (олія - маргарин).

Вони хімічно стабільніші, проте в ході реакції утворюються транс-ізомери жирних кислот, які є дуже шкідливими.

ПРОДУКТИ ІЗ ВИСОКИМ ВМІСТОМ ТРАНС-ЖИРІВ



<https://www.google.com.ua/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwipqNWGr83KAhXHnRokHf8CAegQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fwww.zozhnik.ru%2Fzachem-est-zhiry%2F&psig=AFQjCNHb0zkMtWVhVSH-FPNSyxr62dzS9g&ust=1454099899398609>

http://www.logoslovo.ru/forum/all/topic_2579/

Негативний ефект «транс жирів» проявляється при вживанні **2-7 г** на добу. Деякими законодавствами заборонено використання такої олії, наприклад у Данії штаті Філадельфія та Нью-Йорк

ВМІСТ ТРАНС-ІЗОМЕРІВ У РІЗНИХ ЖИРАХ

Продукція	Вміст
Молочний жир	2,3 — 8,6 %
Говяжий жир	2,0 — 6,0 %
Сирі рослинні жири	<0,5 %
Рафіновані рослинні жири	<1 %
М'які маргарини	0,1 — 17 %
Маргарини для випічки	20 — 40 %
Кулінарні жири	18 — 46 %

Основний транс-ізомер молочного і говяжого жиру – **вакценова кислота**. В організмі людини може перетворюватись в **руменову**, яка **вважається корисною**.

В 2009 році ВОЗ рекомендувала повністю видалити промислові транс-жири із продуктів харчування.

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81-%D0%B6%D0%B8%D1%80%D1%8B>

ТРАНС-ЖИРИ У ДЕРЖАВНИХ СТАНДАРТАХ НА ПРОДУКТИ ХАРЧУВАННЯ

Станом на 2009 рік в Україні відсутні державні стандарти на жири з нормування вмісту бенз(а)пірену, масової частки транс-ізомерів жирних кислот в продуктах харчування, не запроваджено маркування цих показників на спожитковій тарі продуктів, так як це прийнято в країнах Європейського Союзу.^[5]

У багатьох країнах світу вміст транс-ізомерів жирних кислот позначають на маркуванні спожиткової тари, коли в одній упаковці їх міститься більше 0,5 г. З 1 січня 2004 р. в країнах Європейського Союзу максимальна норма транс-ізомерів жирних кислот у жирах, які використовуються для виробництва харчових продуктів, повинна бути не більше 2%.^[4]

У країнах Європейського Союзу максимально допустимий рівень транс-ізомерів жирних кислот у жирах, які використовують для виробництва страв, харчових продуктів, становить 2% від загальної енергетичної цінності раціону, а для жирів, позначених "без транс-ізомерів жирних кислот" — 1%.^[4]

В Україні у маргаринах (з 01.01.2007р.), спредах і сумішах (з 01.07.2006р.), що призначені для ресторанного господарства, масова частка транс-ізомерів олеїнової кислоти повинна бути **не більше 8%**.

Україна посідає перше місце в Європі за смертністю від серцево-судинних захворювань.^[11]

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81-%D0%B6%D0%B8%D1%80%D0%B8>

ОСНОВНІ КЛАСИ ЛІПІДІВ



<http://www.myshared.ru/slide/1191596/>

Сучасна номенклатура і класифікація ліпідів, що використовується в дослідженнях у галузі ліпідоміки, ґрунтується на поділі їх на **вісім основних груп**, кожна із яких скорочено позначається двома англійськими літерами: Жирні кислоти (FA); Гліцероліпіди (GL); Гліцерофосфоліпіди (GP); Сфінголіпіди (SP); Стероїдні ліпіди (ST); Пренольні ліпіди (PR); Сахароліпіди (SL); Полікетиди (PK).

ДЕЯКІ ОСНОВНІ КЛАСИ ЛІПІДІВ

- Нейтральні жири (Тригліцериди).
- Фосфоліпіди.
- Гліколіпіди.
- Стероїди.

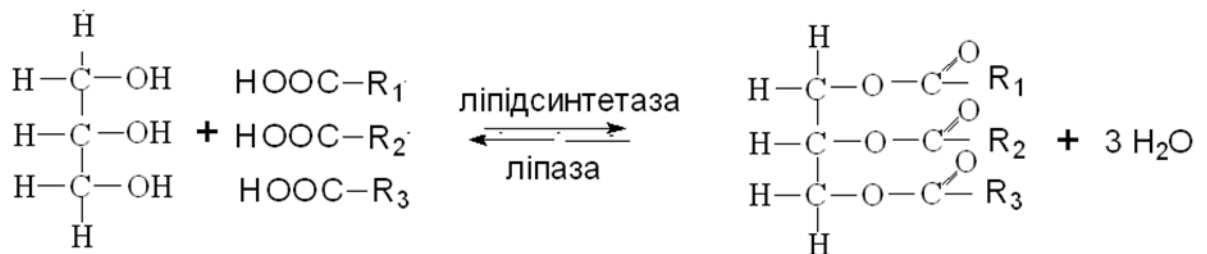
Тригліцериди. До нейтральних жирів належить група ліпідів, які складаються з триатомного спирту гліцерину і трьох залишків жирних кислот, тому вони називаються *тригліцеридами*.

До складу нейтральних жирів можуть входити три однакові жирні кислоти (тригліцерид) або різні жирні кислоти утворюються змішані жири, які називаються в залежності від того, які жирні кислоти входять до його складу. Фізико-хімічні властивості жирів визначається складом жирних кислот.

Жири, до складу яких входять переважно **насичені** жирні кислоти – **тверді**, а **ненасичені** жирні кислоти – **рідкі**.

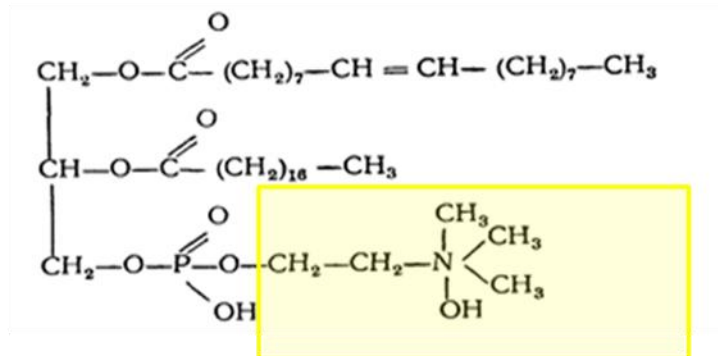
Тверді жири переважно жири тваринного походження, за виключенням риб'ячого жиру.

Рідкі жири – це рослинні олії, за виключенням кокосового і пальмового масла.



Фосфоліпіди – це жироподібні речовини, які складаються зі спирту (найчастіше гліцерину), двох залишків жирних кислот, залишку фосфорної кислоти і азотовмісної речовини (холін, серин).

На сьогодні виділяють 25 різних підкласів фосфоліпідів.



Фосфатидилхолін (лецитин)

застосовується для профілактичного лікування та мезотерапії

Фосфоліпіди широко поширені у всіх органах і тканинах організму людини. Найважливіші з них – холінфосфоліпіди, коламінфосфати, серинфосфати.

Фосфоліпіди відіграють важливу біологічну роль, так як вони є структурним компонентом усіх клітинних мембран, приймають участь у синтезі нейромедатора – **ацетилхоліну**. Від фосфоліпідів залежать такі властивості мембран, як проникність, **рецепторна функція, каталітична активність**.

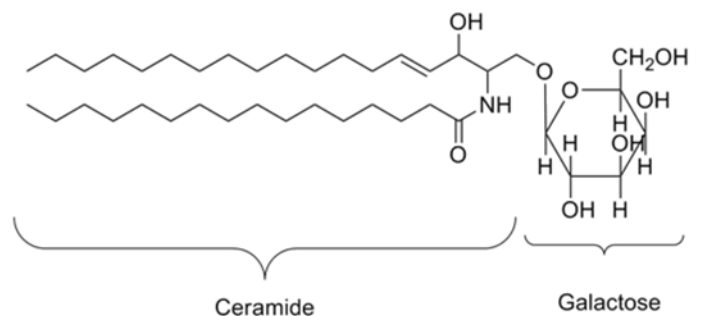
Гліколіпіди — (від грецької γλυκός (glykos) — солодкий і λίπος (lípos) — жир)

Складні сполуки, які **мають вуглеводну та ліпідну частини**.

Містяться у головному мозку - 6% мембранних ліпідів.

Цереброзиди містять спирт сфінгозин, жирні кислоти та вуглевод (глюкоза або галактоза).

Гангліозиди – найбільш складні за будовою. Містять на додаток ацетильовану нейрамінову кислоту.



Структурна формула галактоцереброзиду

