

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Кафедра біохімії та гігієни

Параняк Н.М.

Ліпіди. Будова, властивості, біологічна роль

Лекція з навчальної дисципліни

«Біохімія»

для студентів спеціальності **241 Готельно–ресторанна справа**

(шифр і назва спеціальності)

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

на засіданні кафедри

біохімії та гігієни

«31» серпня 2018 р. протокол № 1

Завідувач кафедри _____ Ю.Р.Борецький

Лекція

Ліпіди. Будова, властивості, біологічна роль

ПЛАН

1. Загальна характеристика.
2. Класифікація, номенклатура.
3. Структура, властивості та функції ліпідів в організмі.
4. Роль ліпідів у побудові мембран
5. Травлення ліпідів та всмоктування ліпідів у ШКТ
6. Трансжири

1. Загальна характеристика.

Ліпіди (від греч. *lipos* - жир) - велика група жирів і жироподібних речовин, які містяться в усіх живих клітинах. Це органічні сполуки. Їх загальними властивостями є відносна нерозчинність у воді і розчинність в полярних розчинниках.

За хімічною будовою ліпіди є похідними жирних кислот, спиртів, альдегідів, утвореними за допомогою фосфоефірних, глікозидних зв'язків. Разом з білками і вуглеводами це основні компоненти всіх видів клітин. У різних органах і тканинах вміст ліпідів неоднаковий. Особливо багато їх у нервовій тканині, серці, печінці, нирках, крові, насінні і плодах деяких рослин.

У наш час помітно зріс інтерес до ліпідів. Це пов'язано з тими функціями, які ліпіди виконують в організмі рослин, тварин і людини. Дослідження двох останніх десятиліть показали, що складні ліпіди і їх природні комплекси є основою біологічних мембран і у складі їх здійснюють найважливіші життєві процеси. Встановлено також, що серйозні ураження нервової системи, розлади серцево-судинної системи тісно пов'язані з порушенням обміну ліпідів.

Номенклатура. 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^L:

- Жирні кислоти (FA);
- Гліцероліпіди (GL);
- Гліцерофосфоліпіди (GP);
- Сфінголіпіди (SP);
- Стероїдні ліпіди (ST);
- Пренольні ліпіди (PR);
- Сахароліпіди (SL);
- Полікетиди (PK).

Класифікація



Ліпіди класифікують за різними ознаками, тому існує кілька різних класифікацій.

За походженням - бувають рослинного та тваринного характеру.

За агрегатним станом – тверді і рідкі. Тваринні жири, як правило тверді речовини. Рослинні жири найчастіше бувають рідкими, їх називають ще оліями.

За складом – прості і складні. Прості ліпіди – моно-, ди- і триацилгліцероли. До простих ліпідів відносяться ліпіди, що не містять атомів Нітрогену, Сульфуру, Фосфору. Найбільш важливою і поширеною групою простих нейтральних ліпідів є група ацилгліцеролів. Серед гліцеролів (або ацилгліцеринів) розрізняють моно-, ди-, триацилгліцероли. Моно- і диацилгліцероли у природі трапляються досить рідко. Жири складаються з гліцерину і жирних кислот. До складу молекули триацилгліцеролів (харчових жирів) входять: гліцерол (близько 10%) і жирні кислоти з різною довжиною вуглецевого ланцюга та різним ступенем насиченості атомів вуглецю (насичені й ненасичені жирні кислоти).

Жирні кислоти, в основному, і визначають властивості жиру. Жирні кислоти, залишки яких входять до складу триацилгліцеролів, можуть бути насиченими, моно- і поліненасиченими, містити циклічні і полярні групи. Вони майже всі мають парне число вуглецевих атомів (C_6-C_{22}) і нерозгалужений ланцюг.

Ненасичені жирні кислоти мають подвійний зв'язок у цис-положенні, а у поліненасичених подвійні зв'язки розділені метиленовими групами. Чим більше в жирах поліненасичених жирних кислот, тим вони є більш біологічно активними.

3. Структура, властивості та функції ліпідів в організмі

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

Енергетична. При розщепленні 1г жиру звільняється 9,3 ккал, що значно більше ніж при розщепленні вуглеводів.

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

Регуляторна, або гормональна. Регуляторну функцію виконують гормони стероїдного походження, а також інші гормони ліпідної природи.

Терморегуляторна. Підшкірні ліпіди захищають організм від переохолодження.

Захисна.

В якості розчинника. В жирах розчиняються багато органічних речовин (вітаміни А, D, Е, К).

За біологічними функціями ліпіди поділяють на три основні групи:

- 1) структурні або рецепторні компоненти мембран (фосфоліпіди, холестериди, сфінголіпіди);
- 2) ефективне джерело енергії - (триацилгліцероли ТАГ);
- 3) передавачі біологічних сигналів (жиророзчинні вітаміни і стероїдні гормони).

Триацилгліцероли Ацилгліцероли (або гліцериди) – це естери гліцерину і вищих карбонових кислот. Вони складають основну масу ліпідів (іноді до 95%) і, по суті, саме їх називають жирами або оліями. Триацилгліцероли (ТАГ) або тригліцериди, молекули яких містять однакові залишки жирних кислот, називаються простими, а ті, які містять різні залишки – змішаними. Природні жири і олії містять, головним чином, змішані ТАГ. Називаються в залежності від того, які жирні кислоти входять до його складу (пальміто-олео-стеарин).

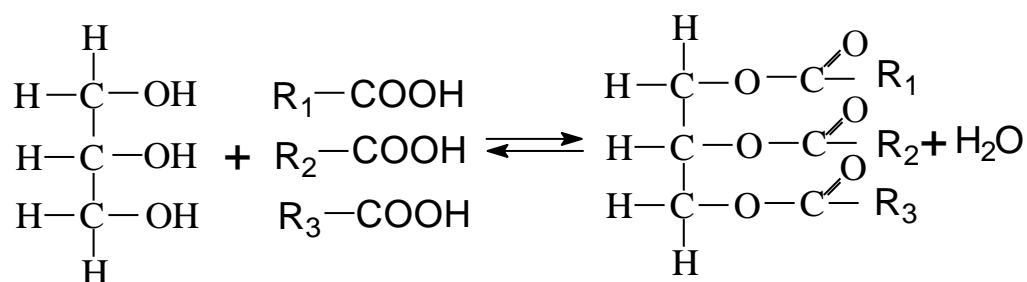
Фізико-хімічні властивості жирів визначаються складом жирних кислот. Жири, до складу яких входять переважно насичені жирні кислоти – тверді, а ненасичені жирні кислоти – рідкі. Тверді жири – це, переважно, жири тваринного походження, за виключенням риб'ячого жиру. Рідкі жири – це рослинні олії, за виключенням кокосового і пальмового масла.

Нейтральні жири накопичуються в жирових клітинах (адипоцитах), під шкірою, в жирових капсулах навколо внутрішніх органів, незначна їх кількість знаходиться в м'язових клітинах. Накопичення нейтральних жирів в

жирових клітинах називається – депонуванням. ТАГ складають основу резервних жирів, які є енергетичним запасом організму.

Нейтральні жири входять також до складу клітинних мембран, складних білків протоплазми і називаються протоплазматичними. Ці жири не використовуються в якості енергетичного джерела навіть при виснаженні організму, так як виконують структурну функцію.

В клітинах організму, особливо в жировій тканині, постійно протікають ферментативні реакції біосинтезу і гідролізу нейтральних жирів.



При гідролізі жирів в організмі утворюються гліцерин і вільні жирні кислоти. Цей процес каталізується ліпазами. Сам процес гідролізу жирів називається ліполізом.

Жирні кислоти.

Жирні кислоти отримали свою назву від способу їх виділення з жирів. Це карбонові кислоти з довгим аліфатичним ланцюгом.

Насичені і ненасичені жирні кислоти сильно розрізняються за своєю структурною конфігурацією. У насичених жирних кислот вуглеводневий хвіст в принципі може приймати безліч конформацій внаслідок повної свободи обертання навколо ординарного зв'язку. У ненасичених кислотах спостерігається інша картина: неможливість обертання навколо подвійного зв'язку забезпечує жорсткий вигин вуглеводневого ланцюга.

Аналіз складних сумішей жирних кислот здійснюється методом газорідинної хроматографії.

Насичені жирні кислоти містяться в коров'ячому маслі (*масляна, капронова*),

тваринному жири (*пальмітинова, стеаринова, міристинова*), риб'ячому жири і земляних горіхах (*арахінова*), рапсовій олії (*бегенова*).

Насичені жирні кислоти використовуються в основному як енергетичний матеріал. Вони є твердими за консистенцією за температури 18°C, мають високу температуру плавлення (44...75°C). Насичені жирні кислоти в найбільших кількостях містяться в тваринних жирах, що визначає високу температуру плавлення цих жирів і їх твердий стан. Вони містяться в м'ясі тварин і субпродуктах.

Високий вміст тваринних жирів в раціоні є небажаним, оскільки за надлишку насичених жирних кислот порушується обмін ліпідів, підвищується рівень холестеролу в крові, збільшується ризик розвитку атеросклерозу, ожиріння, жовчнокам'яної хвороби.

Ненасичені жирні кислоти мають різний ступінь ненасиченості (кількість подвійних зв'язків між атомами вуглецю) і відповідно поділяються на *мононенасичені* (містять один ненасичений зв'язок, наприклад, олеїнова) і *поліненасичені* (декілька подвійних зв'язків). Лінолева кислота має два ненасичені зв'язки, ліноленова – три, арахідонова – чотири. Кожна з перелічених кислот має різну здатність приєднувати кисень (окиснюватись).

Поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) відносяться до незамінних форм харчування, оскільки в організмі вони не синтезуються і тому повинні надходити з їжею. Ці кислоти за своїми біологічними властивостями відносяться до життєво необхідних речовин і називаються «Вітамін F». Незамінні, або есенціальні кислоти – ненасичені жирні кислоти, що не синтезуються в організмі людини і тварин або утворюються в недостатній кількості. *Відносять:*

- *лінолеву кислоту* ($C_{17}H_{31}COOH$), міститься в лляній, кукурудзяній, конопляній, соняшниковій олії. Добова потреба – 6-10 г. *Лінолева кислота* перетворюється в організмі в арахідонову, а ліноленова – ейкозапентаєнову. Недостатне

надходження з їжею лінолевої кислоти викликає в організмі порушення біосинтезу арахідонової кислоти.

- *ліноленову кислоту* ($C_{17}H_{29}COOH$);
- *арахідонову кислоту* ($C_{20}H_{39}COOH$), міститься у вершковому маслі, яйцях, субпродуктах, мозку. Частково синтезується з лінолевої кислоти за участі вітаміну B_6 . Виявляє найбільшу біологічну активність. *Арахідонова кислота* передує утворенню речовин, що беруть участь в регуляції багатьох процесів життєдіяльності тромбоцитів і інших елементів, але особливо простагландинів, які мають велике значення як сполуки найвищої біологічної активності.

За біохімічною класифікацією *ліолева кислота* і продукти її перетворення об'єднуються в родину ω -6- (за положенням першого подвійного зв'язку в молекулі жирної кислоти, рахуючи від метильного (першого в ланцюзі) атома вуглецю).

Продукти перетворення іншої незамінної жирної кислоти – *ліноленової* – відрізняються від представників жирних кислот родини ω -6 тим, що у них перший подвійний зв'язок від метильного атома вуглецю займає положення 3. Тому ліноленова кислота та її продукти перетворення утворюють родину ω -3. Жирні кислоти однієї родини в живих організмах не перетворюються в іншу.

Багато ненасичених жирних кислот міститься в риб'ячому жирі, у свіжій рибі, у волоських горіхах, насінні гарбуза, оливках, в льняній, ріпаковій олії. Усі рідкі жири (соняшникова та інші олії) утворюються головним чином ненасиченими кислотами.

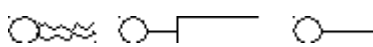
Фосфоліпіди

Найважливішими представниками складних ліпідів є фосфоліпіди.

Фосфоліпіди — складні ліпіди, що містять у своєму складі багатоатомний спирт, залишок фосфорної кислоти та залишки жирних

кислот. Є основними складовими біологічних мембран. Фосфоліпіди – складні ліпіди, ознакою яких є присутність в молекулах залишку фосфорної кислоти.

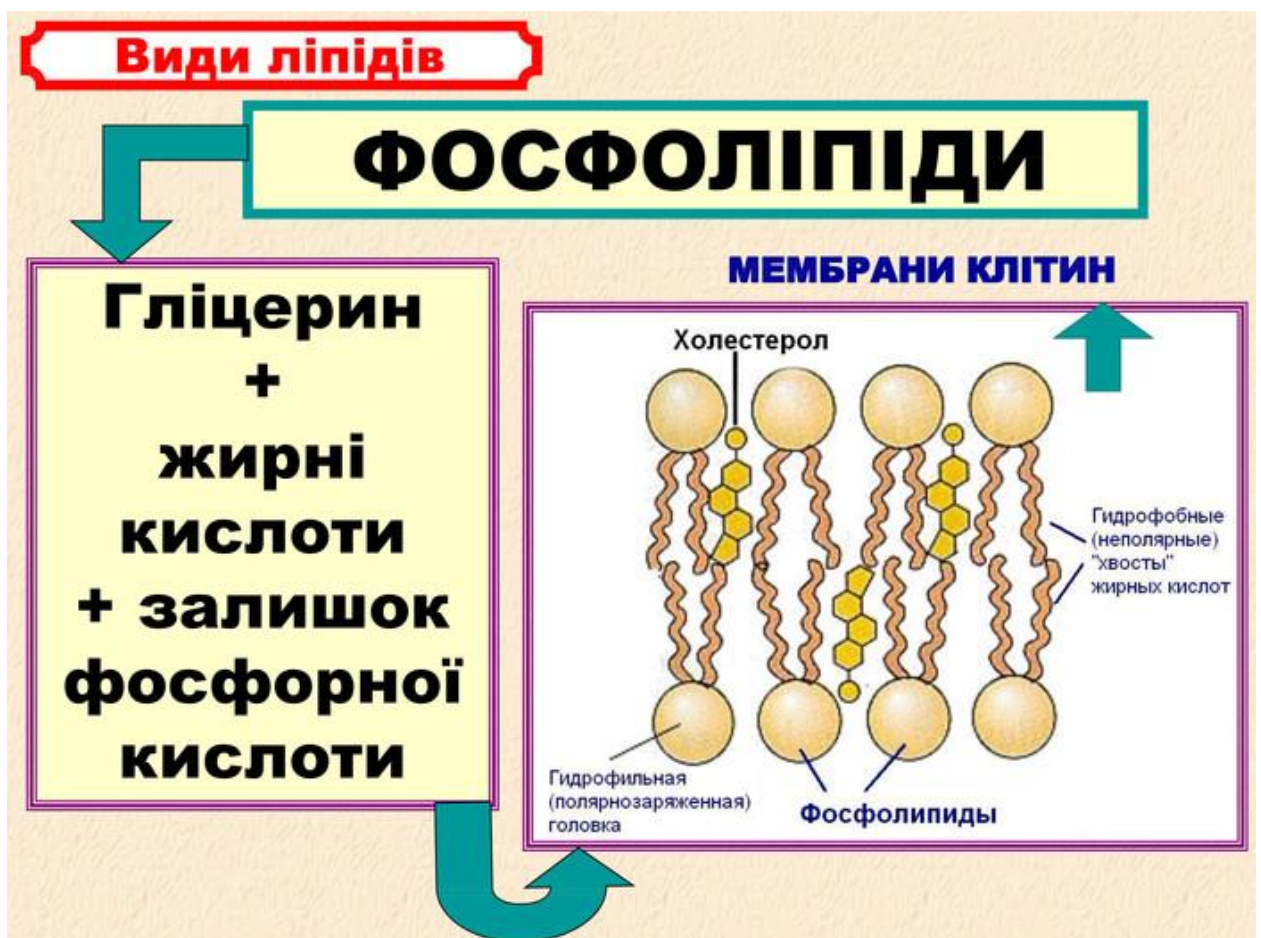
Структура. Молекулам фосфоліпідів властива амфіфільність, тобто частина молекули (полярна) гідрофільна, а інша – (неполярна) гідрофобна. Це обумовлено особливістю хімічної структури фосфоліпідів, молекула яких містить холін, фосфат і гліцерин, які утворюють полярну «голову», а також жирні кислоти, які утворюють два неполярні «хвости». Таку молекулу на схемах позначають:



Довжина хвостів коливається у межах 14 — 24 атомів вуглецю у ланцюзі. Один із хвостів містить декілька ненасичених зв'язків між атомами вуглецю, інший не містить. Кожен ненасичений зв'язок обумовлює вигин вуглецевого ланцюга та є дуже важливим для зв'язку фосфоліпідів між собою в біологічних структурах. Склад хвостів фосфоліпідів залежить від зовнішнього джерела жирних кислот для організму. В оточенні води фосфоліпіди мають властивість організовуватись таким чином, що гідрофільні голови направлені назовні та контактують з водою, а хвости таким чином направлені всередину та контактують тільки з хвостами сусідніх фосфоліпідів.

Біологічне значення. Фосфоліпіди є важливою частиною усіх біологічних мембран. Також фосфоліпіди беруть участь у транспорті поживних речовин до клітини. В організмах вищих тварин фосфоліпіди синтезуються у всіх тканинах, але основним їх джерелом є печінка, а також тонкий кишківник. Фосфоліпіди в певній кількості присутні у сироватці крові, де вони виконують транспортну функцію. Оскільки вони деякою мірою гідрофільні, вони можуть транспортувати у крові повністю гідрофобні молекули, такі як холестерол та жирні кислоти. Фосфоліпіди, що циркулюють в крові, в числі інших функцій виконують і роль стабілізаторів холестеролу в плазмі крові. Вони перешкоджають кристалізації холестеролу, випаданню його з плазми, і осадженню на стінках кровоносних судин.

За будовою поділяються на фосфоліпіди гліцериди і негліцериди. До *фосфоліпідів гліцеридів* відносяться речовини, в яких спиртом є гліцерин. Найбільш важливими з фосфоліпідів є фосфатидилхолін, або лецитин, який проявляє ліпотропну дію, перешкоджаючи ожирінню печінки і кращому засвоєнню жирів. Добова потреба у фосфатидах здорової дорослої людини становить 5...10 г. Лецитин зустрічається в усіх тканинах рослинного і тваринного походження. У насінні олійних рослин його кількість може досягати 1...1,5%, в деяких тканинах тваринного організму – 6...10%. Лецитином багаті яєчні жовтки, ікра, мозок, печінка. Джерелом лецитину є нерафіновані рослинні олії, у тому числі і жири обліпихи, а також молочні. У жирах вершків і сметани лецитину більше, ніж у вершковому маслі. У яловичому, свинячому, баранячому жирах лецитину майже немає. Джерелом фосфатидів також можуть служити бобові (соя, горох), насіння соняшнику, горіхи, особливо кедрові. Під час оцінки харчових жирів найвище цінуються жири, що містять лецитин.



4. Роль ліпідів у побудові мембран

Будова клітинної мембрани. Сьогодні загальноприйнятою вважають рідинно-мозаїчну модель будови біологічних мембран. Таку назву вона дістала тому, що близько 30% ліпідів мембран міцно пов'язані з внутрішніми білками, а інша їхня частина перебуває в рідкому стані. Тому комплекси білків і пов'язаних із ними ліпідів наче «плавають» у рідкій ліпідній масі. У молекул ліпідів, розташованих у вигляді подвійного шару, полярні гідрофільні «голови» обернені до зовнішнього та внутрішнього боку мембран, а гідрофобні неполярні «хвости» - всередину. Тому, якщо поглянути зверху на мембрану, вона нагадуватиме мозаїку, створену полярними «головами» ліпідів і молекулами білків, розташованими поверхнево або перетинаючи мембрану. Між молекулами білків або їхніми частинами часто є пори (каналці). Молекули, які входять до складу біологічних мембран, здатні пересуватись, завдяки чому за незначних пошкоджень мембрани швидко оновлюються.

5.Травлення ліпідів та всмоктування ліпідів у ШКТ

Ліпіди є обов'язковою складовою частиною збалансованого харчового раціону людини. В середньому в організм дорослої людини з їжею щодоби надходить 60-80 г жирів тваринного і рослинного походження. У літньому віці, а також при малому фізичному навантаженні потреба в жирах знижується, в умовах холодного клімату і при важкій фізичній роботі - збільшується.

Жири в харчуванні людини перш за все мають важливе енергетичне значення. Енергетична цінність жирів вище, ніж білків і вуглеводів . Відомо, що при окисненні 1 г жирів організм отримує 38,9 кДж (9,3 ккал), при окисненні 1 г білків або вуглеводів - 17,2 кДж (4,1 ккал). Крім того, жири є розчинниками вітамінів. З жирами в організм вводяться поліненасичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова, арахідонова), які відносять до категорії незамінних (есенціальних) («вітамін F»).

Іноді кількість жирів перекиває фізіологічні потреби організму в енергії. Звідси такі несприятливі явища, як ожиріння значної частини населення. Тому знання метаболізму ліпідів необхідне і для розуміння причин багатьох хвороб.

Травлення і всмоктування ліпідів

Ротова порожнина. Слина не містить ферментів, що розщеплюють жири. Отже, в порожнині рота жири не піддаються ніяким змінам.

Шлунок. У дорослих людей жири проходять через шлунок також без особливих змін. Вміст ліпази у шлунку низький. рН шлункового соку далекий від оптимуму дії цього ферменту (оптимальне значення рН для шлункової ліпази 5,5-7,5). Нагадаємо, що значення рН шлункового соку близько 1,5. У шлунку відсутні умови для емульгування ТАГ, а ліпаза може активно діяти тільки на триацилгліцероли, що знаходяться у формі емульсії. Тому у дорослих неемульговані триацилгліцероли, що становлять основну масу харчового жиру, проходять через шлунок без особливих змін.

Разом з тим розщеплення ТАГ в шлунку грає важливу роль в травленні у дітей, особливо грудного віку. Тут ліпаза отримала назву лінгвальної. Активність лінгвальної ліпази не встигає «проявитися» в порожнині рота, і основним місцем її впливу є шлунок. Оптимум рН лінгвальної ліпази в межах 4,0-4,5; він близький до величини рН шлункового соку у дітей. Лінгвальна ліпаза найбільш активно діє на ТАГ, що містять жирні кислоти з коротким і середньої довжини ланцюгом, що характерно для триацилгліцеролів молока.

Іншими словами, жир молока – найкращий субстрат для цього ензиму. У дорослих активність лінгвальної ліпази вкрай низька.

Верхні відділи тонкого кишківника – основне місце травлення ліпідів.

Перетравлення ліпідів

Після того, як хімус потрапляє в дванадцятипалу кишку, перш за все відбувається нейтралізація соляної кислоти, яка потрапила в кишечник з

шлунку, бікарбонатами, що містяться в панкреатичному і кишковому соках. При розкладанні бікарбонатів виділяються бульбашки вуглекислого газу, що сприяє гарному перемішуванню харчової кашки з травними соками.

Секреція ліпази – для розриву ефірних зв'язків.

Надходження жовчних кислот – для емульгації жиру.

Одночасно починається емульгування жиру. Найбільш потужну емульгуючу дію на жири справляють солі жовчних кислот, що потрапляють в дванадцятипалу кишку з жовчю.

Жовчні кислоти — група стероїдних кислот, що входять до складу жовчі. Жовч людини містить переважно холеву, хенодезоксихолеву і дезоксихолеву кислоти. Жовчні кислоти є основним кінцевим продуктом метаболізму холестерину. В основі будови жовчних кислот лежить структура циклопентанпергідрофенантрени.

За своєю хімічною природою всі жовчні кислоти є похідними холевої кислоти.

БІОЛОГІЧНА РОЛЬ жовчних кислот:

1. емульгують харчові жири;
2. Активують ліполітичні ферменти.
3. Виконують роль переносників важко розчинних у воді продуктів гідролізу жиру і жиророзчинних вітамінів А, D, Е, К.

При емульгуванні жир дробиться на дрібні частинки. Жовчні кислоти адсорбуються на поверхні жиру, перешкоджаючи злиттю частинок жиру. В результаті відбувається стабілізація жиру і значно збільшується поверхня контактів з ліполітичними ферментами. Стабілізована емульсія жиру далі піддається гідролізу під впливом панкреатичних ферментів (ліпази, фосфоліпази).

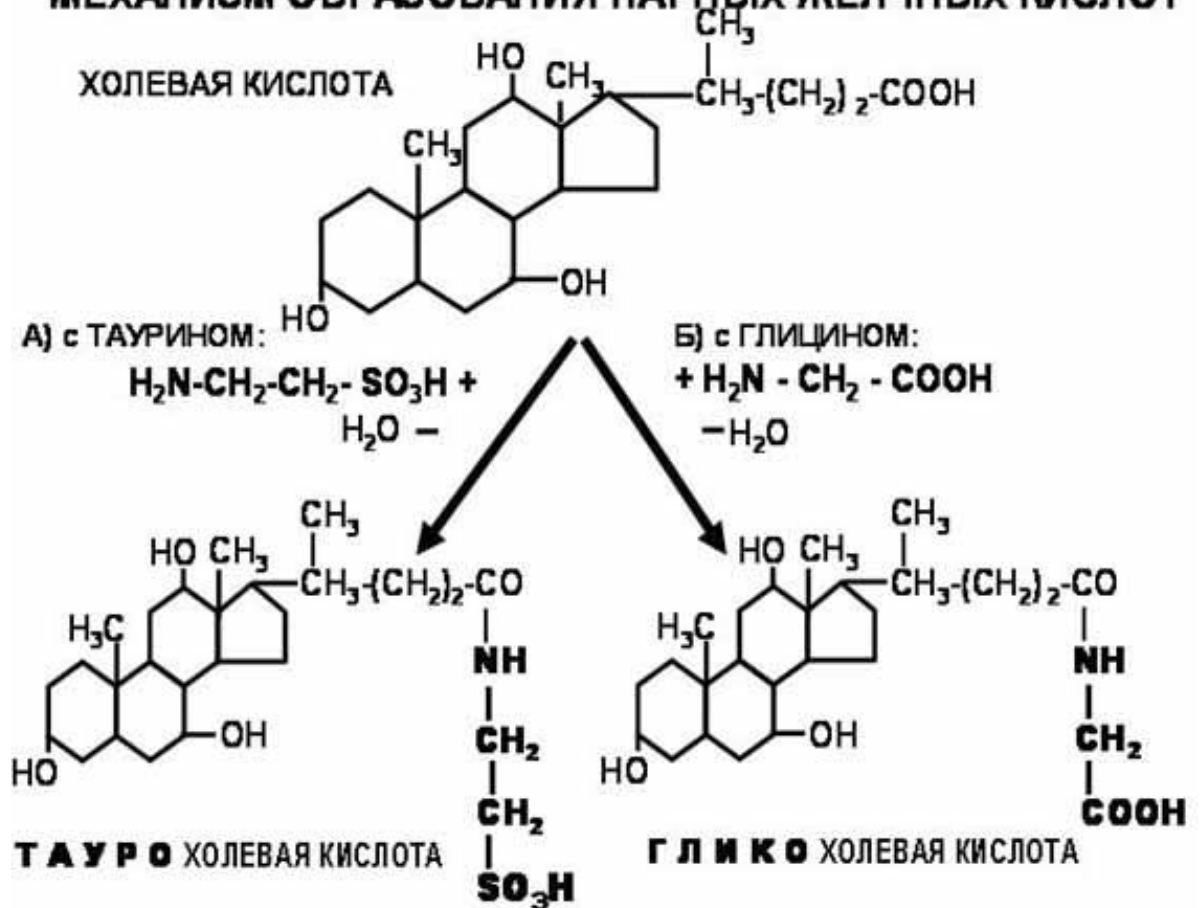
Жовчні кислоти присутні в жовчі в кон'югованій формі, тобто у вигляді глікохолевої, глікодезоксіхолевої та ін.. кислот. Ці сполуки іноді називають парними жовчними кислотами,

Первинні жовчні кислоти (холева і хенодезоксихолева) синтезуються в гепатоцитах печінки з холестерину. Жовчні кислоти утворюються в мітохондріях гепатоцитів і поза ними з холестерину за участю АТФ. В організмі жовчні кислоти зазвичай утворюють кон'югати з гліцином (глікохолева кислота) або таурином (таурохолева кислота). Вторинні жовчні кислоти, включаючи дезоксихолеву кислоту і літохолеву кислоту, утворюються з первинних жовчних кислот у товстій кишці під дією бактерій. Надходять з жовчю в кишечник у вигляді глікохолевої і таурохолевої кислот. Жовчні кислоти мають властивості детергентів, тобто за рахунок високої поверхневої активності забезпечують емульгування жирів і тим самим поліпшують їхнє травлення і засвоєння, активують ліпазу — фермент, що розщеплює жири. Солі жовчних кислот різко зменшують поверхневий натяг на поверхні розділу жир / вода, завдяки чому вони не тільки полегшують емульгування, а й стабілізують вже утворену емульсію. Жирні кислоти з довгим ланцюгом і моноацилгліцероли в просвіті кишечника утворюють міцели. Структура міцел така, що їх гідрофобне ядро (жирні кислоти, моноацилгліцероли і ін.) виявляється оточеним зовні гідрофільною оболонкою з жовчних кислот і фосфоліпідів. Відбувається постійна циркуляція жовчних кислот між печінкою і кишечником. Цей процес отримав назву ентерогепатичної (гепатоентеральної) циркуляції.

Кишково-печінкова циркуляція жовчних кислот (синоніми: портално-біліарна циркуляція жовчних кислот, ентерогепатична циркуляція) — циклічне перетворення жовчних кислот у травному тракті, при якому вони синтезуються печінкою, виводяться у складі жовчі в дванадцятипалу кишку, реабсорбуються в кишечнику, транспортуються кровотоком до печінки і повторно використовуються при секреції жовчі.

Основна маса жовчних кислот (85-90%) - це жовчні кислоти, реабсорбовані в кишечнику, вони повторно секретуються в складі жовчі.

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ПАРНЫХ ЖЕЛЧНЫХ КИСЛОТ



Комплекси ліпідів з жовчними кислотами всмоктуються ворсинками кишечника. В епітеліальних клітинах ворсинок відбувається розщеплення на складові і жовчні кислоти ідуть далі для повторного використання.

Основна частина жиру всмоктується лише після розщеплення його панкреатичною ліпазою на жирні кислоти, моноацилгліцероли і гліцерин .

Жирні кислоти з коротким вуглецевим ланцюгом (менше 10 атомів вуглецю) і гліцерин, будучи добре розчинними у воді, вільно всмоктуються в кишечнику.

Транспорт ресинтезованого жиру через лімфатичну систему і кровотік можливий тільки після включення його до складу ліпопротеїнів.

Основними транспортними формами ліпідів у крові є хіломікрони, ліпопротеїди високої, низької або дуже низької щільності (хіломікрони,

ЛПВЩ, ЛПНЩ, ЛПДНЩ). Їх будова однакова – всередині ліпіди, зовні – білки.

Є кілька класифікацій ліпопротеїдів (ЛП). Класифікація ґрунтується на різниці в щільності ЛП, яка залежить від умісту в них ліпідів: хіломікрони (ХМ), ліпопротеїди дуже низької щільності (ЛПДНЩ), ліпопротеїди низької щільності (ЛПНЩ) і ліпопротеїди високої щільності (ЛПВЩ). Транспортуючи холестерин із тканин до печінки, ЛПВЩ сприяють його трансформації та виведенню з організму, зменшуючи ризик відкладання його в судинах і виникнення атеросклерозу. За допомогою ЛПНЩ холестерин транспортується до тканин (надниркові й статеві залози, мозок тощо). Тому ЛПНЩ і ЛПДНЩ, багаті на холестерин і триацилгліцероли, є атерогенними ліпопротеїдами, які проникають із плазми крові в судинну стінку й слугують первинним субстратом для атеросклеротичного ушкодження артерій.

Хіломікрони — найбільші ЛП, складаються переважно з триацилгліцеролів, оточених тонким шаром білків. Вони переносять триацилгліцероли з тонкої кишки в печінку.

ЛПДНЩ — синтезуються в печінці і виконують транспортну функцію; їх роль полягає в перенесенні холестеролу до периферійних тканин і регуляції синтезу холестеролу *de novo*.

ЛПВЩ — синтезуються в печінці, багаті на фосфоліпіди та холестерол. Вони здійснюють транспорт холестеролу від периферійних тканин до печінки.

Хіломікрони забезпечують транспорт харчових ліпідів від кишечника до тканин. Завдяки великим розмірам частинок ХМ не здатні проникати з ендотеліальних клітин кишечника в кровоносні капіляри і дифундують в лімфатичну систему кишечника, з кишечника через лімфатичну систему в кров. Вже через 1-2 години після прийому їжі, що містить жири, спостерігається аліментарна гіперліпемія. Це фізіологічне явище, що характеризується в першу чергу підвищенням концентрації триацилгліцеролів в крові і появою в ній ХМ. Пік аліментарної гіперліпемії

спостерігається через 4-6 години після прийому жирної їжі. Зазвичай через 10-12 год після прийому їжі вміст триацилгліцеролів повертається до нормальних величин, а ХМ повністю зникають з кров'яного руслу.

Хіломікрони - це мікроскопічні частинки, діаметр яких становить менше 1 мкм. Вони являють собою ліпиди (фосфоліпиди, холестерин, триацилгліцероли, що мають спеціальну оболонку з аполіпропротеїну.

Всмоктування жирів

До 20 % жирів всмоктується нерозщепленими. Гліцерин всмоктується шляхом персорбції та ендоцитозу. Жирні кислоти разом з жовчними утворюють водорозчинні комплекси (міцели), які адсорбуються на глікокаліксі, на поверхні ворсинок жовчні кислоти від'єднуються від жирних і повертаються знову в кишечник і в клубовій кишці всмоктуються в кров.

Жирні кислоти надходять в епітеліоцит. Подальше їх всмоктування здійснюється двома шляхами.

Високомолекулярні жирні кислоти (з вуглецевим ланцюжком більше 10-12) в ентероциті з'єднуються з гліцирином (реетерифікують до ТАГ). ТАГ й холестеролові ефіри, вкриті шаром з білків, холестеролу й фосфоліпідів, утворюють хіломікрони (діаметр 1 мкм). Хіломікрони всмоктуються в лімфатичні судини ворсинок (утворюється емульсія білого кольору) і через грудну лімфатичну протоку надходять у кров. З током крові хіломікрони надходять у жирові депо, де утворюється білий жир.

Другий шлях. Низькомолекулярні жирні кислоти (з вуглецевим ланцюжком до 10-12) від ентероцитів надходять безпосередньо в кров'яні капіляри й транспортуються як вільні (неетерифіковані) жирні кислоти через ворітну вену в печінку, де відбувається синтез фосфоліпідів, ліпопротеїнів.

7. Трансжири

Трансжири — різновид ненасичених жирів, для яких характерний високий вміст транс-ізомерів жирних кислот (також звані транс-жирні кислоти).

Цис—транс- ізомерія, також відома як геометрична ізомерія — відноситься до молекул із однаковою молекулярною формулою та послідовністю зв'язків, але з різним за геометрією розташуванням окремих функціональних груп чи частин молекули. Цис-транс ізомерія характерна для сполук з подвійним вуглецевим зв'язком. Молекули сполук з подвійним вуглецевим зв'язком мають площинну будову по місцю такого зв'язку. Якщо однакові замісники знаходяться з одного боку площини, то це – цис-ізомер, а з різних – це транс-ізомер.

Зазвичай транс- ізомери більш стійкі, ніж цис- ізомери.

Транс-ізомери жирних кислот є одним з видів ненасичених жирних кислот, що містять трансподвійні зв'язки між атомами вуглецю. Це штучно створена субстанція, яка отримується в ході модифікування (гідрогенізації і переетерифікації) рослинної олії (найчастіше, дешевої). Найширша група - маргарини, які представляють собою емульсію модифікованих масел у воді. У процесі переробки рослинна олія змінює фізичні властивості і з рідкого стану стає твердим, схожим за консистенцією з вершковим маслом. Це відбувається так: молекула жиру має подвійний зв'язок, процесі виробництва олію завантажують в автоклав і в присутності каталізатора пропускають через неї водень. Це призводить до розриву подвійних зв'язків і прикріплення до молекули жиру водню. Це і є модифікована молекула рослинного жиру.

Вони є чужорідними для організму і порушують перебіг біохімічних процесів в організмі, впливаючи на нього на клітинному рівні: видозмінені молекули ТАГ витісняють корисні жирні кислоти з мембран клітин, блокують роботу ферментів, що призводить до порушення повноцінного живлення клітин і якісного звільнення їх від продуктів життєдіяльності

Шкода від транс-жирів: викликають серцево-судинні захворювання; збільшують ризик цукрового діабету і ожиріння. Збільшують ризик запальних реакцій в організмі. Різко збільшують ризик розвитку онкології. Погіршують пам'ять. Погіршують якість сперми. Накопичуються в грудному молоці жінок, що годують.

Трансжири, до того ж, дуже токсичні.

Продукти, що містять трансжири: МАЙОНЕЗ, куплений в магазині, кетчупи та різні соуси ; МАРГАРИН і масла, де вміст жиру менше 82,5%. ФАСТ-ФУД, куплені котлети та інші напівфабрикати в паніровці (котлети, млинці і т.д) ЧПСИ, різні магазинні пиріжки і булки, торти, цукерки, печиво і т.д. У всій випічці вміст трансжирів коливається від 30-50%. ПЛАВЛЕНИЙ СИР. Частина або весь тваринний жир там замінюють рослинним гідрогенізованим. Їжа швидкого приготування, розчинні супи, креми, соуси тощо.

Рекомендована література

Базова

1. Практикум з біохімії: Навчальний посібник / В.М.Трач, М.Г.Сибіль, І.З.Гложик, І.М.Башкін, - Л., - ЛДУФК. – 2014. – 238 с.
2. Биохимия. Учебник для инст-тов физ. культуры //Под ред. В.В. Меншикова, Н.И.Волкова, - М.: ФиС, 1986.
3. Биохимия. Учебник для инст-тов физ.культуры //Под ред. Н.Н.Яковлева.- 2е изд., М.: ФиС, 1974.
4. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. - Москва.: Медицина, 1998. - 704 с.
5. Біологічна і біоорганічна хімія: у 2 кн.: підручник. Кн. 2. Біологічна хімія / Ю. І. Губський, І. В. Ніженковська, М. М. Корда та ін. – Київ, ВСВ «Медицина», 2016. – 544 с.
6. Біологічна хімія. Боєчко Ф.Ф.- К.: Вища школа, 1989.
7. Біохімія людини : підручник / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук ; за ред. Я. І. Гонського. — 3-те вид., випр. і допов. — Тернопіль : ТДМУ, 2017. — 732 с.

Допоміжна

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум : практикум / [М. М. Корда, Г. Г. Шершун, М. І. Куліцька та ін.] ; за ред. М. М. Корди. — 3-те вид., випр. і допов. – Тернопіль : ТДМУ, 2015. — 216 с.

2. Боечко Ф.Ф., Боечко Л.О. Основні біохімічні поняття, визначення і терміни. - К.: Вища школа, 1993. - 527 с.
3. Кучеренко М.Є., Бабенюк Ю.Д., Войціцький В.М. Сучасні методи біохімічних досліджень. - К.: Фітосоціоцентр, 2001. - 423 с.
4. Ленинджер А. Основы биохимии. - М.: Мир, 1986. - Т. 1-3.
5. Лисиця А.В. Біохімія. Практикум. Суми: Університетська книга, 2009.

—

239 с.

Інформаційні ресурси

1) інтернет;

2) бібліотеки:

- бібліотека ЛДУФК(м. Львів, вул. Костюшка);
- Львівська наукова бібліотека імені В.Стефаника НАН України (м. Львів, вул. В. Стефаника);
- Львівська обласна наукова бібліотека (м. Львів, просп. Шевченка);
 - Наукова бібліотека ЛНУ імені І.Франка (м. Львів, вул. Драгоманова).