**Lipidy: Kľúčové biomolekuly v živých organizmoch**

Lipidy sú rozmanité skupiny biologických molekúl, ktoré zohrávajú zásadnú úlohu vo všetkých živých organizmoch. Sú to hydrofóbne alebo amfipatické zlúčeniny, ktorých hlavnou charakteristikou je ich schopnosť neinteragovať s vodou. Lipidy sa podieľajú na mnohých biologických procesoch, vrátane energetického metabolizmu, tvorby bunkových membrán, uchovávania vitamínov a regulácie hormónov. V tejto kapitole sa podrobne zaoberáme štyrmi hlavnými triedami lipidov: mastné kyseliny, triglyceridy, fosfolipidy a steroidy.

**Mastné kyseliny**

Mastné kyseliny sú základné stavebné bloky lipidov, pozostávajúce z dlhého reťazca uhlíkových atómov s karboxylovou skupinou (-COOH) na jednom konci. Nazývajú sa aj vyššie karboxylové kyseliny. Priemerná mastná kyselina obsahuje 14 – 18 atómov uhlíka. Tieto zlúčeniny môžeme rozdeliť na nasýtené a nenasýtené mastné kyseliny.

**Nasýtené mastné kyseliny** majú iba jednoduché väzby medzi uhlíkmi a sú zvyčajne tuhé pri izbovej teplote. Príklady zahŕňajú palmitovú, stearínovú a laurovú kyselinu. Na druhej strane, **nenasýtené mastné kyseliny** obsahujú jednu alebo viac dvojitých väzieb, ktoré vytvárajú „ohyb“ v reťazci. Z dvoch hlavných typov nenasýtených kyselín, mono-nasýtené a poly-nasýtené (napr. omega-3 a omega-6 mastné kyseliny), sú známe svojimi zdraviu prospešnými účinkami.

Všetky mastné kyseliny sa používajú ako stavebné jednotky pri syntéze triglyceridov, ktoré sa ukladajú do tukového tkaniva, lipoproteínov, glykolipidov a fosfolipidov. Posledné 3 spomenuté sa používajú pri syntéze plazmatickej membrány.

Okrem toho sa z metabolitov mastných kyselín tvoria metabolity alebo deriváty, ktoré v organizme slúžia ako signalizačné molekuly.

**Esenciálne mastné kyseliny**

Baktérie a rastliny dokážu syntetizovať všetky potrebné mastné kyseliny. Ale živočíchy, vrátane ľudí, nedokážu syntetizovať 3 mastné kyseliny, ktoré obsahujú niekoľko násobných väzieb. Pre človeka sú esenciálne iba 2 mastné kyseliny – kyslina alfa-linolenová (známa ako omega-3 mastná kyselina) a linolová (známa ako omega-6 mastná kyselina). Niektorí tu radia aj kyselinu arachnidovú, ale podľa väčšiny nespĺňa kritériá esenciálnych MK.

Mastné kyseliny majú množstvo biologických funkcií. Slúžia ako zdroj energie, pričom 1 gram mastných kyselín poskytuje **38,94 kJ** (kilojoulov), čiže **9,3 kcal** (kilokalórií), čo je viac ako dvojnásobok energie oproti sacharidom alebo bielkovinám.

Lipidy sú veľmi rôznorodá skupina molekúl, rozdeľujú sa nasledovne:

Jednoduché lipidy – estery vyšších karboxylových kyselín s alkoholom

Acylglyceroly (tuky a oleje)– estery 3 vyšších karboxylových kyselín a trojsýtneho alkoholu glycerolu (triglyceridy)

Vosky - estery vyššej karboxylovej kyseliny s dlhým reťazcom a jednosýtneho alkoholu

Zložené lipidy – okrem esterifikovaných MK a alkoholu obsahujú aj nelipidovú zložku

Glykolipidy – obsahujú sacharidovú zložku

Fosfolipidy – obsahujú zvyšok kyseliny fosforečnej H3PO4

Lipoproteíny –v nich sú nekovalentne viazané bielkoviny a lipidy (alebo cholesterol). Ich hlavnou úlohou je transport hydrofóbnych lipidov v krvi.

Izoprenoidné lipidy – odvodené od izoprénu

Karotenoidy

Terpény a steroidy

**Vosky**

Známe najmä z rastlinnej ríše. Obsahujú iba jednosýtny alkohol a na ňom naviazanú dlhú mastnú kyselinu. Využívajú sa pri ochrane púčikov a plodov, a účinne chránia rastlinný organizmus pred neregulovaným výdajom vody a tým pred vysychaním. Živočíšne vosky produkujú napr. vodné vtáky, ktoré ich využívajú proti zmáčaniu peria vodou, hmyz chránia vosky pred vyschnutím.

**Triglyceridy**

**Triglyceridy sú acylglyceroly s 3 esterifikovanými hydroxylovými skupinami glycerolu.**

**Jednoduché – všetky zvyšky mastných kyselín sú rovnaké**

**Zložené – zvyšky mastných kyselín sú rozdielne**

**Ak sú zvyšky mastných kyselín prevažne nasýtené, acylglyceroly sú pri izbovej teplote tuhé, hovoríme o tukoch.**

**Ak sú zvyšky mastných kyselín prevažne nenasýtené, acylglyceroly sú pri izbovej teplote tekuté, hovoríme o olejoch.**

Triglyceridy sú najbežnejšou formou lipidov v živočíšnych tkanivách. Skladajú sa z glycerolu (alkoholu propantriolu) a troch mastných kyselín, ktoré sú viazané esterovými väzbami. Tento typ lipidov je primárnym spôsobom, akým živočíchy uchovávajú energiu. V cicavcov sú ukladané v tukových kvapkách v cytoplazme buniek tukového tkaniva. Vo vtákov, ktoré migrujú sú triglyceridy uložené pod kožou, vo svaloch, pečeni a brušnej dutine. Počas migračného letu sú skonzumované 2/3 zásob.

Okrem triglyceridov existuje aj glykogén, ďalšia molekula, ktorá sa využíva ako zásoba energie, ale iba v hepatocytoch (bunkách pečene) a svalových bunkách, pretože triglyceridy obsahujú až 6x viac energie, sú oveľa koncentrovanejšie, preto boli vybrané evolúciou, keďže poskytujú väčšiu selekčnú výhodu.

Keď telo potrebuje energiu, triglyceridy sa rozkladajú na glycerol a mastné kyseliny v procese nazývanom lipolýza. Tieto uvoľnené mastné kyseliny môžu byť oxidované na energiu v mitochondriách, presnejšie na vonkajšej mitochondriálnej membráne, kde sú prvýkrát aktivované. Aktivácia znamená, že sú pomocou enzýmu thiokinázy pripojené k acetyl koenzýmu A. Následne prebieha beta-oxidácia na vnútornej membráne mitochondrií.

Okrem energetickej funkcie majú triglyceridy aj funkciu v transportu a absorpcii tuku rozpustných vitamínov (A, D, E a K). Vysoké hladiny triglyceridov v krvi môžu byť však indikátorom zdravotných problémov, ako sú obezita, diabetes a kardiovaskulárne ochorenia, pretože prispievajú k vzniku aterosklerózy.

Zaujímavosť

Stužovanie tukov je katalytická hydrogenácia násobných väzieb nenasýtenej mastnej kyseliny, čím vznikne nasýtená mastná kyselina, ktorá nepodlieha žltnutiu, keď je vystavená vzduchu a je tuhá pri izbovej teplote. Ako katalyzátor sa používa nikel (Ni) a reakcia prebieha pod vysokým tlakom.

**Fosfolipidy**

Fosfolipidy sú zložené lipidy, ktoré hrajú kľúčovú úlohu v štruktúre a funkcii bunkových membrán. Tieto molekuly sú podobné triglyceridom, ale namiesto troch mastných kyselín obsahujú dve mastné kyseliny a jednu fosfátovú skupinu. Majú tak štyri komponenty: glycerol, mastné kyseliny, fosfátovú skupinu a dusíkatú skupinu alebo sacharid.

Fosfolipidy sú amfipatické, čo znamená, že majú hydrofóbny (nepolárny) aj hydrofilný (polárny) koniec, čo je podstatné pre tvorbu lipidových dvojvrstiev v bunkových membránach.

Fosfolipidová dvojvrstva tvorí základ bunkových membrán, pričom hydrofilné hlavičky tvorené fosfátovou skupinou sú orientované smerom von do vodného prostredia, zatiaľ čo hydrofóbne chvostíky tvorené dvoma mastnými kyselinami sú orientované smerom dovnútra, chrániac tak vnútorné prostredie bunky. Tento usporiadanie umožňuje zachovanie integrity bunky a reguluje prenos látok do a von z bunky. Fosfolipidy sú tiež dôležité, pretože sú miestom pre mnohé biologické procesy, vrátane signálnych dráh a interakcií medzi bunkami.

Fosfolipidy, ako je fosfatidylcholín a fosfatidylserín, sú tiež dôležité pre správnu funkciu nervových buniek, keďže sú komponentmi myelínových obalov, ktoré chránia a izolujú nervové vlákna. Dôležité sú aj pre rôzne signálne dráhy, pretože sa z nich syntetizujú signalizačné molekuly IP3( inositol trifosfát) a DAG (diacylglycerol).

Vďaka svojej štruktúre dokážu tvoriť rozličné útvary a to konkrétne dvojvrstvu, micelu a lipozóm.

**Terpény**

Sú to látky rastlinného pôvodu, ktoré sú dôležité pre rastliny napr. ako lákače opeľovačov, lebo sú farebné a voňavé.

**Steroidy**

**Typické sú pre živočíchov a človeka, ale nájdu sa aj v hubách (ergosterol) alebo v rastlinách (stigmasterol).**

Steroidy sú skupinou lipidov, ktoré sa vyznačujú štruktúrou pozostávajúcou z štyroch spojených cyklických uhlíkových reťazcov. Najznámejšími steroidmi sú hormóny ako testosterón, estrogén a kortizol, ktoré zohrávajú dôležité úlohy v regulácii metabolizmu, reprodukcie a imunitných reakcií.

Je ich veľké množstvo preto sa zvyknú deliť na steroly, žlčové kyseliny a steroidné hormóny. Keďže sú to hormóny lipidového charakteru, fungujú tak, že sú prenášané lipoproteínmi v krvnom obehu. Keď nájdu cieľovú bunku, naviažu sa na receptor a pôsobia tak, že menia transkripciu génov.

Steroidy sa syntetizujú z cholesterolu, čo je ďalší dôležitý typ lipidu, ktorý nachádzame v bunkových membránach. Cholesterol je nevyhnutný pre udržanie štruktúry a fluidity bunkových membrán, a taktiež slúži ako prekurzor pre povzbudzovanie syntézy steroidných hormónov.

K steroidom patrí veľa fyziologicky účinných látok: cholesterol, kalciferoly (sem patrí vitamín D), steroidné hormóny, žlčové kyseliny alebo jedovaté sekréty. Z chemického hľadiska sú to deriváty steránu.

Steroidné hormóny ovplyvňujú široké spektrum fyziologických procesov. Napríklad, testosterón je zodpovedný za rozvoj mužských sekundárnych pohlavných znakov, zatiaľ čo estrogén má kľúčovú úlohu v regulácii menštruačného cyklu u žien. Kortizol, známy ako stresový hormón, pomáha riadiť metabolizmus a imunitnú odpoveď v reakcii na stres.

Cholesterol

Je to amfipatická zlúčenina, ktorá sa v krvi vyskytuje naviazaná na lipoproteíny. Využíva sa na syntézu glukokortikoidov, mineralkortikoidov, pohlavných steroidných hormónov, vitamínu D a žlčových kyselín. Nachádza sa aj vo fosfolipidovej dvojvrstve, kde zabezpečuje permeablilitu, najmä pre menšie molekuly.

Prijímame ho potravou, ale tvorí sa najmä v obličkách a črevnej stene. Syntetizuje sa z acetyl koenzýmu A, inak nazývanom aj kyselina octová.

V krvi ho nájdeme naviazaný na lipoproteíny v dvoch formách: HDL (high density lipoprotein) a LDL (low density lipoprotein). Lipoproteíny s vysokou hustotou transportujú cholesterol do pečene, kde je degradovaný. Je známy ako dobrý cholesterol, keďže znižuje riziko vzniku aterosklerózy. Lipoproteíny s nízkou hustotou transportujú cholesterol do tkanív, a ak je LDL nadbytok, ukladá sa na steny ciev, čím ich zužuje a podporuje rozvoj aterosklerózy.

**Lipidy v bunkových organelách**

Plazmatická membrána

Ako už vieme, bunková membrána, ktorá obklopuje každú organelu, je prevažne tvorená fosfolipidmi a glykolipidmi, ktoré tvoria dvojvrstvu a zabezpečujú selektívnu permeabilitu.

Mitochondrie

V mitochondriách sú fosfolipidy nevyhnutné pre vytváranie oxidatívneho fosforylačného reťazca a prenos elektrónov, čo je kľúčové pre výrobu ATP. Mitochondriálna dvojitá membrána obsahuje kardiolipín, špecifický fosfolipid, ktorý je dôležitý pre stabilitu a funkciu dýchacieho reťazca. Kardiolipín je tiež spojený s apoptózou, keď jeho degradácia signalizuje iniciáciu tohto procesu.

ER a GA

V endoplazmatickom retikule (ER) sú lipidy nevyhnutné pre syntézu ďalších biologických membránových komponentov, ako sú cholesterol a triacylglyceroly. V hladkom ER prebieha aj biosyntéza fosfolipidov, ktoré sú následne transportované do ďalších organel, vrátane Golgiho aparátu a plazmatickej membrány. V Golgiho aparáte sa fosfolipidy modifikujú a zaraďujú do rôznych organel, pričom GA je zodpovedný za triedenie a distribúciu lipidov do správnych miest v bunke.

Plastidy

V chloroplastoch a plastidoch v rastlinných bunkách sú lipidy kľúčové pre tvorbu membrán, ktoré sú nevyhnutné pre proces fotosyntézy. Galaktosyldiacylglyceroly (GDG) a monogalaktosyldiacylglyceroly (MGDG) sú prevažne prítomné v membránach tylakoidov, kde tvoria základný komponent membrán, ktoré sa podieľajú na svetelnej reakcii fotosyntézy. V plastidoch sú tiež prítomné terpenoidy a karotenoidy, ktoré slúžia ako pigmenty zachytávajúce svetelnú energiu. V lyzozómoch a peroxizómoch sú lipidy, ako sfingolipidy a fosfatidylinositol, zodpovedné za internú signalizáciu, metabolizmus a ochranu buniek pred oxidačným stresom.