

LE MOLECOLE IMPORTANTI PER LA VITA

L'acqua

Il 60/70% di noi è composto d'acqua. Già perdendo il 4% dell'acqua andiamo in disidratazione (possiamo infatti passare un mese senza mangiare, ma solo 3 giorni senza bere).

Sono le particolari caratteristiche dell'acqua a permettere l'esistenza di ogni forma di vita, ed è stato probabilmente il mezzo in cui la vita sulla Terra ha avuto origine e si è evoluta in primi miliardi di anni.

Un atomo di O che si lega a 2 H con legami covalenti; essendo una molecola polare, può avere interazioni con altre molecole (tra cui l'acqua stessa), il che le permette di avere *proprietà emergenti*: una molecola di H₂O forma fino a 4 legami ad idrogeno (tra un O e un H di un'altra molecola), che corrisponde a un superiore livello di organizzazione e che le conferiscono proprietà particolari

- Nel ghiaccio una molecola è legata alle altre con legami ad idrogeno formando un reticolo cristallino rigido, mantenendo posizioni fisse. Allo stato liquido l'H₂O ha densità maggiore rispetto allo stato solido: il solido rispetta l'angolo di legame creando una struttura ordinata, i legami nel liquido sono più dinamici e disordinati, il che porta le molecole a essere più vicine. Il ghiaccio quindi galleggia: ciò ha una rilevanza biologica. Per esempio permette agli stagni di non ghiacciare completamente, ed anzi il ghiaccio in superficie crea uno strato protettivo che permette vita e non fa scendere mai la temperatura sotto 0°C.
- la **coesione**, ossia la forza che tiene unite molecole uguali tra di loro, è alta (sempre grazie i legami ad idrogeno); e lo stesso vale per l'**adesione**, quindi la forza tra delle molecole d'acqua e molecole diverse, in particolare i solidi (per questo le goccioline tendono a rimanere attaccate a una superficie).
Esempio: grazie alle forze di coesione ed adesione, che si instaurano con la cellulosa, nelle piante permettono a una sottile colonna d'acqua di risalire dalle radici alle foglie, ossia dove la pressione dell'acqua nei vasi diventa minore a causa dell'evaporazione (quindi il fenomeno avviene anche grazie alla pressione negativa).
- la coesione inoltre fa sì che si crei una **tensione superficiale**: una specie di membrana elastica estremamente sottile e invisibile. Nell'H₂O questa è particolarmente elevata perché i legami ad idrogeno attraggono le molecole verso l'interno;
- regola gli sbalzi di temperatura (in bacini acquiferi di dimensioni rilevanti, andando a mitigare anche il clima delle zone costiere), grazie al suo elevato **calore specifico** (quantità di calore necessaria per innalzare di un grado la temperatura di 1g della sostanza stessa). È alto perché gran parte dell'energia deve essere impiegata per spezzare legami ad idrogeno. A livello biologico è fondamentale, per consentire la vita nei mari; Anche nell'uomo funge da *termoregolatore naturale* (grazie al sudore);
- reagisce come **solvente**: permette a gran parte delle sostanze fondamentali dei sistemi biologici ad essere soluti, dato che sono principalmente sostanze polari o ioniche.
 - ⇒ Permette anche le soluzioni acide o basiche: un acido forte si dissocia completamente, la reazione di ionizzazione non torna indietro; un acido debole non si dissocia completamente, la concentrazione di ioni H⁺ liberi rimane maggiore di zero). Situazione analoga per le basi;

es: l'effetto delle piogge acide: le gocce di acqua interagiscono con la CO₂; ma a causa dell'inquinamento ce n'è troppa, e inoltre sono presenti NO₂ e SO₂, formando acidi forti, abbassando il pH delle gocce d'acqua fino a 5.5, che possono corrodere le strutture; sulle piante rovinano le cellule delle foglie che hanno la fotosintesi, e cambia le caratteristiche chimiche del terreno, rendendo molto più deboli le piante che le assorbono; a livello del mare c'è l'acidificazione del mare

L'*acidificazione dei mari* avviene se c'è troppa anidride carbonica. Si forma una quantità elevata di protoni. Anche il mare ha sistema tampone che forma bicarbonato ma non basta a limitare l'acidificazione dei mari. pH acido nel mare crea problemi alle strutture di carbonato di calcio come conchiglie o coralli (che solitamente partecipano a mantenere neutro il pH del mare).

I carboidrati

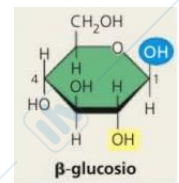
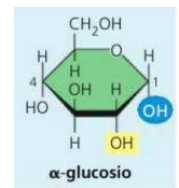
Riserva e trasporto di energia.

Monosaccaridi (come glucosio, fruttosio, galattosio); tra i monosaccaridi ci sono anche: ribosio e desossiribosio, importanti in RNA e DNA. Sono una fonte di energia diretta; nella respirazione cellulare le cellule estraggono l'energia dalle molecole di glucosio attraverso la loro demolizione.

Disaccaridi (come saccarosio, maltosio, lattosio), ossia dimeri di zuccheri che interagiscono tramite *legami glicosidici*, formati dall'unione di due monosaccaridi con una reazione di disidratazione; vantaggio dei disaccaridi: possono essere trasportati velocemente anche senza essere utilizzati, e sono pure una rapida riserva d'energia (ci vuole meno a rompere un disaccaride che un polisaccaride); saccarosio importante perché è una riserva immediata di energia ed è facilmente trasportabile nelle piante

Polisaccaridi (come amido, cellulosa, glicogeno, chitina); sono una riserva energetica, dato che la loro idrolisi fornisce monosaccaridi.

- Gli amidi vegetali sono costituiti da catene di α glucosio lineari o con ramificazioni, hanno il gruppo ossidrilico di lato in basso nella formula; la catena assume una forma pressoché elicoidale. La pianta attraverso l'amido è in grado di conservare il glucosio che ha in eccesso.
- Negli animali il glicogeno è molto ramificato e viene accumulato nel fegato, attraverso reazione di idrolisi diventa glucosio. La demolizione del glicogeno viene regolata dall'ormone glucagone, mentre l'insulina sintetizza il glicogeno per diminuire il glucosio nel sangue.
- La cellulosa ha funzione strutturale, usa il β glucosio e crea polimeri lineari. Più stabile dell'amido perché non è ramificato (e perché alcuni gruppi ossidrilici sono in grado di legarsi ad altri formando legami ad idrogeno). Caratterizzato da resistenza alle trazioni meccaniche. Può interagire con altri polimeri andando a formare la parete delle cellule vegetali. Viene degradata grazie all'enzima cellulasi e nei ruminanti grazie a batteri capaci di degradare la cellulosa. Nel colon umano la cellulosa induce la produzione di acidi grassi e muco che aiutano ad eliminare tutto ciò che non viene assorbito; La chitina forma l'esoscheletro degli artropodi e ha funzione strutturale.



I lipidi

Sono un gruppo molto eterogeneo di molecole che hanno in comune il fatto di essere formate da catene idrocarburiche, che le rende idrofobiche. Non sono polimeri, non creano legami tra di loro, ciò non toglie che possano interagire tra di loro (infatti acquisiscono proprietà emergenti).

Non hanno una classificazione unica e ufficiale. I lipidi biologicamente più importanti sono trigliceridi, fosfolipidi, steroidi.

- ⇒ Si possono classificare in base alle loro funzioni: cattura e riserva di energia (trigliceridi, tra cui oli e grassi, terpeni); strutturali (fosfolipidi e colesterolo); protezione (cere: per esempio sulle piume degli uccelli o sulle foglie); signaling-regolazione fisiologica processi (steroidi e acidi grassi); isolanti (trigliceridi, per esempio la riserva di grasso nelle foche);

Un'altra classificazione: idrolizzabili, che possono quindi dar luogo a lipidi più semplici (trigliceridi, fosfolipidi, cere) o non idrolizzabili

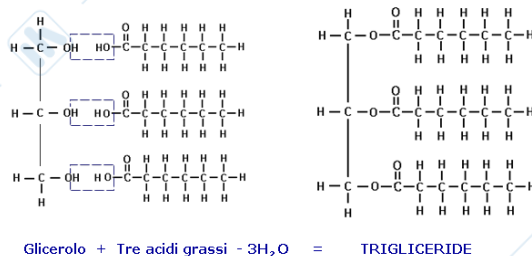
Altrimenti sono anche classificabili in base al tipo di prodotto dato dall'idrolisi oppure dal modo in cui sono conservati.

TRIGLICERIDI (i grassi): vengono sintetizzati da una catena apolare con una testa carbossilica (quindi un acido grasso) che reagisce con un glicerolo (normalmente un glicerolo con tre acidi grassi), creando un legame estere. Funzione di riserva, isolante termico e idrorepellente (dovuto alla lunga catena idrocarburica). Gli acidi grassi non si trovano soli in natura.

Si suddividono in:

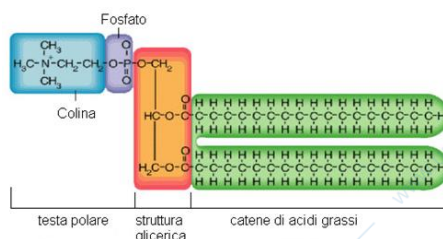
- **Grassi**, formati da acidi grassi saturi, quindi una catena con soli legami singoli; dal punto di vista fisiologico le molecole possono impacchettarsi bene, formando dei composti solidi;
- **Oli**, formati da acidi grassi insaturi, che contengono dei doppi legami nella catena; in natura sono presenti sotto forma liquida, perché le molecole, a causa del gomito, non si "impacchettano" bene.

Sono una riserva energetica, si possono trovare accumulati: negli animali ci sono gli **adipociti**, ossia cellule specializzate in cui vengono sintetizzati e accumulati come riserva energetica; nelle piante ci sono gli **oliosomi**, che si trovano nel citoplasma, sono corpi lipidici circondati da una membrana lipidica.



CERE: sono formati da un acido grasso e un alcol, hanno una catena molto lunga con un solo gruppo ossidrilico; hanno una consistenza tendente al solido che forma una pellicola: nelle piante è presente sulle foglie per contenere l'evaporazione dell'acqua e proteggerle dai parassiti; negli animali hanno funzione idrorepellente, permettendo agli uccelli di nuotare senza che le piume si appesantiscano.

FOSFOLIPIDI: formati da code idrofobe, corrispondenti a due acidi grassi e una testa idrofila contenente glicerolo, un gruppo fosfato e colina (in ambiente fisiologico infatti il gruppo fosfato presenta una carica negativa, fatto sfruttato da molecole come la colina per attaccarvisi). L'essere una molecola anfipatica le permette di formare la membrana a doppia strato fosfolipidico, importante per dare una struttura alle cellule e isolare ambienti diverse (nella cellula eucariote c'è quella cellulare, mitocondriale e nucleare; permettono di compartimentalizzare, che è biologicamente conveniente anche se ha un costo energetico); la doppia membrana è formata dalle code idrofobiche all'interno e le teste idrofile all'esterno; le membrane contengono anche colesterolo, importante per il signaling e l'interazione nelle altre molecole (nella membrana mitocondriale non è presente... teoria endosimbiotica).



STEROIDI: non hanno una struttura formata da glicerolo e acidi grassi (hanno uno scheletro carbonioso costituito da quattro anelli fusi), ma vengono classificati tra i lipidi perché sono per lo più composti da H e C; hanno la funzione di regolazione in processi fisiologici (funzionano da ormoni) e strutturale (come il colesterolo); alcuni sono precursori di molecole molto importanti. Derivano dallo squalene.

TERPENI: formati da un numero di carboni multiplo di 5; contengono oli essenziali; sono molto volatili; importanti come difesa (es alcune formiche le rilasciano per allontanare predatori) e attrazione;

Esempio: **squalene**, prodotto in piante e animali, con funzione antiossidante, idratante, adiuvante nei vaccini (perché stimola il sistema immunitario); ne è molto ricco il fegato degli squali (è meno denso dell'acqua, quindi aiuta gli squali a galleggiare); intermediario per sintesi del colesterolo; gli squali venivano uccisi per prelevarne l'olio; anche la nostra pelle lo secerne, è idratante e anti-invecchiamento.

CAROTENOIDI: sono gruppi di pigmenti che assorbono la luce, grazie alla presenza di doppi legami; presente nelle piante (dà il colore rossiccio in autunno), per proteggere la clorofilla dalla fotossidazione; negli animali è un antiossidante ed è precursore della vitamina A; in alcune specie inoltre sono importanti per la colorazione distinta di individui di sesso diverso (è un fattore coinvolto nell'attrazione: in alcuni pesci più colori hai, più sei attraente).

VITAMINE LIPOSOLUBILI: gli animali non le sintetizzano a sufficienza, quindi dobbiamo assumerle; sono importanti perché reagiscono come cofattori nelle reazioni enzimatiche (senza i cofattori gli enzimi non riconoscono il soluto e la reazione non avviene).

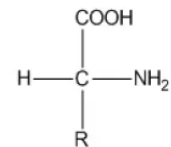
Sito appunti lipidi: <http://www.bmscience.net/blog/i-lipidi-struttura-e-funzione/>

Le proteine

Polimeri di amminoacidi legati tra di loro con *legami peptidici*, che acquisiscono strutture complesse dando diverse funzioni (sono proprietà emergenti).

Categorizzate in base alla funzione: enzimi, catalizzano diverse reazioni biochimiche (**rubisco** è il più abbondante); proteine strutturali (cheratina); proteine di difesa (anticorpi); proteine di signaling (ormoni, come insulina); ricettori di membrana (come i recettori nei linfociti); trasportatori di membrana, che regolano il passaggio di molecole (come Na⁺ per gli impulsi nervosi); proteine di accumulo (ovalbumina); proteine di trasporto (emoglobina); proteine regolatrici dei geni; proteine chaperon (proteine piccole che aiutano altre proteine ad assumere una conformazione funzionale); tossine, che difendono gli organismi da un attacco.

Un amminoacido è formato da: un gruppo amminico leggermente carico positivamente, un gruppo carbossilico leggermente carico negativamente, un H e un R, ossia un gruppo generico che caratterizza i diversi amminoacidi; vengono classificati in base al gruppo R in apolari, polari ed elettricamente carichi, chiamati "basici" o "acidi".



Struttura primaria: corrisponde alla semplice catena lineare di aa; il legame peptidico si forma tra il gruppo carbossilico di un aa e il gruppo amminico di un altro con una reazione di condensazione, quindi con il rilascio di acqua; la proteina più piccola nel nostro corpo è l'insulina (40/50 aa); la catena di aa si indica con una serie di lettere; una proteina si identifica dal **N terminale** fino al **C terminale**. Il primo amminoacido è la metionina, che corrisponde al codone di inizio della traduzione nella sintesi proteica.

Struttura secondaria: dipende dalla sequenza amminoacidica; una proteina con una catena lunga può presentare in regioni diverse entrambe le strutture:

- **α-elica:** a forma di elica, si crea grazie a legami ad idrogeno tra un O del carbossilico di un aa e un H del gruppo amminico di un altro (deve esserci un legame ogni 4 aa). È una struttura rigida;
- **foglietto β:** si forma grazie a legami ad idrogeno tra due sequenze della stessa proteina o di due proteine (il legame si forma tra H dell'amminico e O del carbossilico); sono strutture parecchio stabili, ma che si denaturano per alterazioni di calore o del pH.

Struttura terziaria: corrisponde alla sua struttura tridimensionale, che dipende dalle *catene laterali*, ossia R; i responsabili delle strutture terziarie sono le interazioni tra i gruppi R, quindi interazioni idrofobe, legami ionici o legami covalenti. Esempio: ponti disolfuro, legami molto stabili, fra le catene laterali di molecole di cisteina, che porta aree che sarebbero lontane in punti più prossimi.

Le alterazioni variano la struttura terziaria, alcune riescono a recuperare le loro conformazioni se tornano condizioni favorevoli, altre no. Possono avere cambiamenti di struttura anche in base all'unione con un repressore/induttore, che si lega con il sito catalitico, attivando o togliendo la funzione alla proteina.

Chaperonine: piccole proteine che aiutano altre a formare la loro struttura; alcune si legano nella struttura primaria e guidano la proteina in modo che un certo aa interagisca con un altro; altre aspettano che la proteina acquisisca la sua struttura terziaria e poi la cambiano se questa non è funzionale.

La struttura terziaria è caratterizzata da **DOMINI** (regione della catena che può assumere una struttura terziaria stabile, che dà alla proteina una certa funzione); i **domini coiled-coil** permettono che la proteina interagisca con un'altra; i domini **ATPasi** indicano che ha bisogno di ATP per lavorare

⇒ conoscere le diverse strutture di una proteina permette di conoscerne i domini, e quindi di ipotizzare la sua funzione (bisogna considerare tutti i domini insieme perché ci sono proprietà emergenti). Si può predire la

struttura terziaria conoscendo la primaria grazie alla bioinformatica, ma bisogna avere condizioni date di pH e di temperatura.

Struttura quaternaria: conseguenza dell'interazione delle diverse subunità della proteina (molte proteine contengono infatti due o più catene polipeptidiche, ciascuna piegata nella sua struttura terziaria). Se una proteina aumenta di complessità, acquisendo quindi una struttura quaternaria, c'è un vantaggio biologico, perché può acquisire proprietà emergenti.

Le proteine sono globulari o fibrose; le proteine possono interagire con altre proteine, acidi nucleici, ioni o lipidi.

⇒ *Uniprot* sito per creare proteine dalla sequenza di aa

Gli acidi nucleici

Sono polimeri di nucleotidi specializzati per custodire, trasmettere e utilizzare l'informazione genetica. Sono costituiti da uno zucchero pentoso legato con un legame glicosidico a una base azotata e un/due/tre gruppi fosfato (nucleotide monofosfato = fosfato alfa; bifosfato = fosfato beta, trifosfato = fosfato gamma); quello che si integra nella catena è un nucleotide monofosfato, che forma il legame fosfodiesterico (tra gruppo fosfato alfa e carbonio 5' del pentoso). Nella reazione di polimerizzazione il nucleotide trifosfato diventa monofosfato liberando energia. I singoli nucleotidi sono fondamentali come fonte di energia (ATP): la loro idrolisi libera molta energia.

BASI AZOTATE → *pirimidine*: Citosina, Timina, Uracile; *purine*: Adenina, Guanina. Nel doppio filamento del DNA la A si appaia con la T e la C con la G

Il DNA è formato dal desossiribosio, l'RNA dal ribosio (questo è più instabile: raramente l'RNA ha doppia elica); il filamento di DNA o RNA ha sempre una **polarità** (il "verso" del filamento, è opposta rispetto a quella del complementare), definita dalle estremità 3' e 5' (3 e 5 primo, che si trovano sul carbonio 3 e 5 del pentoso); è importante perché la trascrizione e la polimerizzazione hanno bisogno di lavorare su 3', e la DNA polimerasi aggiunge nucleotidi dalla 3' del filamento che sta generando.

DNA

Struttura e funzione DNA: è il contenitore dell'informazione genetica, che darà luogo alla sintesi della proteina che servono all'organismo per vivere; deve essere in grado di **conservare le informazioni**; è formato da una doppia elica con gruppi fosfato verso l'esterno e basi azotate verso l'interno del doppio filamento. È vantaggioso perché se le basi azotate fossero all'esterno sarebbero più esposte a pericoli e cambiamenti; inoltre il fatto che sia doppio fa sì che la DNA polimerasi possa rimediare agli errori commessi durante la copia delle basi dal filamento codificante, grazie al filamento stampo. Lo svantaggio è che per duplicarsi la doppia elica deve aprirsi, spendendo energia e con l'uso di enzimi.

Il modello a doppia elica è stato scoperto nel 1953 da Watson e Crick: le base azotate idrofobiche, interagiscono tra loro tramite legami ad idrogeno (tra A e T si formano 2 legami ad idrogeno, tra C e G 3). I due filamenti hanno polarità opposta, antiparallelismo che porta ad avere una disposizione invertita tra gli zuccheri (porta alla creazione di un solco minore e uno maggiore, il quale lascia esposti più siti con cui interagiscono le proteine). **Un giro d'elica contiene 10,5 paia di basi**. NB! La Timina del DNA viene trascritta in Uracile nell'RNA, in quanto queste 2 basi azotate stanno solo rispettivamente nel DNA e nell'RNA

L'ipotesi sulla duplicazione erano la conservativa, la semiconservativa e la dispersiva. Quella giusta è la **semiconservativa**: solo uno dei due filamenti serve a creare uno nuovo, l'altro viene usato come verifica

RNA

Virus ha il filamento di DNA o RNA, a mono o doppio filamento. Con RNA a singolo filamento e *polarità positiva*, va usato direttamente come mRNA, quindi va subito letto per la duplicazione (copiato come DNA dalla trascrittasi inversa); o *polarità negativa* (si crea un nuovo RNA che viene usato come mRNA)

- ⇒ Ma mRNA come può essere replicato? Il **dogma centrale della biologia molecolare** sancisce che il DNA può essere duplicato creando una molecola di RNA (e non l'inverso) tramite il processo di trascrizione e successivamente tradotto dai ribosomi che portano alla sintesi proteica; è stato però modificato: l'RNA virale viene replicato (anche convertendolo in DNA); a partire dal DNA si può sintetizzare direttamente una proteina grazie all'ingegneria chimica.

Il **codice genetico è universale e codifica a triplette di nucleotidi** (esempio: A, T, G prima tripletta, che codifica la metionina); **ogni tripletta codifica per un aa diverso**. Il fatto che sia universale sostiene l'ipotesi dell'origine monofiletica degli esseri viventi, ossia dell'unico antecede comune.

A partire dal filamento codificante viene trascritto l'mRNA: quando viene trascritto è *immaturato*, servono altri processi per renderlo pronto alla traduzione in proteine. Questi processi avvengono in compartimenti diversi nella eucariote: la trascrizione nel nucleo e solo una volta nel citoplasma viene letto dai ribosomi.

L'RNA non è solo materiale genetico dei virus: nel nostro corpo viene usato RNA, per esempio nel processo di trascrizione viene generato mRNA (monofilamento). **L'aver un monofilamento ha il vantaggio di formare strutture secondarie che gli conferiscono una funzione**, per esempio una funzione enzimatica; il problema è che si ha una singola copia, senza un filamento stampo (quindi non puoi rimediare alle mutazioni). Alcuni RNA sono codificanti (mRNA) e altri non codificanti, ossia **RNA trascrizionali** (che partecipano nella traduzione e nella trascrizione) e **Small RNA** (nel processamento, nella maturazione e nelle modifiche al RNA, importanti nello *splicing*); RNA con funzione catalitica (che può replicare se stesso ⇒ Si pensa che l'RNA sia stata la prima molecola a dare luogo alla vita);

Altre molecole importanti per la vita

NaCl: importante per la trasmissione degli impulsi nervosi, per l'equilibrio osmotico nelle cellule e il mantenimento del pH.

Ciclo dell'azoto: che viene assorbito dal suolo quando muoiono le piante. Viene riciclato per essere assunto dalle piante o liberato in ambiente.

Iodio: importante nello sviluppo embrionale (la mancanza porta a un problema neuronale)

Ferro: nell'emoglobina permette di raccogliere l'ossigeno; la mancanza porta alla modifica globuli rossi (che diventano più chiari, più piccoli e meno)

Magnesio: cofattore enzimatico (per DNA e RNA polimerasi), coinvolto nel sistema nervoso.

Calcio: importante per ossa e muscoli.