

La materia vivente e la sua composizione

LE MOLECOLE DELLA VITA

Gli esseri viventi presentano tra loro notevoli differenze nella forma, nelle dimensioni, nel modo di vivere, procurarsi il nutrimento, riprodursi. Tuttavia, nonostante questa grande **biodiversità**, tutti gli organismi sono costituiti da cellule, **unità elementari della vita**.

Tutti gli organismi presentano perciò una composizione chimica simile e sono costituiti, oltre che da **idrogeno** e **ossigeno** (che insieme si legano a formare l'**acqua**), da un altro importante elemento, il **carbonio**, che negli organismi viventi va a costituire un enorme numero di composti chimici diversi tra loro, i **composti organici**.

I composti organici

L'atomo di **carbonio** è un atomo "particolare", perché è in grado di legarsi ad altri atomi uguali, formando **catene** di

atomi di carbonio più o meno lunghe, alle quali si legano, come le foglie ai rami di un albero, atomi di altri elementi, in particolare di **idrogeno**, **ossigeno** e **azoto**.

Si formano così molecole molto grandi e complesse, che vengono chiamate **macromolecole** (**macro**, in greco, vuole dire "grande").

La maggior parte delle macromolecole sono **polimeri**, vale a dire lunghe molecole costituite dall'unione di molte molecole più piccole, chiamate **monomeri**.

Questi composti del carbonio sono componenti essenziali degli organismi viventi e sono stati chiamati, perciò, **composti organici**. I principali composti organici che costituiscono gli esseri viventi sono gli zuccheri, i grassi, le proteine e gli acidi nucleici.

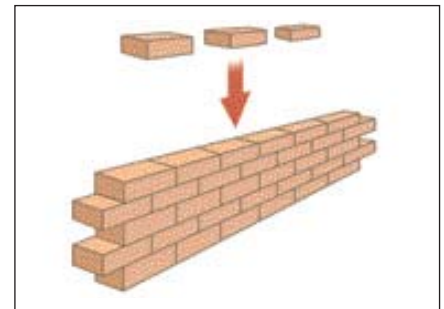


Figura 1 – Piccole molecole (monomeri) si uniscono tra loro per formare molecole più voluminose, i polimeri.

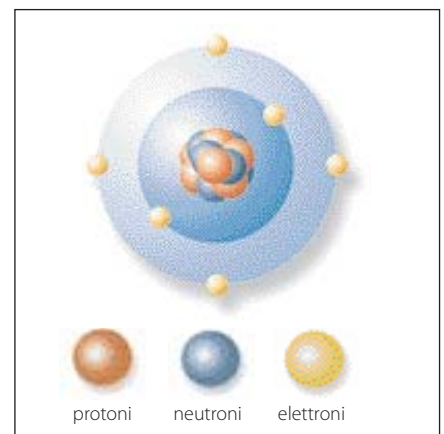


Figura 2 – L'atomo di carbonio (C), numero atomico 6, ha 6 protoni e quindi anche 6 elettroni.

Idrocarburi e formule chimiche

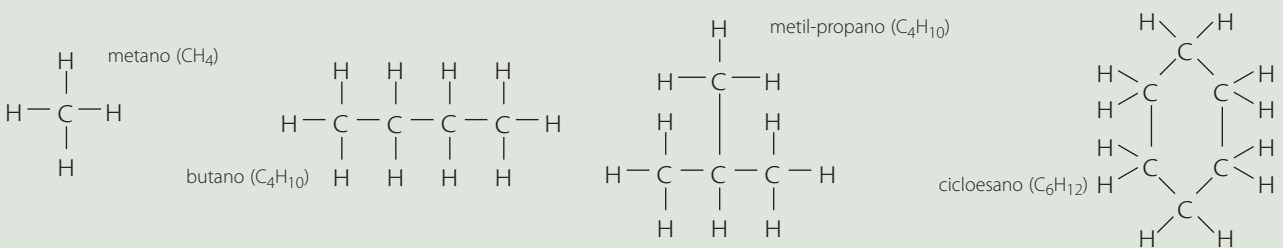
I più semplici composti organici sono gli **idrocarburi**, che contengono atomi di due soli elementi (carbonio e idrogeno) e sono per questo motivo definiti composti organici **binari**.

Poco importanti per gli esseri viventi, gli idrocarburi rivestono una notevole importanza economica: il metano e gli altri gas naturali, il gasolio, la benzina, gli oli combustibili sono, infatti, tutti idrocarburi.

Tutte le molecole organiche possono essere rappresentate mediante **formule chimiche**: le più semplici sono le **formule "brute"**, che indicano solo il numero di atomi di ogni elemento presenti nella molecola: ad esempio, tra i gas combustibili, la formula del metano è CH_4 , dell'etano C_2H_6 , del propano C_3H_8 , del butano C_4H_{10} .

Le **formule di struttura**, invece, mostrano anche in che modo gli atomi sono legati tra loro: queste formule consentono di distinguere composti diversi aventi formule "brute" uguali.

Ad esempio il metil-propano è un composto che ha la stessa formula bruta del butano (C_4H_{10}), ma la sua struttura è diversa, perché gli atomi sono legati tra loro in maniera diversa.



La materia vivente e la sua composizione

GLI ZUCCHERI O GLUCIDI

Gli zuccheri o glucidi, chiamati anche **carboidrati**, sono composti organici formati da atomi di **carbonio**, di **idrogeno** e di **ossigeno**, e quindi chiamati ternari, e vengono utilizzati dagli organismi viventi per **produrre energia**.

Le molecole più piccole, i **monosaccaridi**, possono unirsi tra loro a formare molecole più voluminose; se sono costituite da due monosaccaridi condensati insieme, queste molecole vengono chiamate **disaccaridi**, mentre i **polisaccaridi** sono costituiti da lunghe catene di monosaccaridi collegati fra loro.

Monosaccaridi

I monosaccaridi sono le sostanze che gli esseri viventi utilizzano per l'immediata produzione di energia per le cellule. Sono solubili in acqua e, perciò, circolano liberamente nei liquidi corporei.

Nel sangue dell'uomo e degli altri vertebrati circola il monosaccaride **glucosio**, che, nelle piante, viene prodotto mediante la sintesi clorofilliana.

Altri importanti monosaccaridi sono il **fruttosio**, presente nella frutta e in molti vegetali, e il **galattosio**, che si lega con il glucosio per formare un disaccaride, il lattosio.

Il **ribosio** e il **desossiribosio** sono, infine, due monosaccaridi a cinque atomi di carbonio (gli altri citati in precedenza ne contengono invece sei), importanti costituenti degli acidi nucleici (DNA e RNA).

Disaccaridi

I disaccaridi derivano dall'unione (**condensazione**) di due molecole di monosaccaridi:

– due molecole di glucosio formano il **maltosio**;

– una molecola di glucosio e una di fruttosio vanno a formare il **saccaro-**

sio, il comune zucchero da tavola, che si ricava dalla lavorazione della barbabietola e dalla canna da zucchero;

– una molecola di glucosio e una di galattosio formano il **lattosio**, lo zucchero contenuto nel latte.

Per poter usare i disaccaridi a scopo energetico, bisogna prima scinderli, cioè occorre separare le due molecole di monosaccaridi che li costituiscono.

Polisaccaridi

I polisaccaridi sono composti organici voluminosi, costituiti da molte molecole di monosaccaridi (glucosio) legate a formare **lunghe catene**. Essi rappresentano forme di riserva degli

zuccheri, da cui l'organismo vivente (animale o vegetale) può staccare, una a una, le molecole di glucosio per produrre energia. Negli animali il polisaccaride di riserva è il **glicogeno** (si trova nei muscoli e nel fegato), mentre nelle piante è l'**amido**.

La **cellulosa**, infine, è un polisaccaride che ha una funzione di sostegno, come costituente della parete delle cellule vegetali.

Glicogeno, amido e cellulosa sono polisaccaridi formati da lunghe catene di molecole di **glucosio**; la differenza tra queste tre macromolecole non è nei suoi componenti, ma nel tipo di **legame** tra le molecole di glucosio.



Figura 3 – La frutta, come molte altre specie vegetali, possiede un elevato contenuto del monosaccaride fruttosio.

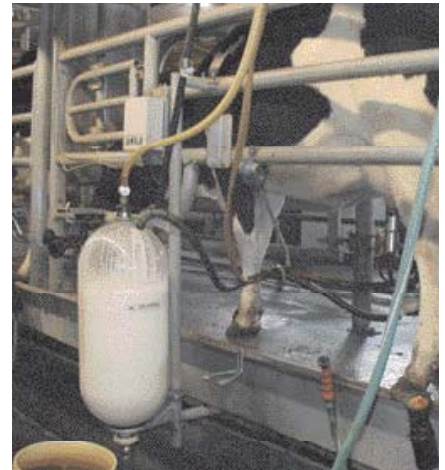


Figura 5 – Il latte contiene un disaccaride molto importante, il lattosio, unione di galattosio e glucosio.

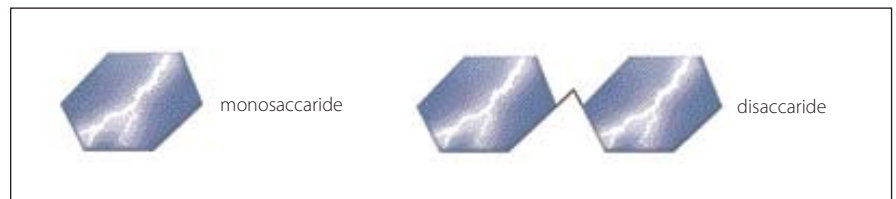


Figura 4 – I carboidrati più semplici sono i monosaccaridi, cioè costituiti da una sola molecola. I disaccaridi sono composti da due monosaccaridi.

La materia vivente e la sua composizione

3

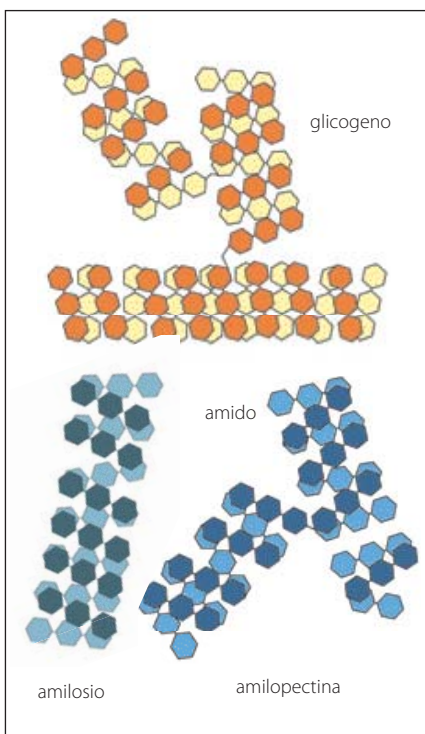


Figura 6 – Glicogeno e amido sono entrambi polimeri del glucosio, a funzione di riserva energetica; differiscono nelle catene, più ramificate nel glicogeno. L'amido comprende l'amilosio e l'amilopectina.

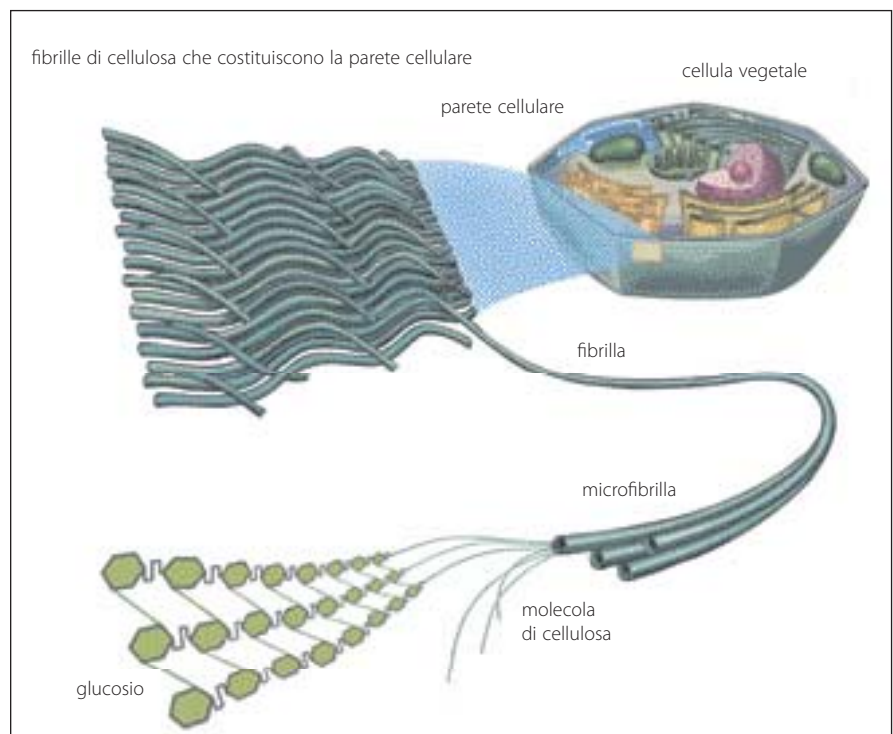


Figura 7 – La cellulosa è un costituente fondamentale della parete delle cellule vegetali.

I LIPIDI O GRASSI

I lipidi sono sostanze organiche **terrarie**, come i glucidi (sono composte cioè prevalentemente da carbonio, idrogeno e ossigeno), ma contengono spesso altri atomi (azoto e fosforo).

La loro principale caratteristica è l'**insolubilità in acqua** (e in soluzioni acquose come il sangue), mentre sono solubili in solventi organici (etere, acetone, cloroformio, benzolo ecc.).

I grassi vengono utilizzati prevalentemente per produrre **energia** o immagazzinati come **riserve energetiche**, in particolare nei vertebrati che, al contrario di molti vegetali, come i legumi o le patate, non sono in grado di immagazzinare grandi quantità di zuccheri sotto forma di polisaccaridi.

Nei vertebrati, infatti, gli zuccheri in eccesso vengono trasformati in grassi

(trigliceridi), che si accumulano come riserve energetiche in speciali cellule chiamate **cellule adipose**.

Nei semi e nei frutti di alcune piante i lipidi vengono immagazzinati sotto forma di **oli**.

Alcuni lipidi complessi (come fosfolipidi, glicolipidi, colesterolo) sono componenti delle **membrane cellulari**.

I **trigliceridi** sono composti derivati dalla condensazione di una molecola di **glicerolo** con tre molecole di **acidi grassi**; sono presenti in natura monogliceridi e digliceridi, nei quali al glicerolo sono legate, rispettivamente, solo una e due molecole di acidi grassi.

Le molecole dei trigliceridi sono **neutre**, non possiedono cioè gruppi polari dotati di cariche elettriche. Per questo sono fortemente **idrofobe** (dal greco

idro, acqua e **fobia**, paura: hanno paura dell'acqua) e non sono solubili in acqua, sulla quale galleggiano formando grosse gocce di grasso (Figura 8).



Figura 8 – Versando del comune olio in un bicchiere d'acqua, si può osservare come l'olio (un trigliceride) non si miscela con l'acqua, ma forma delle grosse gocce che galleggiano in superficie a causa della sua natura idrofoba.

La materia vivente e la sua composizione

I trigliceridi differiscono fra loro per i tipi di acidi grassi legati al glicerolo e queste differenze determinano le caratteristiche dei grassi che li contengono e, in particolare, la loro consistenza e il loro punto di fusione.

Grassi saturi e grassi insaturi

Gli atomi di carbonio degli acidi grassi possono essere collegati tra loro da **legami semplici** oppure possono essere presenti **legami doppi** (chiamati **punti di insaturazione**); perciò gli acidi grassi vengono anche suddivisi in:

- **saturi**, privi di doppi legami; sono presenti soprattutto nei grassi solidi (acido butirrico, palmitico, stearico);
- **monoinsaturi**, con un solo doppio legame, come ad esempio l'acido oleico, che costituisce circa i 2/3 degli acidi grassi presenti nell'olio d'oliva;
- **polinsaturi**, con due o più doppi legami, come l'acido linoleico, linolenico,

arachidonico ecc.; nell'essere umano questi ultimi tre acidi grassi, in particolare l'acido linoleico, sono molto importanti e vengono definiti **essenziali** in quanto l'organismo non è in grado di sintetizzarli in quantità sufficiente a soddisfare il suo stesso fabbisogno. È necessaria, perciò, la loro introduzione con gli alimenti.

Questa suddivisione dei grassi in saturi e insaturi è importante, perché dalla presenza di doppi legami dipende lo stato fisico (cioè solido o liquido) dei lipidi: i **grassi solidi** (di origine animale) sono prevalentemente costituiti da trigliceridi contenenti acidi grassi saturi, mentre gli **oli** (vegetali) contengono acidi grassi mono o polinsaturi.

I grassi polinsaturi svolgono un'importante **azione preventiva** nei confronti dell'**aterosclerosi**, una patologia delle arterie la cui insorgenza, al contrario, sembra essere favorita da un'al-

Legami semplici

— C — C — grassi saturi

Legami doppi

— C = C — grassi insaturi

Figura 9 – Legami semplici e doppi.

imentazione ricca di acidi grassi saturi (e, in generale, dai grassi animali).

Fosfolipidi e glicolipidi

Fosfolipidi e glicolipidi sono lipidi complessi. Nei **fosfolipidi**, come nei trigliceridi, il glicerolo si lega agli acidi grassi, ma al posto di una delle molecole di acidi grassi si lega un **gruppo fosfato** (dotato di carica elettrica, quindi polare), collegato, a sua volta, a un altro gruppo polare. Una parte della molecola dei fosfolipidi (quella legata agli

Struttura dei trigliceridi

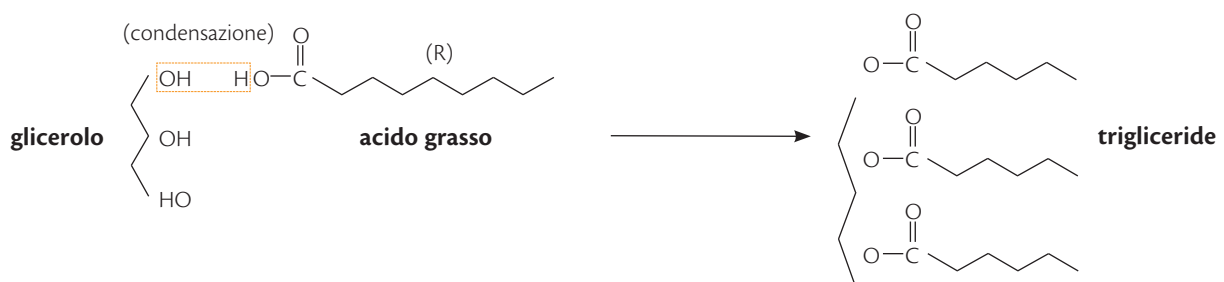
I trigliceridi sono costituiti da una molecola di glicerolo a cui si legano tre molecole di acidi grassi.

Gli acidi grassi sono formati da lunghe catene di atomi di carbonio legati tra loro e collegati ad atomi di idrogeno e, a una estremità di queste catene, ad atomi di ossigeno (gruppo carbossilico COOH).

I legami tra gli atomi di carbonio possono essere semplici o doppi.

Se sono presenti solo **legami semplici**, gli acidi grassi sono detti **saturi**; se sono presenti anche **legami doppi** sono invece detti **insaturi** (monoinsaturi e polinsaturi).

Nella formazione dei trigliceridi si liberano tre molecole di acqua (processo di **condensazione**, come nella formazione dei disaccaridi e polisaccaridi per l'unione di molecole di monosaccaridi); per separare gli acidi grassi dal glicerolo occorre "restituire" queste molecole di acqua (processo di **idrolisi**).



La materia vivente e la sua composizione

acidi grassi) è dunque priva di cariche elettriche ed è perciò idrofoba, mentre un'altra parte (quella legata al gruppo fosfato) è polare e quindi idrofila: la molecola ha una **"testa" idrofila** (il gruppo fosfato) e una **"coda" idrofoba** (gli acidi grassi). In acqua i fosfolipidi si dispongono allineati gli uni accanto agli altri, con le teste idrofile rivolte verso l'acqua e le code idrofobe che "si allontanano" dall'acqua (Figura 10).

I fosfolipidi costituiscono una componente fondamentale delle **membrane cellulari**, nelle quali si dispongono formando un **doppio strato**, con le code idrofobe disposte le une contro le altre e le teste idrofile rivolte verso l'acqua.

Nei **glicolipidi** invece del gruppo fosfato la testa polare (idrofila) è costituita da una molecola glucidica formata da un numero limitato di monosaccaridi legati tra loro (oligosaccaride); come i fosfolipidi, anche i glicolipidi sono importanti componenti delle membrane cellulari.

Il colesterolo e gli steroidi

Gli **steroidi**, di cui fa parte il **colesterolo**, sono composti insolubili in acqua, ma di struttura diversa dagli altri lipidi.

Anche il colesterolo è un'importante componente delle membrane delle cellule animali, per cui è contenuto negli alimenti di origine animale, in particolare carne, formaggi, burro e tuorlo d'uovo.

Nell'uomo il colesterolo è utilizzato anche per produrre ormoni steroidei, come gli ormoni sessuali maschili e femminili, il cortisolo e altri ormoni prodotti dalla corteccia surrenale.

Il fegato è in grado di produrre il colesterolo a partire dagli acidi grassi saturi: per questo l'introduzione di grassi di origine animale (grassi saturi) con gli alimenti va limitata, perché un eccesso di colesterolo (e quindi dei grassi saturi che ne favoriscono la produzione) comporta la formazione di placche di colesterolo sulla parete delle arterie (aterosclerosi), che ostacolano la normale circolazione del sangue (Figura 11), aumentando il rischio di danni al cuore (infarto miocardico) e ad altri organi importanti. Fa eccezione, tra gli alimenti di origine animale, il pesce, perché contiene acidi grassi insaturi (omega 3), che hanno effetto preventivo e riducono il rischio di questa malattia.

Le **cere**, presenti nel pelo e nelle piume degli uccelli, formano un ri-

vestimento impermeabilizzante che consente loro di tuffarsi in acqua o di volare sotto la pioggia senza rimanerne inzuppati (altrimenti si appesantirebbero e non riuscirebbero più a volare). Sono presenti anche nello scheletro esterno (esoscheletro) degli insetti e nel rivestimento delle foglie e dei frutti di molte piante.

Gli omega 3

Gli omega 3 sono acidi grassi poliinsaturi come l'acido linolenico, che sono ritenuti molto utili per la prevenzione delle malattie cardiovascolari. Contenuti in molti pesci (salmone, pesce spada, acciughe, sgombri ecc.), devono il loro nome alla posizione del primo doppio legame, considerando omega l'atomo di carbonio più lontano dal gruppo **COOH**.

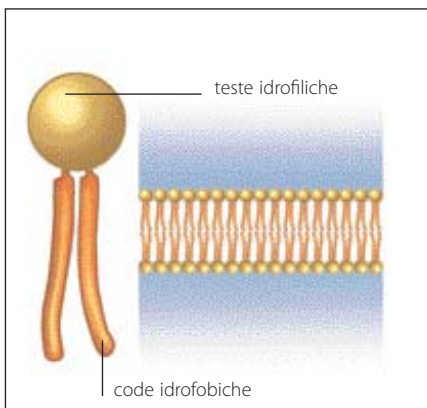
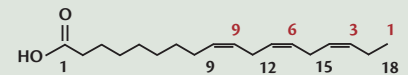


Figura 10 – I fosfolipidi, immersi in acqua, tendono spontaneamente a formare un doppio strato, con le teste idrofiliche rivolte verso l'acqua e le code idrofobiche a contatto tra loro.

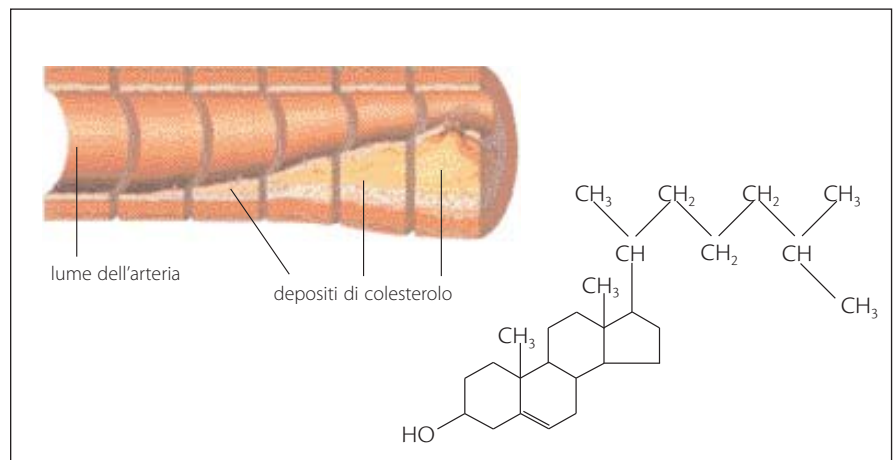


Figura 11 – L'immagine mostra l'evoluzione dei depositi di colesterolo (la cui formula di struttura è qui sopra) sulle pareti di un'arteria.

La materia vivente e la sua composizione

LE PROTEINE

Le proteine, oltre al carbonio, l'idrogeno e l'ossigeno, contengono un quarto tipo di atomi: gli atomi di **azoto**. Sono quindi composti organici **quaternari** (lipidi e glucidi sono, invece, composti organici ternari). Le proteine sono costituite da **amminoacidi** legati tra loro a formare lunghe catene. Come le parole differiscono per il numero e l'ordine delle lettere, così le proteine differiscono tra loro per il numero e la sequenza degli amminoacidi: esistono venti tipi di amminoacidi, per cui le combinazioni possibili sono moltissime.

Riconosciamo perciò molti tipi di proteine con funzioni tra loro diversissime: sono proteine i costituenti principali delle strutture cellulari, gli enzimi, gli ormoni, gli anticorpi ecc.

I legami che uniscono tra loro gli amminoacidi sono detti **legami peptidici**, per cui le proteine vengono dette anche **polipeptidi**.

Struttura delle proteine

Se paragoniamo una proteina a una collana di perle colorate, la prima cosa che salta all'occhio è la sequen-

za, l'ordine con cui sono allineate le perle dei diversi colori: la **struttura primaria** della proteina è data dalla **sequenza degli amminoacidi** (Figura 12). I gruppi R dei diversi amminoacidi possono attirarsi o respingersi, ripiegando la proteina su se stessa, realizzando una **struttura secondaria** che può assumere la forma di un'**elica** (alfa elica), come nel caso della cheratina (la proteina dei capelli) o della miosina (proteina delle cellule mu-

scolari), oppure a **foglietti ripiegati** (foglietti beta), come le proteine della seta o quelle della tela del ragno.

Le proteine che mantengono una struttura secondaria per tutta la loro lunghezza sono **proteine fibrose**; le **proteine globulari**, invece, si ripiegano ulteriormente su se stesse per mezzo di legami covalenti tra i gruppi R degli amminoacidi, realizzando una complessa **struttura terziaria** tridimensionale.

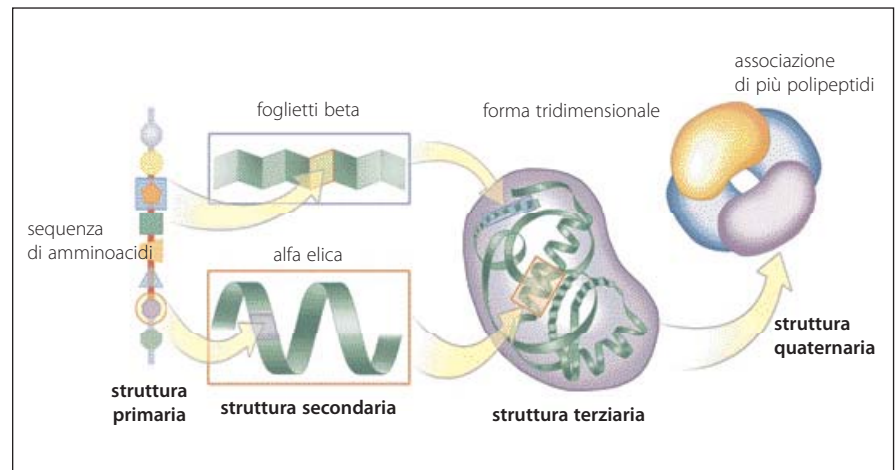
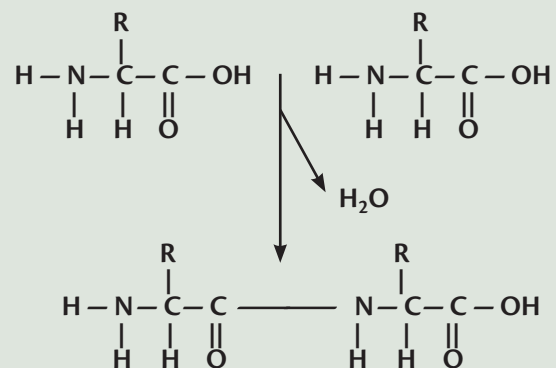


Figura 12 – Struttura delle proteine.

Gli amminoacidi e il legame peptidico

Ogni amminoacido presenta un atomo di carbonio centrale legato a un gruppo carbossilico (**COOH**), a un gruppo amminico (**NH₂**) e a un atomo di idrogeno (**H**); i venti diversi amminoacidi si distinguono per il **gruppo R** che forma il quarto legame dell'atomo di carbonio centrale: la struttura di questo gruppo determina le differenti proprietà chimiche e biologiche degli amminoacidi. Nelle proteine gli amminoacidi si legano tra loro per mezzo di **legami peptidici**, che si formano per la condensazione di un gruppo amminico di un amminoacido con il gruppo carbossilico di un altro amminoacido (con l'eliminazione di una molecola di acqua).



La materia vivente e la sua composizione

Sono proteine globulari gli enzimi, gli anticorpi, alcuni ormoni, i recettori presenti sulla membrana delle cellule: in tutte queste proteine la forma tridimensionale, determinata dalla struttura terziaria, è fondamentale per le funzioni biologiche che ciascuna proteina deve andare a svolgere.

Infine, molte proteine presentano una **struttura quaternaria**, determinata dalla combinazione di più catene di amminoacidi: ad esempio, l'emoglobina, importante proteina del sangue, è costituita da quattro catene di amminoacidi che circondano una parte centrale nella quale è contenuto il ferro (a cui si lega l'ossigeno).

GLI ACIDI NUCLEICI

Gli acidi nucleici sono le macromolecole più complesse e più importanti degli esseri viventi. Come le proteine, anche gli acidi nucleici sono costituiti da unità elementari (monomeri) che si collegano tra loro a formare una lunga catena che assume una forma caratteristica (ad esempio, una scala a chiocciola nel DNA, a trifoglio nell'RNA di trasporto).

Le singole unità si chiamano **nucleotidi**. Esistono due diversi acidi nucleici: il **DNA** (Acido Desossiribo Nucleico) e l'**RNA** (Acido Ribo Nucleico). Gli acidi nucleici hanno un'importanza determinante per tutti gli esseri viventi: in essi, infatti, è contenuto il codice genetico usato per la trasmissione dei caratteri ereditari e le informazioni necessarie per lo svolgimento di tutte le reazioni chimiche alla base del "fenomeno" vita.

I nucleotidi

Gli acidi nucleici sono costituiti da lunghe catene di unità elementari, i nucleotidi (allo stesso modo in cui le proteine sono costituite da lunghe catene di amminoacidi).

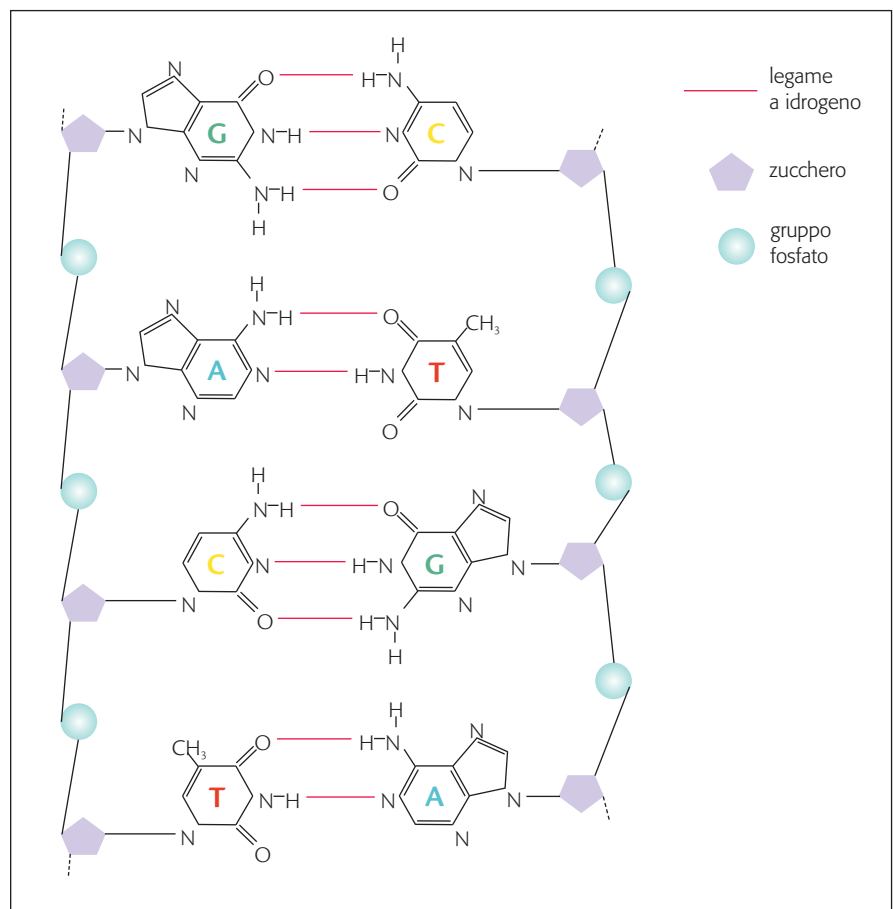


Figura 13 – Le basi azotate del DNA. Ogni nucleotide presenta una base azotata legata allo zucchero (desossiribosio), a cui si lega un gruppo fosfato.

I nucleotidi sono più complessi degli amminoacidi. Infatti, ogni nucleotide è costituito da tre parti unite insieme: un **gruppo fosfato** (P), uno **zucchero** (Z) a cinque atomi di carbonio (ribosio nell'RNA e desossiribosio nel DNA) e una **base azotata** (B), ossia una molecola complessa contenente azoto. Il fosfato (P) è legato allo zucchero (Z) e allo zucchero è legata la base azotata (B).

I nucleotidi si legano tra loro per formare le lunghe catene degli acidi nucleici; il gruppo fosfato di un nucleotide si lega allo zucchero del successivo nucleotide.

La **base azotata** è la parte variabile del nucleotide. Infatti, nel DNA possiamo distinguere quattro diverse basi azotate, ossia quattro tipi di nucleoti-

di, ognuno contenente una di queste basi azotate:

- Adenina (A); – Guanina (G);
- Citosina (C); – Timina (T).

Nell'RNA invece della Timina troviamo un'altra base azotata, l'**Uracile** (U). Possiamo così distinguere quattro diversi nucleotidi sia nel DNA sia nell'RNA.

Le basi azotate (e quindi i nucleotidi) sono **complementari**: alla Guanina si collega sempre la Citosina e all'Adenina la Timina (o l'Uracile, nell'RNA). Come perline di quattro colori diversi in una collana, così i quattro tipi di nucleotidi si possono collegare in sequenza diversa e questa **sequenza** ha un'importanza fondamentale perché rappresenta il **codice genetico** per la trasmissione dei caratteri ereditari.

La materia vivente e la sua composizione

8



Figura 14 – I nucleotidi del DNA e dell'RNA: lo zucchero presente è diverso (ribosio nell'RNA e desossiribosio nel DNA); inoltre nell'RNA una base azotata è diversa (Uracile invece della Timina presente nel DNA).

Struttura degli acidi nucleici

Il DNA e l'RNA, acidi nucleici, polimeri dei nucleotidi, presentano tra loro tre importanti differenze:

- nella struttura dei singoli nucleotidi, come già detto, nell'RNA troviamo lo zucchero **ribosio**, nel DNA il **desossiribosio**, che ha un atomo di ossigeno in meno del ribosio;
- tra le basi azotate, nel DNA c'è la **Timina (T)**, negli RNA l'**Uracile (U)**;
- infine, il DNA è costituito da **due catene** di nucleotidi complementari, appaiate e disposte a formare una specie di scala a chiocciola, mentre gli RNA

sono in gran parte costituiti da una **catena singola**.

Struttura del DNA. Nel DNA le basi azotate di una catena polinucleotidica sono **appaiate** alle basi complementari (A con T e C con G) dell'altra catena; tra le basi complementari si realizzano deboli legami (**legami a idrogeno**) che mantengono unite le due catene.

Come vedremo, parti delle due catene si potranno temporaneamente separare per consentire la trascrizione dell'informazione genetica su un RNA

messaggero; le due catene si potranno poi separare completamente per realizzare la duplicazione del DNA.

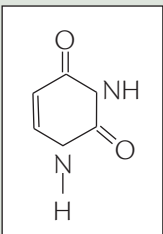
Struttura degli RNA. Gli RNA sono di tre tipi: RNA messaggero (mRNA), RNA ribosomiale (rRNA) ed RNA di trasporto (tRNA).

L'**RNA messaggero (mRNA)** è una copia di un pezzo di DNA (ossia di un gene), una sequenza di nucleotidi che forma una singola catena, che ha il compito di trasferire l'informazione genetica dal nucleo ai ribosomi, nel citoplasma.

L'**RNA ribosomiale (rRNA)**, insieme ad alcune proteine, forma i **ribosomi**, gli organuli in cui viene attuata la **sintesi proteica**, cioè la produzione delle proteine.

Gli **RNA di trasporto (tRNA)**, chiamati anche **RNA transfer**, sono costituiti da una singola catena di RNA, relativamente breve, che ha una caratteristica forma a trifoglio; a un'estremità della catena (corrispondente al "gambo" del trifoglio) si attacca un **amminoacido**; dalla parte opposta (corrispondente alla punta della foglia centrale del trifoglio) troviamo una sequenza di tre nucleotidi, una tripletta detta **anticodone**, perché complementare a una tripletta dell'RNA messaggero detta **codone**.

Le basi azotate



L'**uracile** è presente nell'RNA, sostituendo negli "accoppiamenti" (complementarietà) dei nucleotidi la timina: così l'adenina nel DNA è complementare alla timina, mentre nell'RNA è complementare all'uracile.

Accoppiamento delle **basi azotate** presenti nei nucleotidi del DNA: l'adenina (**A**) si lega alla timina (**T**), con la quale forma due legami idrogeno; la citosina (**C**) si lega alla guanina (**G**), formando tre legami idrogeno. Negli RNA manca la timina e l'adenina è complementare all'uracile (**U**).

A ⋮ T (nell'RNA A ⋮ U)

C ⋮ G

La materia vivente e la sua composizione

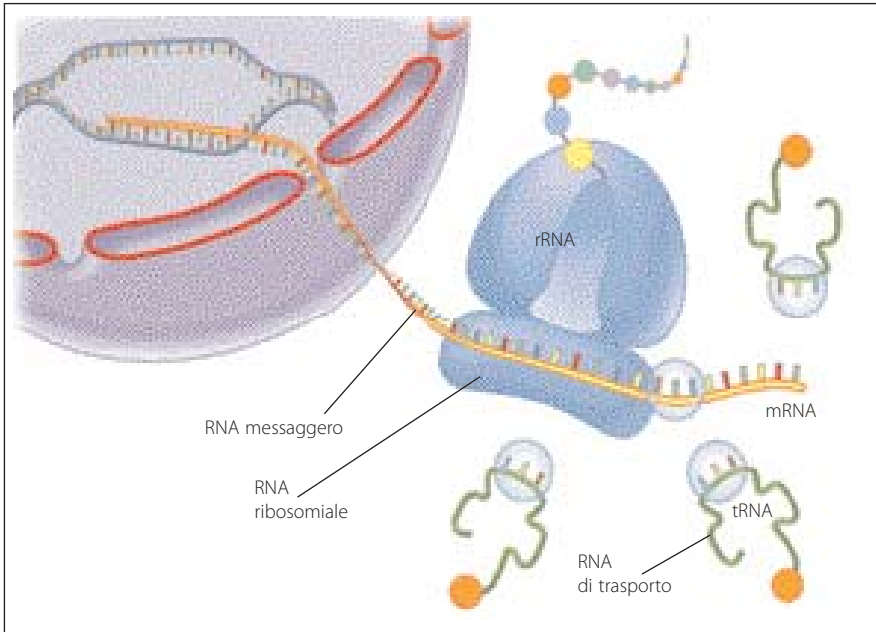


Figura 15 – I tre tipi di RNA: mRNA (RNA messaggero), copia di una porzione di DNA, rRNA (RNA ribosomiale), costituente dei ribosomi, e tRNA (RNA di trasporto), a cui sono legati gli amminoacidi.

sponibile per ripetere la reazione, teoricamente all'infinito. Ogni enzima è specifico per una sola reazione, poiché possiede una forma tridimensionale, ossia una struttura chimica che va bene solo per i reagenti di quella reazione che catalizza, come una chiave va bene solo per una serratura.

Tutte le reazioni chimiche che la cellula svolge sono catalizzate da enzimi specifici e perciò la vita della cellula (e dell'organismo intero) dipende dalla sua capacità di produrre tutti gli enzimi di cui ha bisogno per le sue reazioni chimiche.

Un piccolissimo errore nella costruzione di un enzima può determinare anche danni irreparabili alla cellula; perciò la produzione degli enzimi (che sono, chimicamente, delle proteine) è guidata con precisione dalle informazioni genetiche del "cervello" della cellula, cioè il suo **nucleo**.

REAZIONI CHIMICHE ED ENZIMI

La materia vivente è costituita da macromolecole che continuamente si trasformano per mezzo di **reazioni chimiche**. Una reazione chimica è un processo in cui una o più molecole (chiamate **reagenti**) si trasformano in altre molecole (dette **prodotti** della reazione).

Una reazione chimica presuppone la rottura di alcuni legami e/o la formazione di nuovi legami.

Le reazioni chimiche sono alla base della vita delle cellule di tutti gli organismi viventi e avvengono per effetto della collisione fra molecole; perché la collisione sia abbastanza violenta da rompere o stabilire nuovi legami, e quindi da innescare la reazione chimica, occorre una quantità di energia, più o meno elevata a seconda della particolare reazione, chiamata **energia di attivazione**.

Alcune sostanze, dette **catalizzatori**, sono in grado di **ridurre l'energia di attivazione** necessaria a innescare una reazione chimica e ne possono perciò **aumentare la velocità**.

Nelle cellule i catalizzatori "biologici" sono rappresentati dagli **enzimi**, costituiti da molecole proteiche.

Gli enzimi non prendono parte alle reazioni chimiche, ma le accelerano riducendo l'energia di attivazione necessaria. Una volta che la reazione è avvenuta, l'enzima è **nuovamente di-**

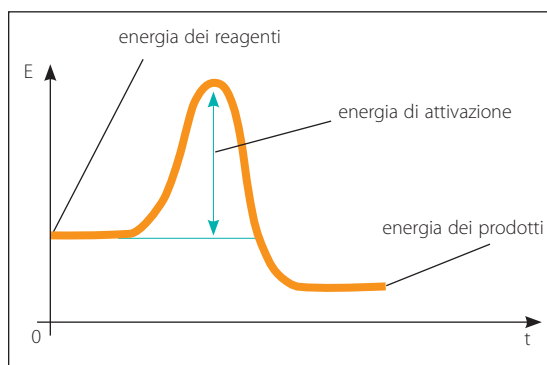
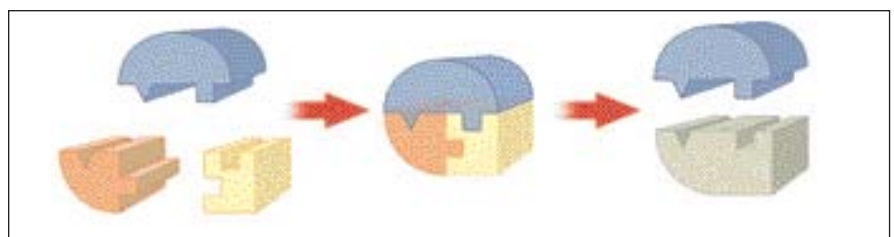


Figura 16 – Affinché la reazione abbia inizio e porti alla trasformazione dei reagenti in prodotti, occorre fornire l'energia di attivazione.

Figura 17 – Un enzima (E) interviene nella trasformazione dei due substrati S nella molecola P; alla fine della reazione, E è ancora disponibile per attivare la trasformazione di altre molecole di S.



La materia vivente e la sua composizione

10

Metabolismo ed energia

Come vedremo più avanti, l'insieme delle reazioni chimiche che avvengono nella cellula costituisce il **metabolismo cellulare**. Le sostanze chimiche organiche vengono continuamente trasformate attraverso lunghe serie di reazioni chimiche concatenate tra loro, che vengono definite **catene metaboliche**. In una catena metabolica, i prodotti della prima reazione chimica diventano i reagenti della seconda, i prodotti della seconda reazione diventano i reagenti della terza e così via, fino a uno o più prodotti finali della catena metabolica. Il metabolismo cellulare presenta due aspetti:

– l'**anabolismo**, ossia il processo di costruzione di grosse molecole (macromolecole) cellulari, che rappresentano le strutture portanti della cellula o materiali di deposito, di riserva energetica;

– il **catabolismo**, ossia la decomposizione delle grosse molecole in molecole più semplici, accompagnata da produzione di energia, che viene utilizzata per le reazioni anaboliche (che possono avvenire solo se viene fornita l'energia necessaria) e che in parte viene dispersa sotto forma di calore.

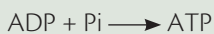
L'energia che si libera dalle reazioni cataboliche non può essere diretta-

mente utilizzata per la sintesi delle grosse macromolecole cellulari (anabolismo), ma viene prima trasferita a composti intermedi altamente energetici, tra i quali il più importante è l'**ATP**, Adenosina-Tri-Fosfato, una complessa molecola costituita da un nucleotide, l'Adenosina, a cui si legano in successione tre molecole di acido fosforico.

Il legame tra le molecole di acido fosforico è altamente energetico: si forma grazie all'energia fornita dalle reazioni cataboliche; la rottura del legame altamente energetico libera questa energia, che può essere utilizzata per le reazioni anaboliche cellulari.

Dall'ADP all'ATP e ritorno

L'ATP si forma dall'ADP per aggiunta di un gruppo fosfato, grazie all'energia fornita dalle reazioni ossidative cataboliche:

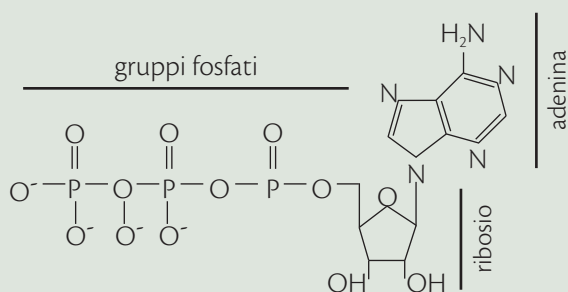


La trasformazione inversa, cioè



consente la liberazione di energia utilizzabile per le complesse reazioni anaboliche cellulari.

La molecola dell'ATP



La molecola dell'ADP

