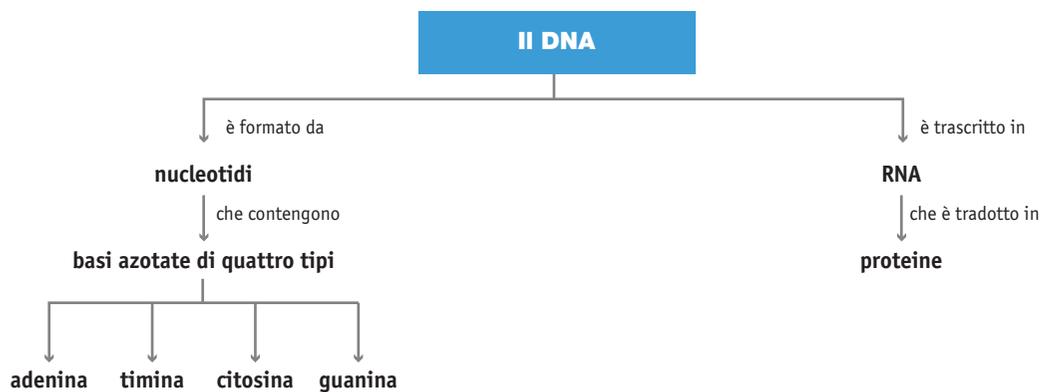
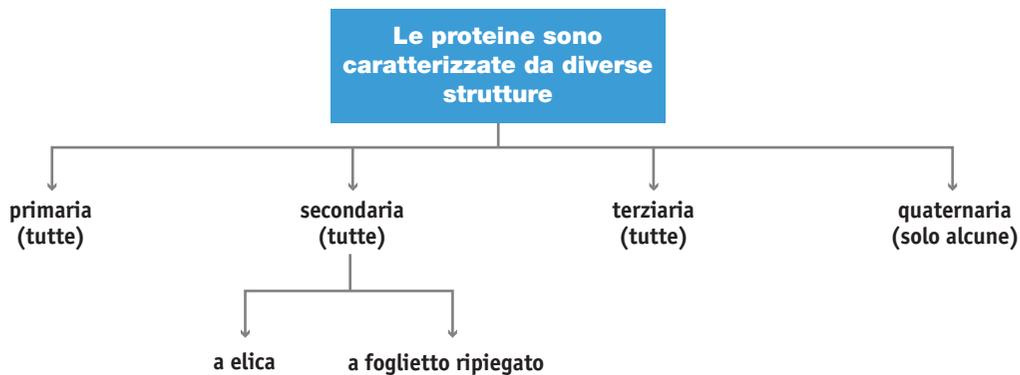
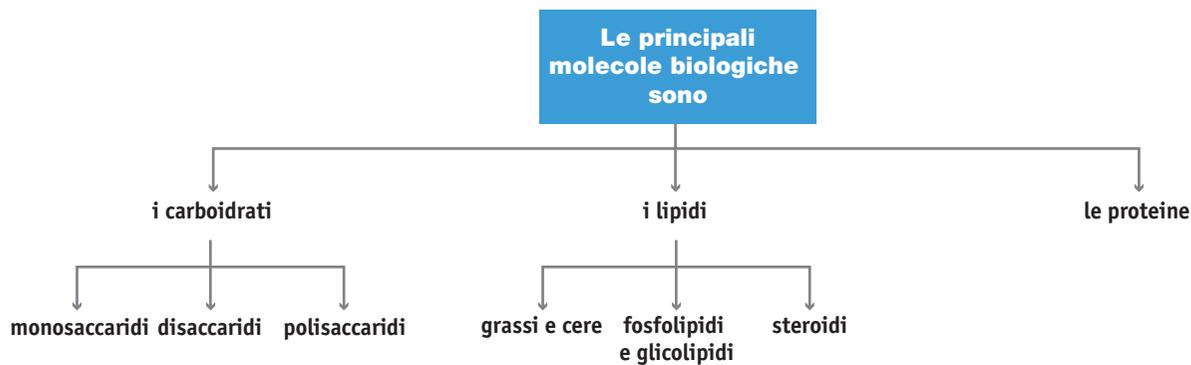


UNITÀ 1. Le molecole della vita



■ Elementi e composti negli organismi

Gli elementi chimici che costituiscono gli esseri viventi sono gli stessi che costituiscono il nostro pianeta e che si trovano in tutto l'Universo. Ciò che è notevolmente differente è l'*abbondanza relativa* con la quale essi si ritrovano nei tessuti viventi.

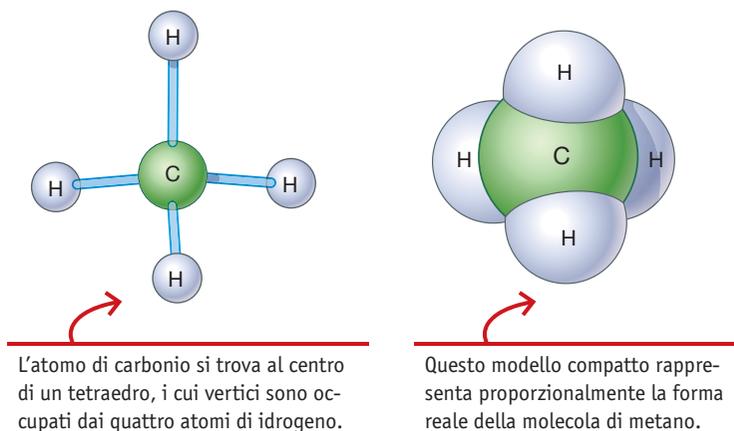
Mentre nell'Universo dominano idrogeno ed elio, le molecole biologiche sono costituite principalmente da carbonio, ossigeno, idrogeno e azoto. Gli elementi indispensabili alla vita sono molti di più e alcuni, gli **oligoelementi**, sono necessari anche se in piccola quantità.

Per quanto riguarda i composti, l'acqua è il composto inorganico più presente all'interno delle cellule. Essa costituisce circa il 65% del peso di una qualsiasi cellula umana. A parte una piccola frazione di ioni inorganici, la parte restante della cellula è costituita da composti organici quali proteine (20% circa), lipidi (12% circa) e da altre molecole organiche.

Il DNA, ovvero il composto che contiene le istruzioni necessarie alla vita di una cellula, costituisce soltanto lo 0,1% del suo peso.

Il **carbonio** è l'elemento presente in tutti i **composti organici**. Esso forma quattro legami covalenti con altri elementi costituendo una molecola a forma di tetraedro.

Il più semplice composto organico è il metano, la cui molecola è formata da un atomo di carbonio legato a 4 atomi di idrogeno.



Questa struttura tetraedrica può unirsi con altre strutture simili e dare origine a molecole molto grandi e molto complesse.

■ L'acqua nei sistemi viventi

La vita è presente sulla Terra perché il nostro pianeta possiede delle condizioni di temperatura e pressione tali da consentire l'esistenza dell'acqua allo stato liquido.

L'importanza biologica dell'acqua è molteplice, lo testimonia il fatto che l'acqua è il composto principale delle cellule e di tutti i sistemi viventi.

Tale abbondanza all'interno dei viventi è dovuta al fatto che nelle cellule e nel corpo degli organismi l'acqua svolge diverse funzioni fondamentali.

1. L'acqua rappresenta il **solvente** per molti soluti coinvolti nelle reazioni biochimiche fondamentali per la sopravvivenza. Tutte le reazioni chimiche delle cellule avvengono infatti in *soluzione acquosa*. La capacità dell'acqua di agire come solvente è dovuta alla **polarità** della sua molecola che, pur essendo neutra nel suo complesso, presenta al suo interno una distribuzione ineguale delle cariche positive e negative.

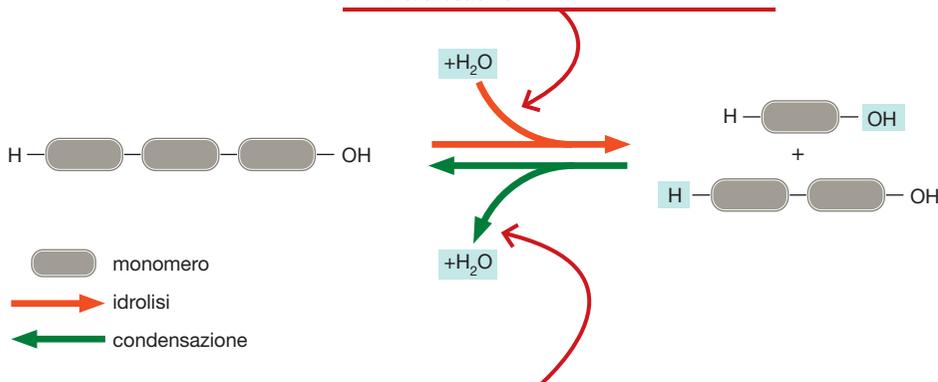
Le **sostanze idrofile**, ovvero in grado di sciogliersi in acqua, presentano generalmente molecole con una o più cariche elettriche positive o negative oppure molecole polari. Sono sostanze idrofile quindi i sali minerali, numerose proteine, la maggior parte dei carboidrati e il gruppo delle vitamine idrosolubili.

Le **sostanze idrofobe** non sono in grado di sciogliersi in acqua in quanto presentano generalmente delle molecole molto grandi e apolari, ovvero prive di carica elettrica. Sono sostanze idrofobe tutti i grassi, gli idrocarburi e il gruppo delle vitamine dette liposolubili.

2. In alcuni casi l'acqua non si limita al ruolo di solvente ma prende parte alle reazioni biochimiche in qualità di **reagente**, come ad esempio nella fotosintesi. In generale si può affermare che l'acqua funziona come reagente in tutte le reazioni di **idrolisi**.

In queste reazioni una molecola d'acqua viene scissa per formare gli ioni H^+ e OH^- , i quali vengono utilizzati per rompere molecole complesse in molecole semplici.

Nelle reazioni di **idrolisi**, l'acqua funziona come reagente e viene incorporata all'interno dei prodotti che si formano. Tali prodotti sono molecole più semplici delle molecole di partenza. L'insieme dei processi biochimici che porta alla formazione di molecole più semplici partendo da molecole più complesse viene detto **catabolismo**.



Le reazioni inverse in cui l'acqua è un prodotto di reazione, sono dette reazioni di **condensazione**. In questo caso le molecole prodotte sono più complesse delle molecole di partenza. L'insieme dei processi biochimici che porta alla formazione di molecole più complesse partendo da molecole più semplici viene detto **anabolismo**.

3. L'acqua infine svolge all'interno di molti organismi la funzione di **liquido di trasporto** extracellulare; negli animali per esempio il sangue è costituito approssimativamente dall'85% di acqua; nelle piante la *linfa* contiene una percentuale d'acqua ancora maggiore. Il corpo umano è costituito approssimativamente per il 60% del suo peso da acqua.

Le basi della chimica organica

Oggi si conoscono oltre 2 milioni di composti organici. Questa grande varietà si spiega con il fatto che l'atomo di carbonio può formare quattro legami di tipo covalente e combinarsi formando lunghe catene di atomi.

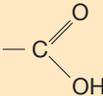
I composti organici che contengono esclusivamente atomi di carbonio e di idrogeno sono chiamati **idrocarburi**.

UNITÀ 1. Le molecole della vita

Il *metano* è la molecola organica più semplice. L'*etano* è un idrocarburo con 2 atomi di carbonio e la sua molecola ha la forma di 2 tetraedri uniti per un vertice. Il *propano* è un idrocarburo con 3 atomi di carbonio e il *butano* con 4 atomi di carbonio.

Tutti questi idrocarburi possiedono esclusivamente legami covalenti semplici; esiste però la possibilità che due atomi di carbonio formino tra loro un legame covalente doppio o un legame covalente triplo.

Le proprietà di un composto organico dipendono dalla lunghezza della catena di atomi di carbonio e dalla presenza di **gruppi funzionali**: gruppi di atomi che vengono coinvolti nelle reazioni chimiche e che si sostituiscono a un atomo di idrogeno nella struttura di un idrocarburo.

| Gruppo funzionale | Formula generale | Classe di composti | Molecole in cui si trovano |
|--|---|--------------------|--|
| ossidrilico —OH | —O—H | alcoli | zuccheri; vitamine idrosolubili |
| carbonilico  |  | aldeidi | alcuni zuccheri; formaldeide (un disinfettante) |
| |  | chetoni | alcuni zuccheri; «corpi chetonici» presenti nelle urine (provenienti dalla demolizione dei grassi) |
| carbossilico —COOH |  | acidi carbossilici | amminoacidi; proteine; alcune vitamine; acidi grassi |
| amminico —NH ₂ |  | ammine | amminoacidi; proteine; urea delle urine (proveniente dalla demolizione delle proteine) |

Molte molecole organiche derivano dall'unione di molecole più piccole (**monomeri**) che si legano tra loro dando molecole più grandi (**polimeri**). I polimeri molto grandi (a scala molecolare, cioè paragonati ad altre molecole) sono comuni nei viventi e sono detti **macromolecole**. Le macromolecole biologiche sono distinte in quattro classi:

- i *carboidrati*,
- i *lipidi*,
- le *proteine*,
- gli *acidi nucleici*.

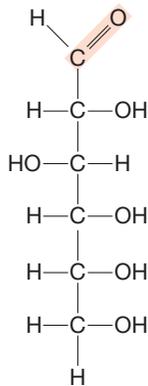
Le molecole biologiche: i carboidrati

I carboidrati, composti che contengono carbonio, ossigeno e idrogeno, sono le principali fonti di energia per le cellule.

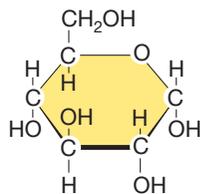
I **monosaccaridi** sono i carboidrati più semplici, formati da una sola molecola. Nella molecola dei monosaccaridi per ogni atomo di carbonio sono presenti due atomi di idrogeno e uno di ossigeno: la formula generica è quindi $(\text{CH}_2\text{O})_n$, dove n è il numero di atomi di carbonio.

Il *glucosio*, un monosaccaride che contiene sei atomi di carbonio, è prodotto nella fotosintesi ed è la principale fonte di energia per gli esseri umani e, in generale per tutte le cellule. Il *fruttosio* (presente nella frutta) e il *galattosio* (contenuto nel latte) sono altri monosaccaridi a sei atomi di carbonio, che differiscono dal glucosio per la struttura.

Struttura lineare del glucosio



Struttura ad anello



Le molecole dei vari monosaccaridi possono unirsi tra loro tramite una *reazione di condensazione* per dare zuccheri con molecole più grandi. Il saccarosio, la cui molecola è formata da due unità diverse (una molecola di glucosio e una di fruttosio), è un **disaccaride**.

I carboidrati formati da centinaia o migliaia di unità si chiamano **polisaccaridi**.

Alcuni polisaccaridi funzionano come riserve di zuccheri semplici per gli organismi. Per esempio, le piante immagazzinano lo zucchero in eccesso sotto forma di *amido*, formato da molte unità di glucosio. Gli animali, invece, fanno

scorta di zucchero sotto forma di *glicogeno* nel fegato e nei muscoli. Altri polisaccaridi costituiscono i materiali che hanno la funzione di sostenere le cellule o l'intero organismo. È il caso della *cellulosa*, la principale componente del legno.

Le molecole biologiche: i lipidi

Le macromolecole dei **lipidi** sono formate da atomi di carbonio, ossigeno e idrogeno, proprio come i carboidrati. Nonostante siano formati dagli stessi elementi, i lipidi e i carboidrati hanno caratteristiche del tutto differenti, che dipendono dalla diversa disposizione degli atomi, cioè dal modo in cui essi sono legati tra loro a formare queste macromolecole.

Una delle caratteristiche che accomuna tutti i lipidi è il fatto che non si sciolgono nell'acqua (si dice che sono *insolubili* in acqua).

I lipidi comprendono un vasto gruppo di macromolecole che svolgono diverse funzioni negli organismi.

1. I grassi servono a immagazzinare energia (come avviene con i carboidrati); ogni molecola di grasso è formata da tre molecole di *acido grasso*, legate a una molecola di *glicerolo*.

Le caratteristiche di un grasso dipendono dalla lunghezza dello *scheletro carbonioso* che costituisce gli acidi grassi e dalla presenza o meno di doppi legami covalenti (C = C) nelle catene stesse.

I lipidi che contengono acidi grassi in cui non compaiono doppi legami sono detti *saturi* e sono solidi a temperatura ambiente. Sono grassi di questo tipo il burro e il grasso della carne.

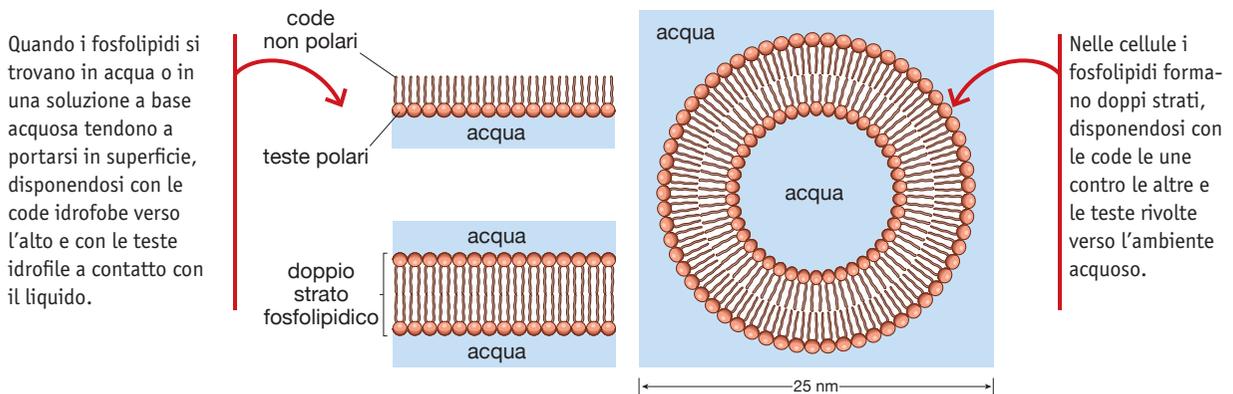
I lipidi che contengono acidi grassi in cui compaiono doppi legami sono detti *insaturi* e sono liquidi a temperatura ambiente, come l'olio d'oliva e gli oli di semi.

2. Le cere hanno la funzione di proteggere la pelle, rendere impermeabili il pelo e le penne degli animali, oltre che le foglie e i frutti delle piante terrestri.

3. I fosfolipidi sono un gruppo di lipidi particolarmente importanti perché formano le membrane che delimitano tutte le cellule. Ogni molecola di fosfolipide ha una duplice natura: è **idrofila** (cioè ha affinità per l'acqua) in corrispondenza della «testa», formata da un gruppo di atomi che contiene fosforo, ed è **idrofoba** (cioè non ha affinità per l'acqua e tende ad allontanarsi da essa) in corrispondenza delle due «code» formate

UNITÀ 1. Le molecole della vita

da acidi grassi. Per comodità i fosfolipidi vengono rappresentati con una sferetta (la «testa» polare) dalla quale pendono due code.



4. Gli **steroidi** sono lipidi molto diversi dai fosfolipidi e dagli acidi grassi. Negli steroidi, gli atomi di carbonio si legano a formare quattro anelli chiusi e uniti tra loro.

Lo steroide più comune è il **colesterolo**, un componente essenziale della membrana cellulare. Inoltre, il colesterolo rappresenta la molecola di partenza nella sintesi di un gruppo di ormoni, detti ormoni steroidei.

Le molecole biologiche: le proteine

Dopo l'acqua, le proteine sono le sostanze più abbondanti nelle cellule e sono coinvolte nella maggior parte dei processi biologici che si svolgono in esse.

Nell'organismo umano si trovano più di 10000 tipi di proteine diverse. Grazie alla loro varietà, le proteine svolgono molte funzioni, tra cui:

- facilitano le reazioni chimiche che avvengono nelle cellule (ruolo di enzimi),
- regolano l'entrata e l'uscita di alcune sostanze dalle cellule (proteine di membrana),
- servono come sostegno e sono coinvolte nel movimento cellulare (proteine strutturali).

Alcune proteine formano strutture visibili a occhio nudo, come le ragnatele e i capelli.

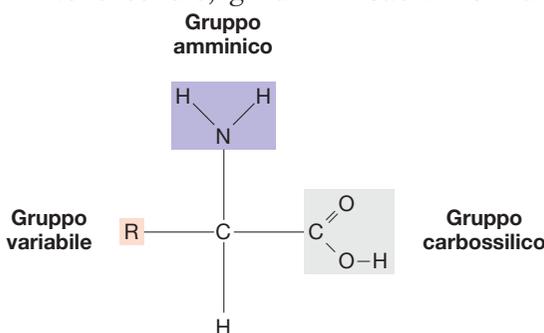
Le macromolecole proteiche sono formate da unità più piccole dette **amminoacidi**.

Ogni molecola di amminoacido presenta due gruppi funzionali legati a un atomo di carbonio (C) centrale: il gruppo carbossilico ($-\text{COOH}$) e il gruppo amminico ($-\text{NH}_2$).

Il carbonio centrale è legato anche a un atomo di idrogeno (H) e a un gruppo di atomi (indicato genericamente con R), che differenzia i vari tipi di amminoacidi. Esistono solo 20 tipi di amminoacidi.

Nelle cellule, gli amminoacidi formano lunghe catene mediante legami covalenti tra il carbonio (C) del gruppo carbossilico di una molecola e l'azoto (N) del gruppo amminico della molecola successiva. La sequenza degli amminoacidi in una proteina rappresenta la sua **struttura primaria**.

Una volta che la proteina è stata assemblata, gli amminoacidi formano tra loro legami a idrogeno che determinano un ripiegamento della molecola.



Tale configurazione tridimensionale, detta **struttura secondaria**, può essere:

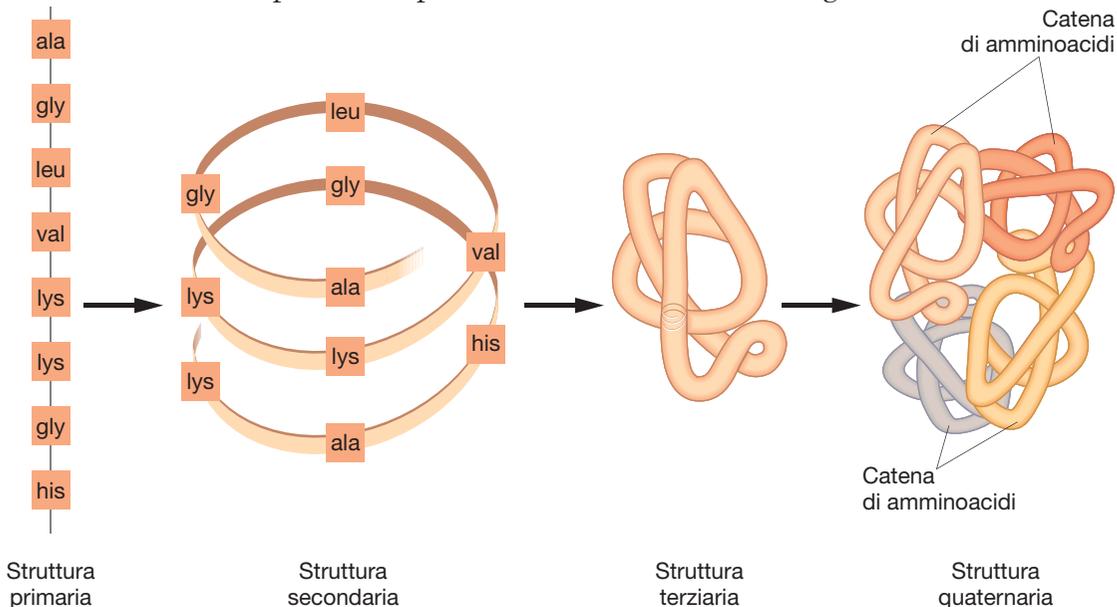
- a **elica**, tipica delle proteine elastiche;
- piana, con le catene di aminoacidi allineate in file parallele (questa struttura è detta a **foglietto ripiegato** ed è tipica di proteine lisce, soffici ma non elastiche).

La struttura secondaria può ripiegarsi e determinare la complessa **struttura terziaria** di alcune proteine.

Grazie a questi ripiegamenti, le proteine formano delle «nicchie» chiamate **siti**. Come la serratura di una porta che viene aperta da una sola chiave, il sito di una proteina è in grado di «accogliere» un unico tipo di molecola o di atomo. Si tratta di una proprietà fondamentale in molti processi biologici.

Molte proteine sono formate da più catene di aminoacidi legate tra loro. L'insieme delle diverse catene rappresenta la loro **struttura quaternaria**.

Dalla forma delle proteine dipende la funzione che esse svolgono.



Le molecole biologiche: gli acidi nucleici

Gli **acidi nucleici** sono molecole biologiche complesse presenti in diverse zone della cellula.

Il termine «acido nucleico» deriva dal fatto che queste molecole sono state trovate per la prima volta all'interno del nucleo. I principali acidi nucleici sono il **DNA** e l'**RNA**.

La funzione del DNA (*acido desossiribonucleico*) è quella di contenere le informazioni necessarie alla produzione delle proteine e di trasmettere le informazioni ereditarie.

Ogni molecola di DNA è costituita da due lunghi filamenti, disposti come una doppia elica. Ciascun filamento è formato da una catena di **nucleotidi**: monomeri che contengono un *gruppo fosfato*, uno *zucchero a 5 atomi di carbonio* (il deossiribosio) e una *base azotata*.

Esistono quattro tipi di basi azotate, contenute nei nucleotidi del DNA:

- **adenina** (A),
- **guanina** (G),
- **citosina** (C),
- **timina** (T).

UNITÀ 1. Le molecole della vita

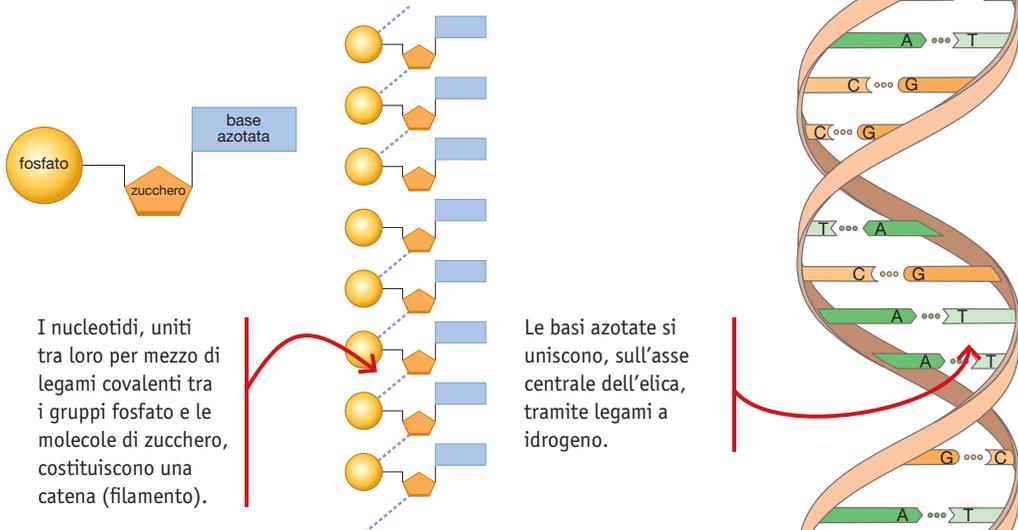
I nucleotidi di ciascun filamento possono essere disposti in qualunque ordine e – dal momento che una molecola di DNA può contenere milioni di nucleotidi – la sequenza delle basi può presentarsi con un'enorme varietà.

Il DNA possiede una struttura molto lunga e spiralizzata, detta a **doppia elica**.

Le basi azotate si appaiano seguendo sempre lo stesso principio:

- l'adenina (A) può appaiarsi soltanto con la timina (T),
- la citosina (C) soltanto con la guanina (G).

Per questo appaiamento caratteristico si dice che le basi azotate sono *complementari*. Per esempio, la sequenza di basi ACCG è sempre appaiata alla sequenza TGGC.



L'**RNA** (acido ribonucleico) è molto simile al DNA, dal momento che viene prodotto dalle cellule usando quest'ultimo come se fosse uno «stampo»; rispetto ad esso presenta delle differenze: per lo zucchero (il *ribosio* anziché il *desossiribosio*) che lo costituisce e per le basi azotate presenti. Nell'RNA infatti non si trova la timina (T), che è sostituita da un'altra base azotata: l'**uracile** (U). Come la timina, l'uracile si appaia solo con l'adenina (A).

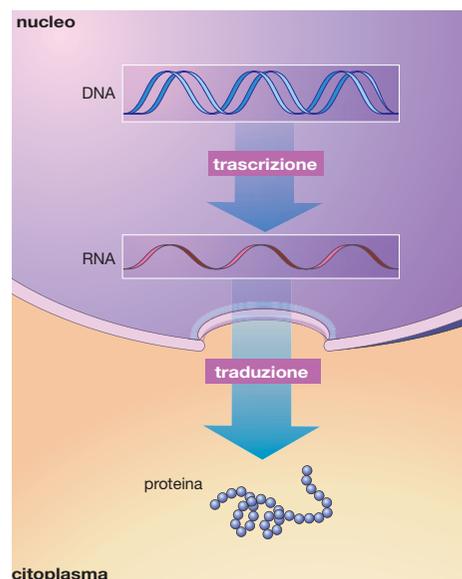
La maggior parte dell'RNA è formata da un **singolo filamento** (rispetto ai due filamenti del DNA).

Come nel DNA i nucleotidi sono tenuti insieme da legami covalenti.

Esistono tre diversi tipi di RNA, che presentano delle forti differenze sia a livello strutturale sia per la loro funzione specifica:

- l'**mRNA** o RNA messaggero,
- l'**rRNA** o RNA ribosomiale,
- il **tRNA** o RNA di trasporto.

I tre tipi di RNA funzionano come intermediari nei processi che, partendo dal DNA, portano alla produzione delle **proteine**. Attraverso l'RNA, infatti, la sequenza di basi del DNA viene «tradotta» in una sequenza di **amminoacidi**, i monomeri che formano le proteine.



■ L'origine della vita

La comparsa della vita sulla Terra è rimasta per secoli un mistero. Negli ultimi decenni, gli scienziati hanno tentato di fare luce su questo straordinario evento, elaborando alcune ipotesi sull'origine dei primi esseri viventi. I più antichi fossili conosciuti sono simili ai cianobatteri, organismi unicellulari procarioti attualmente viventi. Essi sono contenuti in rocce dette **stromatoliti** e sono antichi almeno 2,4 miliardi di anni.

Esistono delle stromatoliti ancora più antiche, nella regione di Pilbara (Australia), la cui origine biologica è però in discussione. Le rocce di Pilbara si sono infatti formate 3,5 miliardi di anni fa e, qualora in esse venisse confermata la presenza di fossili, permetterebbero di spostare all'indietro notevolmente l'inizio della storia della vita sulla Terra.

Alcuni esperimenti hanno mostrato come sia possibile che, in certe condizioni, si formino delle molecole organiche complesse a partire da composti inorganici e idrocarburi semplici, come il metano.

Da un esperimento ideato dal biochimico Stanley Miller nacque la cosiddetta teoria del «**brodo primordiale**», secondo cui a partire da un'atmosfera ricca di vapore acqueo, ammoniacca, idrogeno e metano si sarebbero prodotti degli amminoacidi.

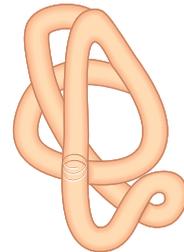
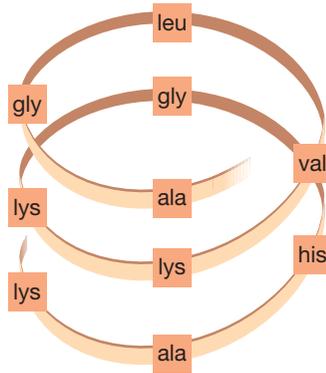
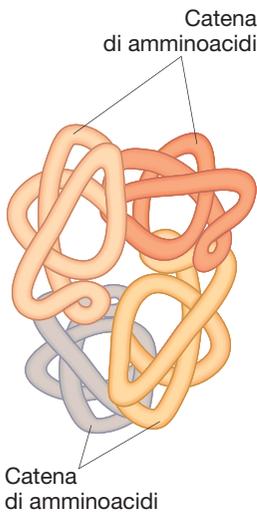
Esistono diverse ipotesi su come le molecole biologiche si sarebbero organizzate spontaneamente fino a formare delle **proto-cellule**, isolate da una membrana e in grado di autoreplicarsi. Si è a lungo discusso su quali molecole biologiche potessero essere in grado di autoreplicarsi (e quindi essere alla base delle prime forme di vita), per propendere infine per l'RNA.

Alcuni scienziati ritengono che la vita potrebbe avere un'**origine extraterrestre** e che solo successivamente alla sua nascita si sarebbe trasferita sul nostro pianeta.

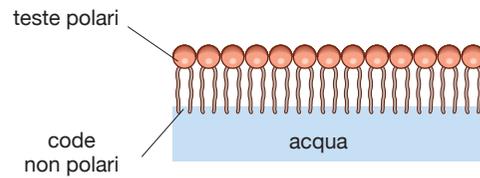
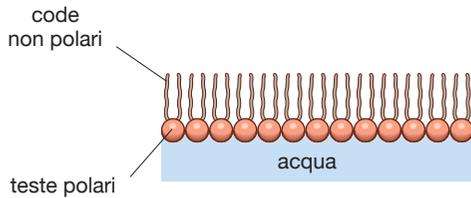
Una teoria simile, nota come **panspermia**, postula che la vita sia presente e sparsa nell'Universo e che possa trasferirsi da un pianeta all'altro trasportata da meteoriti o comete. È stato dimostrato infatti che i batteri possono sopravvivere per lungo tempo anche fuori dall'atmosfera terrestre.

UNITÀ 1. Le molecole della vita

1 Scrivi sotto a ogni figura quale tipo di struttura della proteina rappresenta: primaria, secondaria, terziaria, quaternaria.



2 Quale di questi disegni rappresenta correttamente il modo in cui i fosfolipidi si dispongono sulla superficie dell'acqua? Perché?



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3 Completa le seguenti frasi scegliendo i termini corretti tra quelli indicati nei corrispondenti riquadri.

A. Le molecole..... più complesse sono caratterizzate da particolari gruppi di atomi detti

Gruppi funzionali, inorganiche, organiche, monomeri

B. Molte molecole organiche derivano dall'unione di molecole più piccole,, che si legano tra loro per dare molecole più grandi,

Gli aminoacidi, i polimeri, i monosaccaridi, i monomeri

C. Alcuni polisaccaridi funzionano come riserve di semplici per gli organismi. Tali riserve sono in forma di nelle piante e di negli animali.

Lipidi, proteine, glicogeno, cellulosa, zuccheri, amido

D. sono i principali componenti delle membrane cellulari.

I monosaccaridi, i fosfolipidi, i polisaccaridi, gli aminoacidi

E. Le proteine sono formate da catene di

Acidi grassi, steroidi, aminoacidi, glucosio

F. La sequenza di aminoacidi in una proteina si chiama struttura Tutte le proteine la possiedono. Invece, non tutte le proteine possiedono la struttura

Gruppo carbossilico, secondaria, quaternaria, gruppo amminico, primaria