

ZANICHELLI

Simonetta Klein

Il racconto delle scienze naturali

ZANICHELLI

Capitolo 2

Le biomolecole

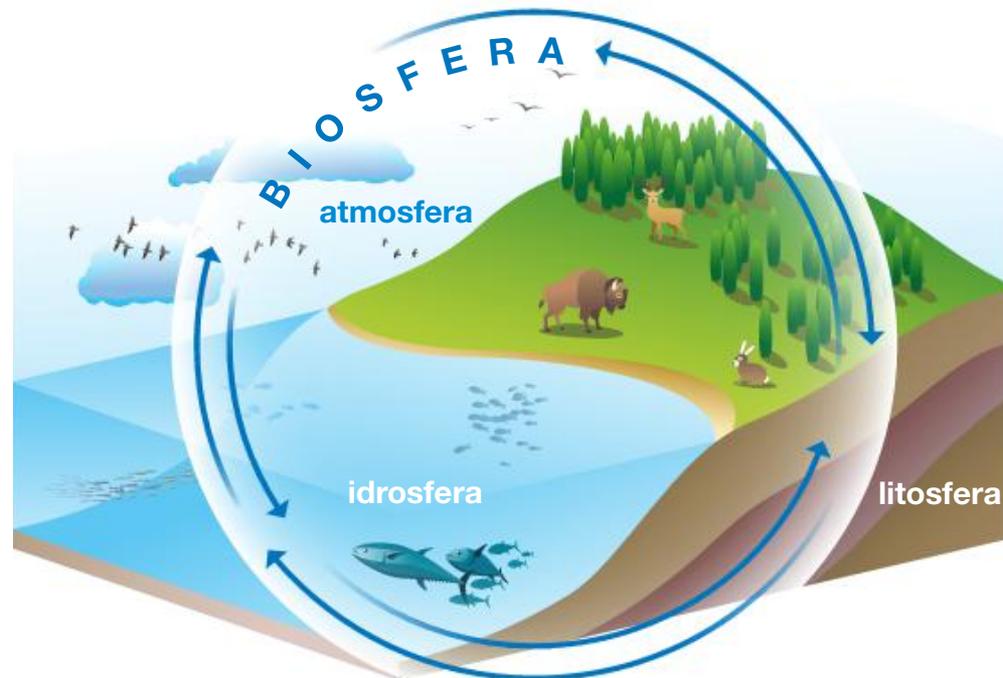
ZANICHELLI

Sommario

1. Le molecole della vita
2. I carboidrati
3. I lipidi
4. Le proteine
5. Gli acidi nucleici

Le molecole della vita

- La **biosfera** è lo strato del nostro pianeta in cui vivono, crescono, interagiscono e si riproducono gli **organismi viventi**, tra i quali la nostra stessa specie.
- Fisicamente, la biosfera comprende gli strati più bassi dell'atmosfera, il suolo e uno strato di sottosuolo (parti della litosfera) e tutte le masse d'acqua, cioè l'idrosfera.



Le molecole della vita

- Il **96%** della materia biologica è composto da atomi di solo quattro elementi: **carbonio (C)**, **idrogeno (H)**, **ossigeno (O)**, **azoto (N)**. Il 4% rimanente è ripartito fra fosforo (P), zolfo (S), sodio (Na), potassio (K), calcio (Ca), cloro (Cl); infine, solo lo 0,01% è composto da altri atomi (gli oligoelementi).
- Gli atomi di questi elementi compongono le sostanze inorganiche e organiche presenti nelle cellule degli organismi viventi.
- I *composti inorganici* principali sono acqua e sali, mentre i *composti organici* o biomolecole sono carboidrati, lipidi, proteine e acidi nucleici.



Le molecole della vita

GRUPPI → 1																	18	
PERIODI ↓																		
1	1 H idrogeno 1,008 ±1 2,20 1s ¹															2 He elio 4,003 -- 1s ²		
2	3 Li litio 6,941 +1 0,98 [He]2s ¹	4 Be berillio 9,012 +2 1,57 [He]2s ²															10 Ne neon 20,18 -- [He]3s ² 2p ⁶	
3	11 Na sodio 22,99 +1 0,93 [Ne]3s ¹	12 Mg magnesio 24,31 +2 1,31 [Ne]3s ²															18 Ar argon 39,95 -- [Ne]3s ² 3p ⁶	
4	19 K potassio 39,10 +1 0,82 [Ar]4s ¹	20 Ca calcio 40,08 +2 1,00 [Ar]4s ²	21 Sc scandio 44,96 +3 1,36 [Ar]3d ¹ 4s ²	22 Ti titanio 47,87 +2+3+4 1,54 [Ar]3d ² 4s ²	23 V vanadio 50,94 +2+3+4+5 1,63 [Ar]3d ³ 4s ²	24 Cr cromo 52,00 +2+3+6 1,66 [Ar]3d ⁴ 4s ¹	25 Mn manganese 54,94 +2+3+4+6+7 1,55 [Ar]3d ⁵ 4s ²	26 Fe ferro 55,85 +2+3 1,83 [Ar]3d ⁶ 4s ²	27 Co cobalto 58,93 +2+3 1,88 [Ar]3d ⁷ 4s ¹	28 Ni nicel 58,69 +2+3 1,91 [Ar]3d ⁸ 4s ¹	29 Cu rame 63,55 +1+2 1,90 [Ar]3d ¹⁰ 4s ¹	30 Zn zinc 65,37 +2 1,65 [Ar]3d ¹⁰ 4s ²	31 Ga gallio 69,72 +3 1,81 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹	32 Ge germanio 72,64 +2+4 2,01 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ²	33 As arsenico 74,92 +3+5 2,18 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ³	34 Se selenio 78,96 +2+4+6 2,55 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴	35 Br bromo 79,91 ±1+3+5 2,96 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵	36 Kr cripton 83,80 -- 3,00 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶
5	37 Rb rubidio 85,47 +1 0,82 [Kr]5s ¹	38 Sr stronzio 87,62 +2 0,95 [Kr]5s ²	39 Y ittrio 88,91 +3 1,22 [Kr]4d ¹ 5s ²	40 Zr zirconio 91,22 +4 1,33 [Kr]4d ² 5s ²	41 Nb niobio 92,91 +3+5 1,60 [Kr]4d ⁴ 5s ¹	42 Mo molibdeno 95,94 +2+3+4+5+6 2,16 [Kr]4d ⁵ 5s ¹	43 Tc tecnecio [98,91] +4+5+6+7 1,90 [Kr]4d ⁵ 5s ²	44 Ru rutenio 101,1 +2+3+4+5+6+7 2,20 [Kr]4d ⁷ 5s ¹	45 Rh rodio 102,9 +3 2,28 [Kr]4d ⁸ 5s ¹	46 Pd palladio 106,4 +2+4 2,20 [Kr]4d ¹⁰	47 Ag argento 107,9 +1 1,93 [Kr]4d ¹⁰ 5s ¹	48 Cd cadmio 112,4 +2 1,69 [Kr]4d ¹⁰ 5s ²	49 In indio 114,8 +3 1,78 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹	50 Sn stagno 118,7 +2+4 1,96 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ²	51 Sb antimonio 121,8 +3+5 2,05 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ³	52 Te tellurio 127,6 +2+4+6 2,10 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴	53 I iodio 126,9 ±1+3+5+7 2,66 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵	54 Xe xenon 131,3 -- 2,60 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶
6	55 Cs cesio 132,9 +1 0,79 [Xe]6s ¹	56 Ba bario 137,3 +2 0,89 [Xe]6s ²	57 - 71	72 Hf afnio 178,5 +4 1,30 [Xe]4f ¹⁴ 5d ² 6s ²	73 Ta tantalio 180,9 +5 1,50 [Xe]4f ¹⁴ 5d ³ 6s ²	74 W tungsteno 183,8 +2+3+4+5+6 2,36 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁴ 6s ²	75 Re renio 186,2 +4+6+7 1,90 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁵ 6s ²	76 Os osmio 190,2 +2+3+4+6+8 2,20 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁶ 6s ²	77 Ir iridio 192,2 +3+4 2,20 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁷ 6s ²	78 Pt platino 195,1 +2+4 2,28 [Xe]4f ¹⁴ 5d ⁹ 6s ¹	79 Au oro 197,0 +1+3 2,54 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ¹	80 Hg mercurio 200,6 +1+2 1,90 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ²	81 Tl tallio 204,4 +1+3 2,04 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ¹	82 Pb piombo 207,2 +2+4 2,33 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ²	83 Bi bismuto 209,0 +3+5 2,02 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ³	84 Po polonio [209] +2+4+6 2,00 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁴	85 At astato [210] ±1+3+5+7 2,20 [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁵	86 Rn radon [222] -- -- [Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶
7	87 Fr francio [223] -- -- 0,70 [223] -- --	88 Ra radio [226] -- -- 0,90 [226] -- --	89 - 103	104 Rf rutherfordio [261] -- -- -- [261] -- --	105 Db dubnio [262] -- -- -- [262] -- --	106 Sg seaborgio [266] -- -- -- [266] -- --	107 Bh bohrio [264] -- -- -- [264] -- --	108 Hs hassio [265] -- -- -- [265] -- --	109 Mt meitnerio [268] -- -- -- [268] -- --	110 Ds darmstadio [271] -- -- -- [271] -- --	111 Rg roentgenio [272] -- -- -- [272] -- --	112 Cn copernicio [285] -- -- -- [285] -- --	113 Nh nihonio [284] -- -- -- [284] -- --	114 Fl flerovio [289] -- -- -- [289] -- --	115 Mc moscovio [288] -- -- -- [288] -- --	116 Lv livermorio [293] -- -- -- [293] -- --	117 Ts tennessinio [294] -- -- -- [294] -- --	118 Og oganessio [294] -- -- -- [294] -- --

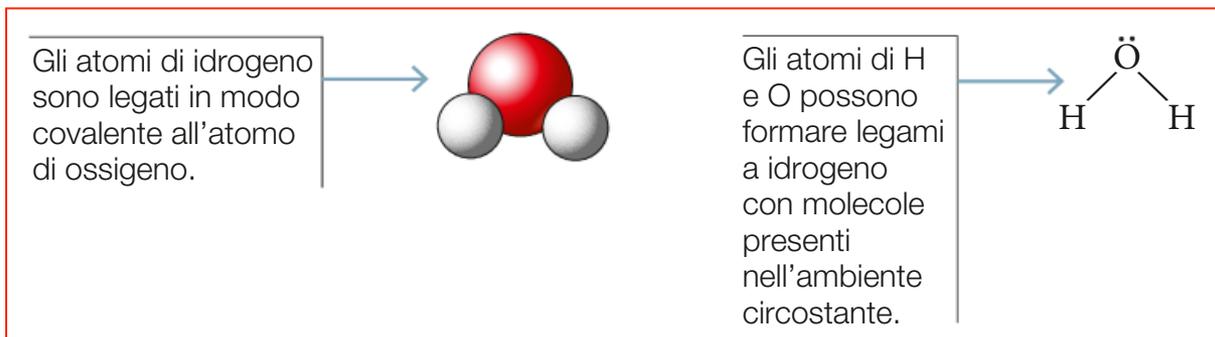
Quattro elementi costituiscono l'impalcatura di tutte le molecole: il corpo umano è formato al 64% da ossigeno, al 19% da carbonio, al 10% da idrogeno e al 3% da azoto.

Ca è una molecola segnale, P forma lo scheletro del DNA, Na e K sono sfruttati nel sistema nervoso.

emoglobina dei globuli rossi, mentre F è importante per il mantenimento dei denti.

Le molecole della vita

- Ogni parte di ogni organismo contiene **acqua** allo stato liquido che discioglie e disperde ogni altro componente.
- Nei viventi, sostanze e ioni sono disciolti in acqua grazie a forze intermolecolari, tra cui i legami a idrogeno e le interazioni ione-dipolo. L'acqua, pertanto, costituisce l'ambiente di reazione dei processi chimici delle cellule.



Le molecole della vita

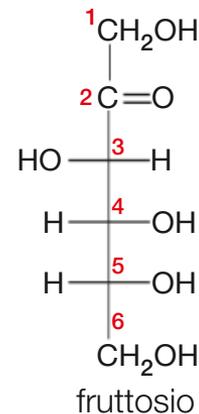
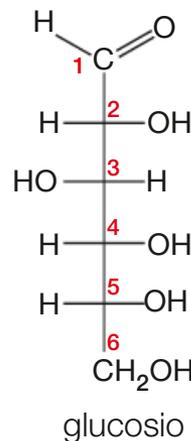
- L'acqua svolge una importante **funzione termoregolatrice** resa possibile dalla sua elevata capacità termica.
- Molte specie chimiche disciolte in acqua sono **ioni**.
- In totale, le cariche positive e negative di tutti gli ioni si bilanciano, perciò ogni liquido biologico risulta **elettricamente neutro**.

I carboidrati

- I carboidrati sono **polimeri** costituiti da carbonio, idrogeno e ossigeno. Sono detti anche *glucidi*, *glicidi*, *saccaridi* o, in generale, *zuccheri*.
- Le molecole di questi composti possiedono gruppi ossidrili (—OH) e pertanto sono **idrofile**.
- Nei viventi i carboidrati hanno:
 - **funzione energetica**
 - **funzione di riserva**
 - **funzione strutturale**
- In base al numero di monomeri di cui sono costituiti, i carboidrati sono classificati nelle tre categorie: **monosaccaridi**, **oligosaccaridi** e **polisaccaridi**.

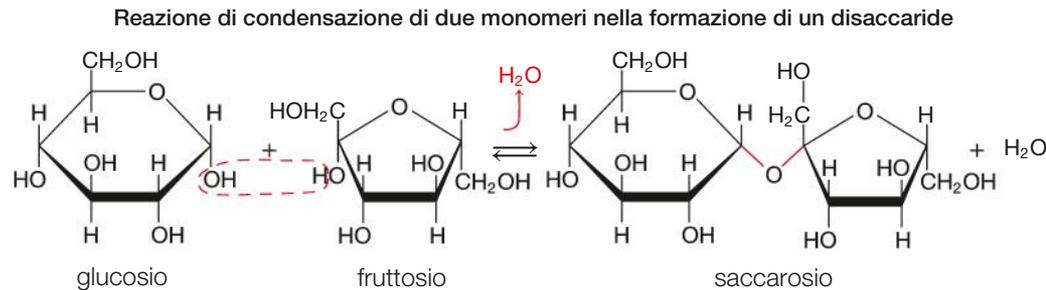
I carboidrati

- I **monosaccaridi** sono gli zuccheri più semplici.
- Hanno formula generale **$C_nH_{2n}O_n$**
- Si tratta di **sostanze solide cristalline** costituite da carbonio, idrogeno e ossigeno.
- I gruppi funzionali caratteristici dei monosaccaridi sono **più gruppi ossidrilici** ($—OH$) e **un gruppo carbonile** ($C=O$).
- Se il gruppo carbonile è all'estremità della catena la molecola è un'**aldeide**, se invece è intermedio nella catena, è un **chetone**: per esempio, il glucosio è un'aldeide e il fruttosio è un chetone.



I carboidrati

- Gli **oligosaccaridi** sono brevi polimeri formati dalla condensazione di poche molecole di monosaccaride (fino a una decina).
- A tenere uniti due monomeri è un **legame glicosidico**.

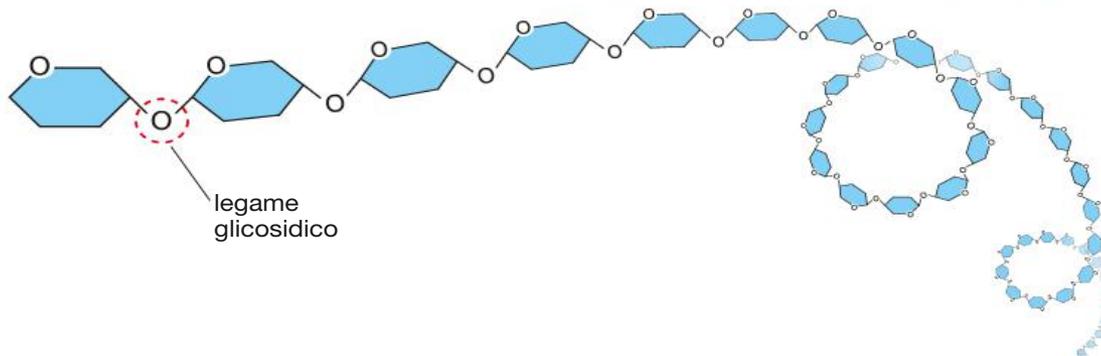
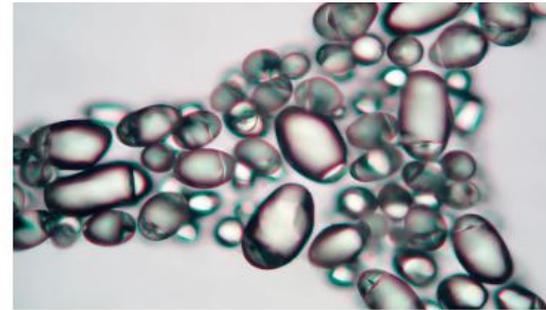


- Il risultato più semplice è la formazione dei **disaccaridi**, costituiti da due sole unità di monomero.
- Il disaccaride più noto è il **saccarosio**, il comune zucchero alimentare.



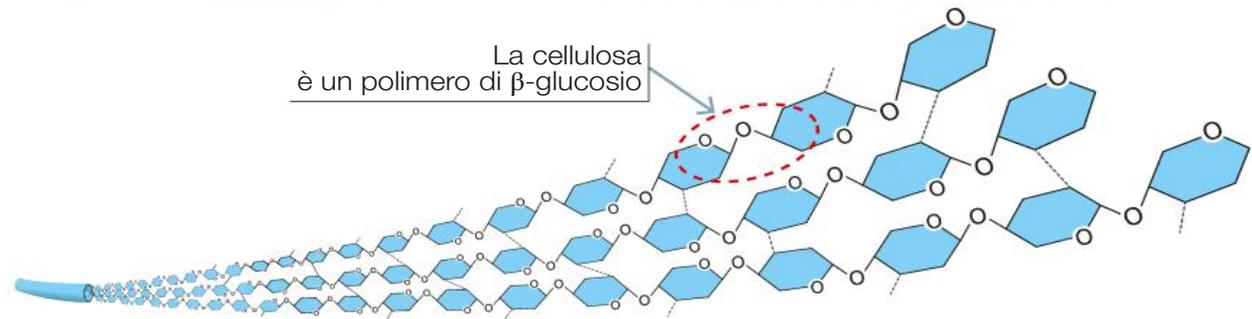
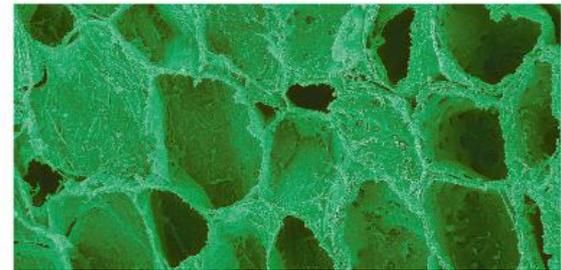
I carboidrati

- *Amidi, cellulosa, glicogeno* sono **polisaccaridi** e, in particolare, polimeri del glucosio.
- Gli **amidi** costituiscono il materiale di riserva delle piante, che li conservano in speciali cellule situate nelle foglie, nel fusto, nelle radici e nei semi.



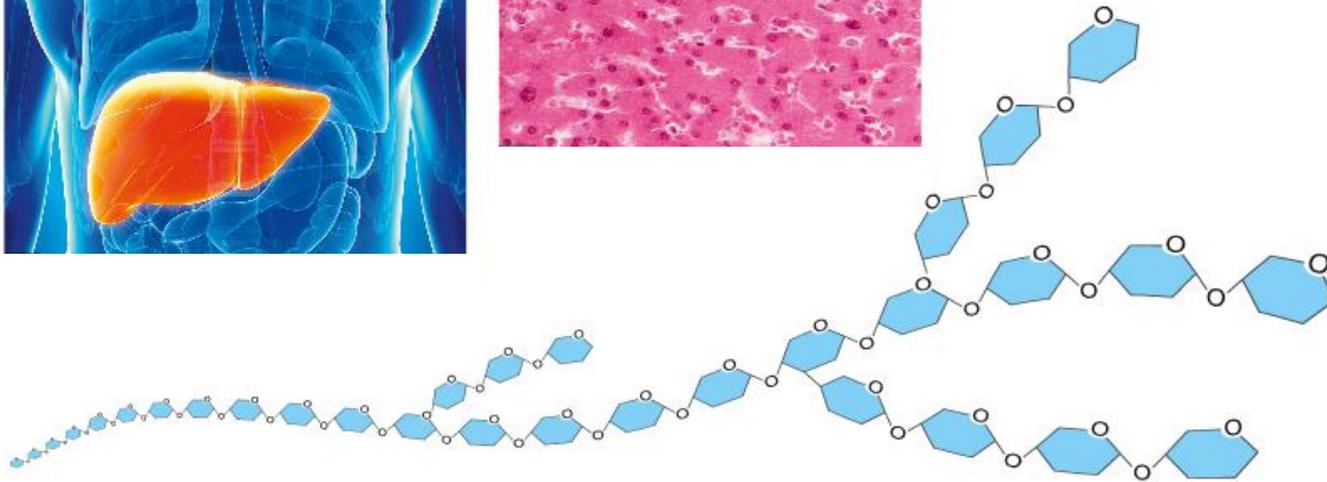
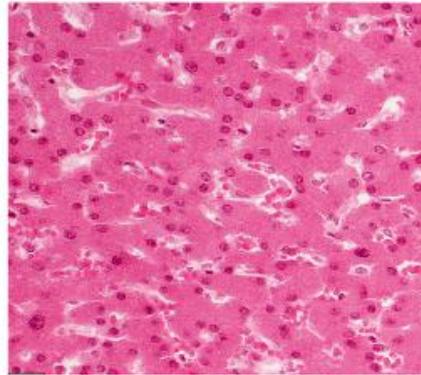
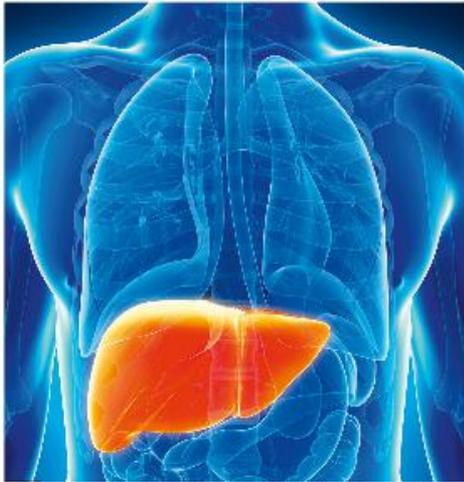
I carboidrati

- Anche la **cellulosa**, come gli amidi, è un polisaccaride costituito da centinaia di unità di glucosio. Se ne differenzia per la struttura che presenta catene di unità di glucosio affiancate l'una all'altra.
- La cellulosa forma **fasci di fibre** che costituiscono le pareti cellulari e le strutture di sostegno nelle piante.



I carboidrati

- Il **glicogeno** è un polisaccaride del glucosio sintetizzato dal fegato e dalle cellule muscolari dei vertebrati, con struttura simile a quella degli amidi ramificati.
- Costituisce una riserva di glucosio per l'organismo, che lo scinde quando è necessario.



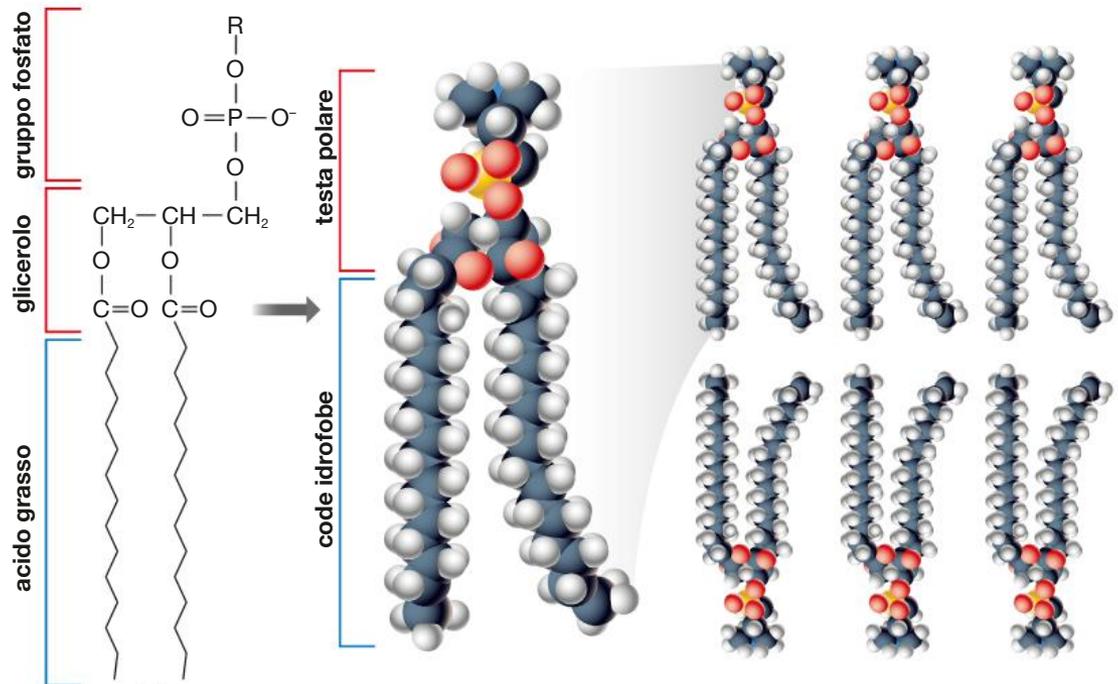
I lipidi

- I lipidi costituiscono un gruppo di biomolecole piuttosto eterogenee per struttura; hanno la caratteristica comune di essere insolubili in acqua e solubili in solventi come etere, acetone e idrocarburi.
- Sono costituiti da atomi di carbonio, idrogeno e ossigeno e, nelle molecole dei soli fosfolipidi, anche da fosforo.
- Si distinguono in quattro gruppi principali: **trigliceridi**, **fosfolipidi**, **cere** e **steroidi**.

I lipidi

Fosfolipidi.

- Hanno struttura simile ai trigliceridi, ma con una notevole differenza: uno degli acidi grassi è sostituito da un **gruppo fosfato**.
- In ogni molecola di fosfolipide, si riconosce una parte idrofila (il gruppo fosfato, detto «**testa**») e due catene idrofobe (le «**code**»).



I lipidi

Cere.

- Sono esteri di acidi grassi con alcoli monovalenti (cioè, con un solo gruppo ossidrilico).
- Hanno funzione protettiva e impermeabilizzante.



Steroidi.

- Sono lipidi con struttura caratterizzata da un sistema di quattro anelli di atomi di carbonio.
- Comprendono una varietà di molecole (tutte insolubili in acqua) con svariate funzioni: il *colesterolo* costituisce le membrane cellulari; gli *ormoni steroidei* regolano le funzioni corporee a lungo termine.

Le proteine

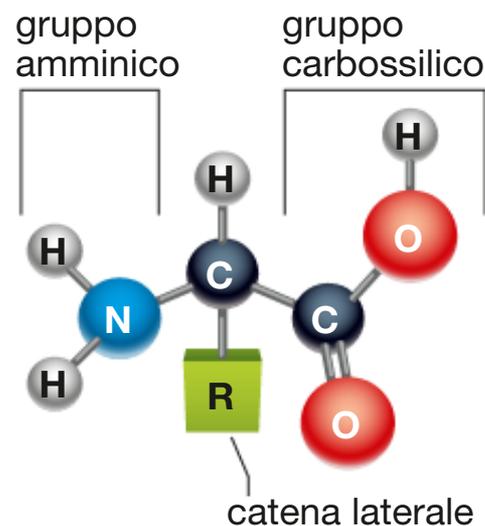
- Le proteine sono le macromolecole biologiche più complesse e con le funzioni di regolazione più delicate e specifiche per la vita e la riproduzione degli organismi viventi.
- **Enzimi.** Sono i catalizzatori biologici da cui dipende il corretto andamento di tutte le reazioni che avvengono nell'organismo.
- **Proteine canale.** Sono associate alle membrane delle cellule e regolano finemente l'ingresso e la fuoriuscita dalla cellula di specifiche molecole.
- **Proteine segnale e regolatrici.** Indispensabili per indurre determinati processi cellulari.

Le proteine

- **Recettori molecolari.** Sono proteine che si legano alle molecole segnale, attivando o disattivando certi processi metabolici.
- **Proteine di trasporto.** Si legano a specifici atomi o molecole e li veicolano nell'organismo.
- **Proteine strutturali.** Danno spessore, forma e resistenza alle cellule, ai tessuti e agli organi.
- **Proteine contrattili.** Determinano il movimento di cellule e organi.
- **Proteine di difesa.** Agiscono nel sistema immunitario per la difesa dalle infezioni.

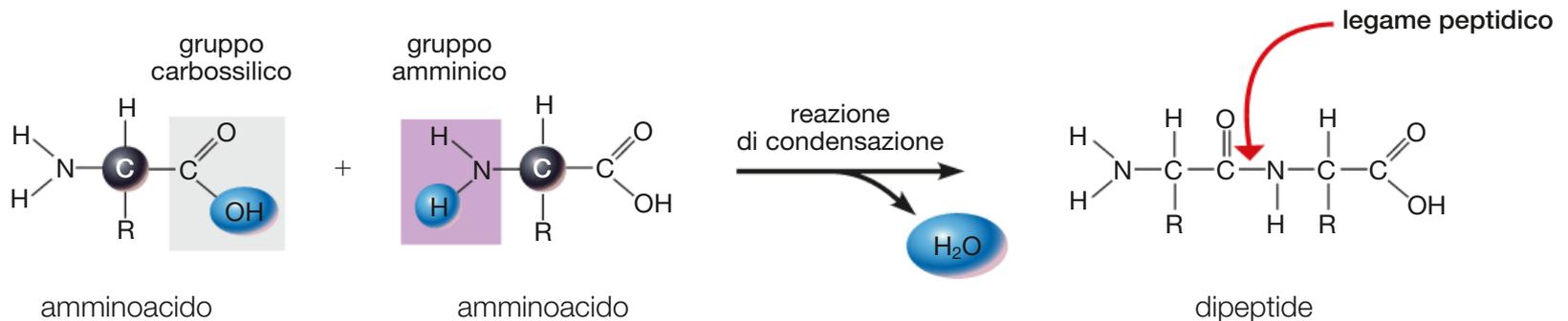
Le proteine

- Le macromolecole proteiche sono polimeri nei quali una lunga catena di unità molecolari, gli **amminoacidi**, è ripiegata su se stessa più volte e aggregata ad altre catene o ad altre molecole non proteiche.
- Gli amminoacidi sono piccole molecole costituite da un atomo di carbonio centrale legato a un *gruppo amminico* (—NH_2), un *gruppo carbossilico* (—COOH), un *atomo di idrogeno* (—H) e una *catena laterale* formata da uno o più atomi (—R).
- Nei sistemi biologici ci sono in tutto 20 amminoacidi.



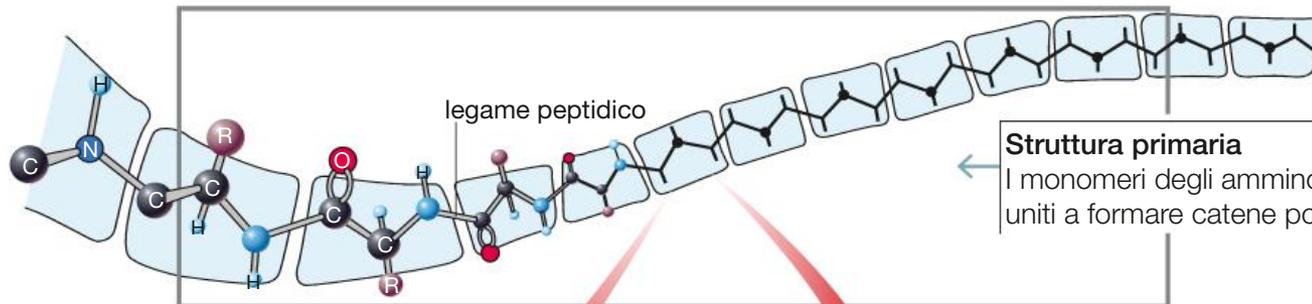
Le proteine

- Le macromolecole proteiche derivano dalla reazione di condensazione fra amminoacidi, con la formazione di un legame ammidico chiamato **legame peptidico**, e la liberazione di una molecola d'acqua.
- La molecola ottenuta dall'unione di due amminoacidi è detta **dipeptide**, con tre amminoacidi si ottiene un **tripeptide** e così via fino al **polipeptide**, che presenta una sequenza lunghissima di unità.

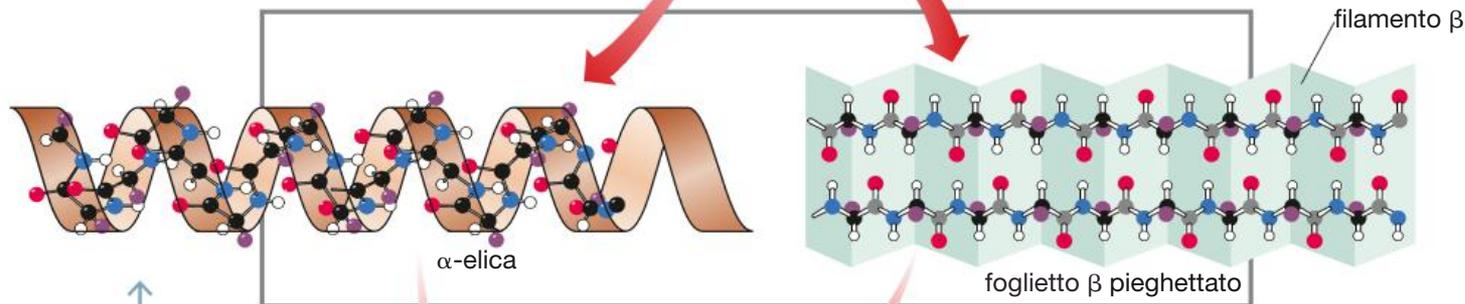


Le proteine

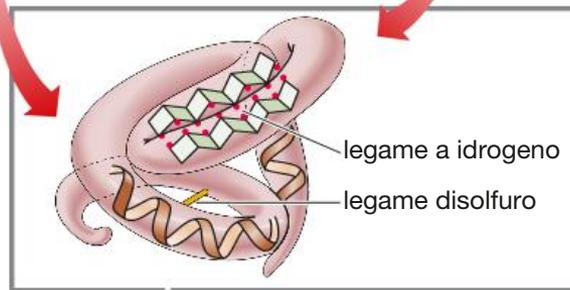
- Esistono molte migliaia di proteine diverse anche in uno stesso organismo, le quali si differenziano tra loro per la sequenza altamente variabile di amminoacidi.
- Le catene, derivate dall'unione degli amminoacidi in una **struttura primaria** (cioè la semplice sequenza dei monomeri), si ripiegano su se stesse in modo tridimensionale mediante legami fra i vari monomeri, assumendo conformazioni complesse e varie, chiamate **struttura secondaria, terziaria e quaternaria**.



I monomeri degli amminoacidi sono uniti a formare catene polipeptidiche.

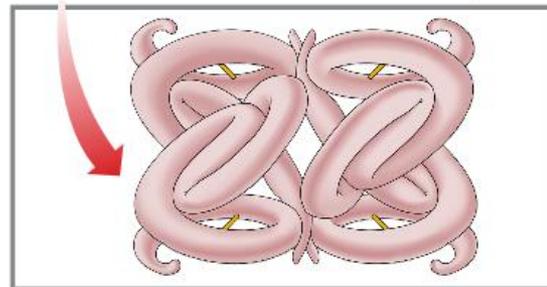


Struttura secondaria
Le catene polipeptidiche possono formare foglietti β oppure α-eliche.



Struttura terziaria
Le catene polipeptidiche si ripiegano assumendo forme peculiari. I tipi di ripiegamento sono stabilizzati da legami diversi, tra cui legami a idrogeno e legami disolfuro.

Struttura quaternaria
Due o più catene polipeptidiche si associano a formare un complesso proteico di maggiori dimensioni. L'ipotetica molecola rappresentata è un tetramero di quattro catene polipeptidiche.



Gli acidi nucleici

- Gli **acidi nucleici** sono polimeri non periodici deputati alla conservazione e trasmissione dell'informazione genetica.
- I monomeri sono chiamati **nucleotidi**.
- Queste biomolecole comprendono il **DNA**, che contiene l'informazione genetica per dirigere i processi vitali e che viene trasmesso da una generazione all'altra, e l'**RNA**, che può essere considerato la molecola che si occupa della «traduzione» in proteine delle istruzioni racchiuse nel DNA in base alle necessità di ogni cellula.

Gli acidi nucleici

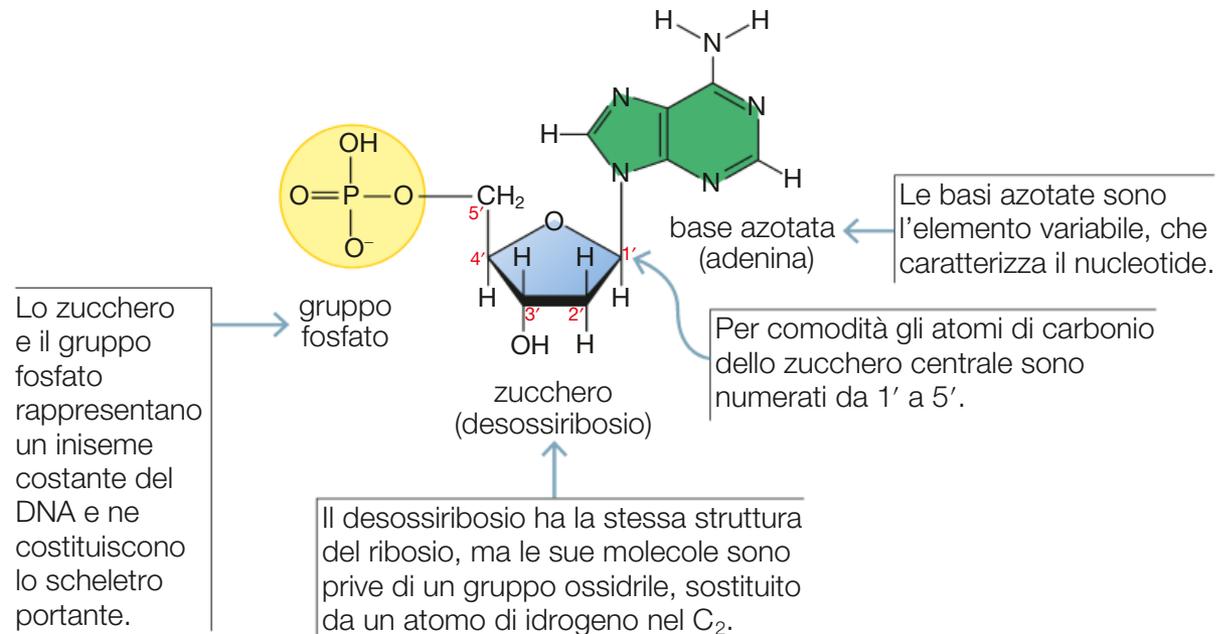
Il DNA o acido desossiribonucleico.

- È la macromolecola di dimensioni maggiori in ogni organismo vivente.
- È presente in tutte le cellule e, negli eucarioti, è racchiuso nel nucleo.
- **Presiede alla sintesi delle proteine** determinando il metabolismo della cellula e dell'intero organismo.
- Duplica se stesso costruendo copie della propria molecola che possono essere trasmesse dai genitori ai figli.
- È la molecola nella quale è contenuta l'eredità biologica, cioè il nostro **corredo genetico**.

Gli acidi nucleici

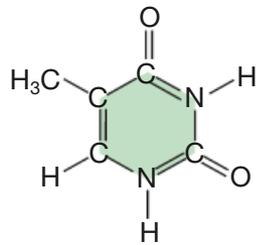
Il DNA è un polimero costituito da **nucleotidi** che, a loro volta, sono composti da tre elementi:

- uno zucchero centrale a cinque atomi di carbonio, il **desossiribosio**;
- una **base azotata**;
- un **gruppo fosfato**.

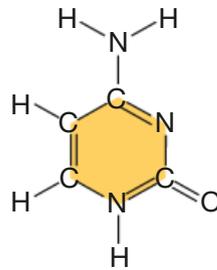


Gli acidi nucleici

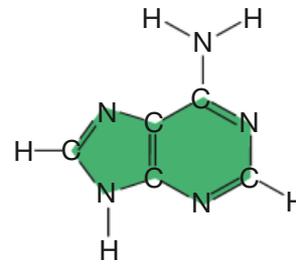
- Le basi azotate presenti nei nucleotidi che formano il DNA sono di quattro tipi: **adenina (A)**, **timina (T)**, **guanina (G)**, **citrosina (C)**.



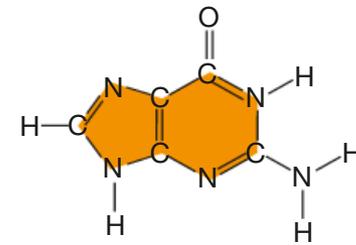
timina
(T)



citrosina
(C)



adenina
(A)

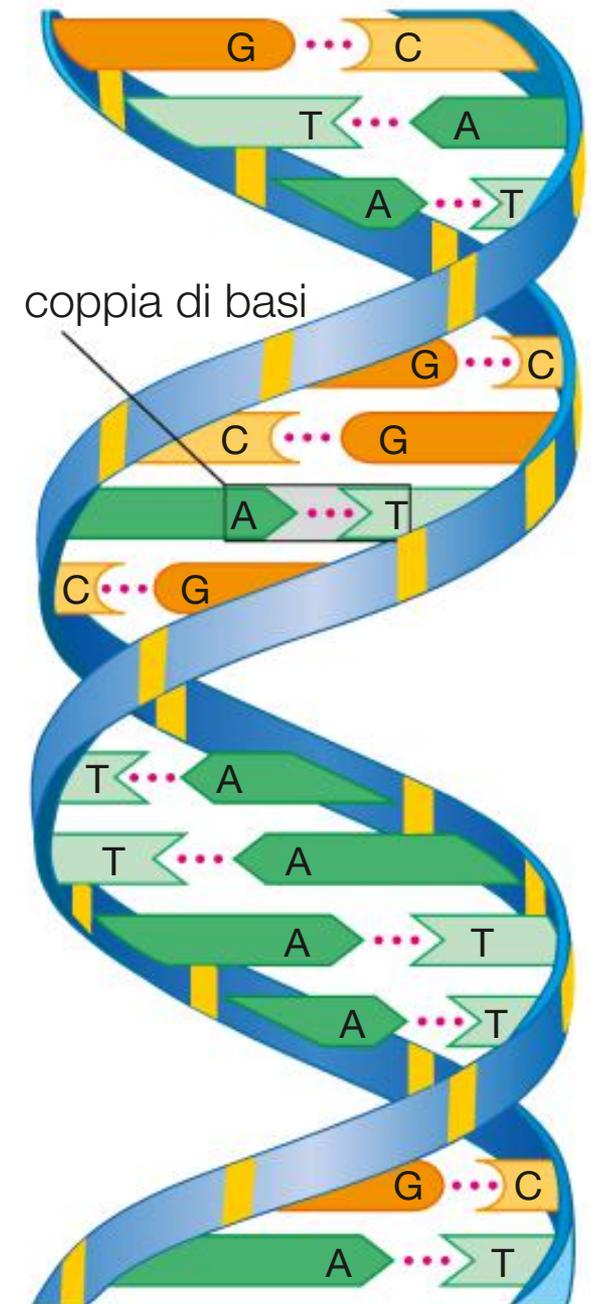


guanina
(G)

- Un nucleotide può unirsi a un altro nucleotide mediante una reazione di condensazione e si forma un **dinucleotide**, tenuto insieme da un legame fosfodiesterico.

Gli acidi nucleici

- Se la reazione procede, si produce una macromolecola lunghissima nella quale i nucleotidi si susseguono con un preciso ordine.
- Questa catena è collegata a un'altra catena di nucleotidi mediante legami a idrogeno che si instaurano tra le basi azotate, seguendo la regola dell'**appaiamento complementare delle basi**:
 - l'adenina si lega alla timina;
 - la guanina si lega alla citosina.
- In questo modo si forma la **struttura a doppia elica** del DNA.



Gli acidi nucleici

L'RNA o acido ribonucleico.

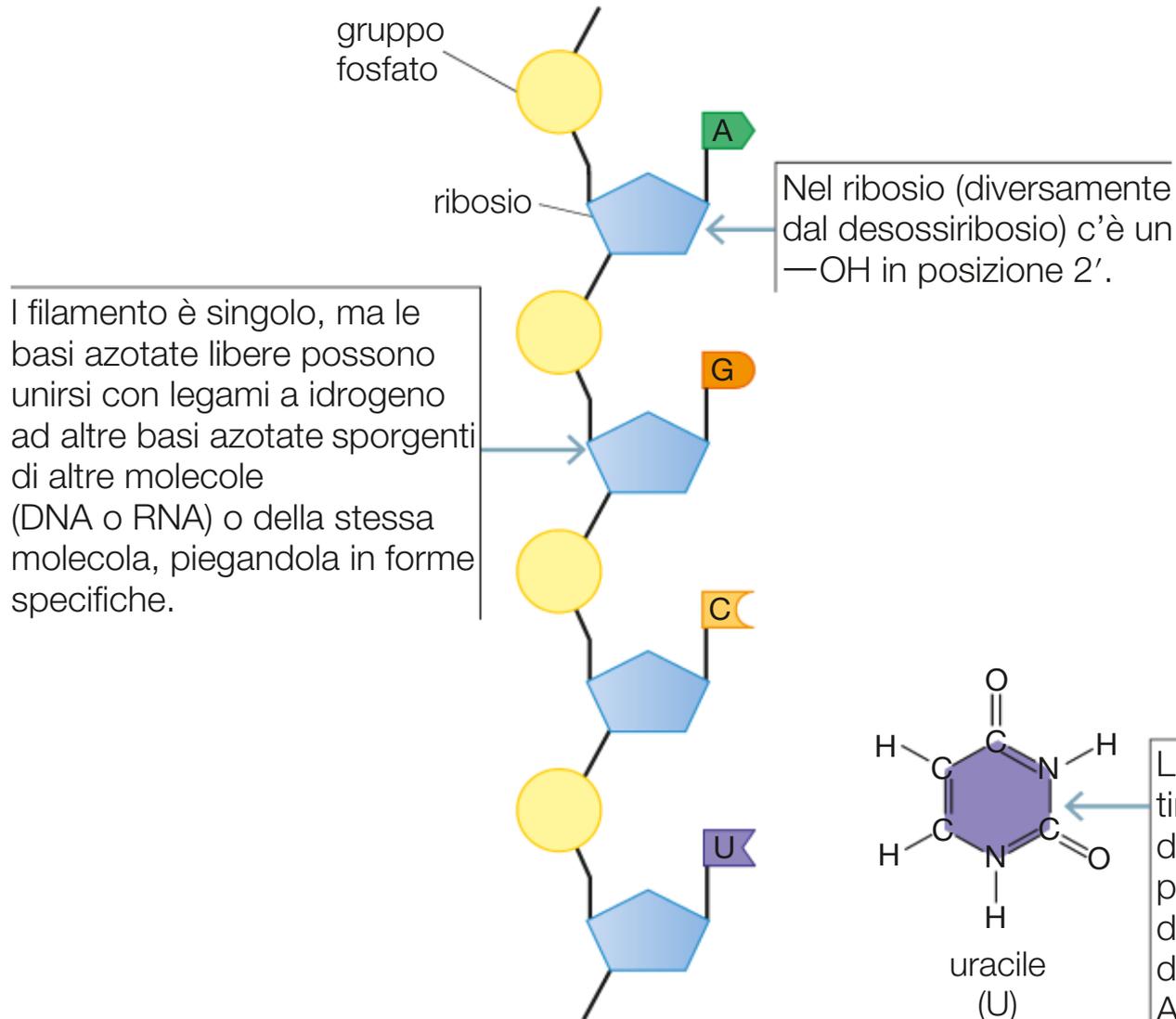
È un polimero di nucleotidi molto somigliante al DNA, ma con alcune importanti differenze:

- è costituito da **un singolo filamento**;
- lo zucchero di ogni nucleotide è il **ribosio**;
- la timina (T) è sostituita dalla base **uracile** (U);
- le sue molecole presentano una lunghezza minore di quelle del DNA.

Esistono vari tipi di RNA, ciascuno con **specifiche funzioni**:

- RNA messaggero (**mRNA**);
- RNA di trasporto (**tRNA**);
- vari tipi di RNA ribosomiale (**rRNA**);
- micro RNA (**miRNA**).

Gli acidi nucleici



Gli acidi nucleici

L'ATP o adenosintrifosfato.

- Le molecole di ATP, adenosintrifosfato, presenti in tutte le cellule, incamerano l'energia necessaria ai processi biochimici.
- La loro struttura è quella di un nucleotide con la base azotata adenina e tre gruppi fosfato.
- Quando è necessario per la cellula, l'ATP rilascia energia trasformandosi in adenosindifosfato (ADP), mediante la scissione di un gruppo fosfato, con la seguente reazione di idrolisi:

