

Frère Natalino Prof. Dott. Cesare De Rossi

C H I M I C A

9

B I O C H I M I C A

CARBOIDRATI

LIPIDI

AMMINOACIDI – PEPTIDI – PROTEINE

BASI AZotate – NUCLEOSIDI – NUCLEOTIDI

ACIDI NUCLEICI

BIOTECNOLOGIA E INGEGNERIA GENETICA

B I O C H I M I C A

o) = Carboidrati

Tutti gli esseri viventi, dal microscopico batterio alle piante, dagli animali all'uomo, producono e sono costituiti da sostanze molto complesse le cui molecole hanno un'impalcatura formata da lunghe catene di atomi di carbonio.

La **biochimica** o chimica biologica è la parte della chimica che studia la composizione e i processi chimici degli organismi viventi cioè tutte le sostanze e le reazioni chimiche che consentono la vita.

Un organismo è costituito da cellule che per vivere, alimentarsi e riprodursi, hanno essenzialmente bisogno di quattro serie di composti chimici: **carboidrati, lipidi, proteine, acidi nucleici** che assicurano all'organismo stesso i quattro fattori indispensabili alla vita:

- 1- L'energia sufficiente per le reazioni di sintesi all'interno delle cellule, il movimento dei muscoli e il mantenimento di una temperatura corporea costante;
- 2- Gli elementi che occorrono per costruire le molecole necessarie alla cellula;
- 3- I catalizzatori capaci di adattare le reazioni chimiche alla vita cellulare;
- 4- Un sistema che memorizzi e trasmetta correttamente le informazioni necessarie per sintetizzare i vari composti chimici.

Carboidrati, proteine e acidi nucleici differiscono dai composti organici che già conosciamo, soprattutto perché sono costituiti da **macromolecole** (cioè molecole grandi), formate da lunghe catene di atomi, in cui la stessa unità si ripete per centinaia o migliaia di volte.

Si definiscono dunque **macromolecole biologiche** le enormi molecole che costituiscono i carboidrati, le proteine e gli acidi nucleici, e sono formate dall'unione di molte molecole, ciascuna delle quali ha più gruppi funzionali.

Poiché i gruppi funzionali determinano il comportamento chimico dei vari composti, le macromolecole assicurano il grandissimo numero di reazioni chimiche necessarie al corretto funzionamento di un organismo vivente.

1 = Carboidrati

I **carboidrati** o idrati di carbonio derivano il loro nome dal fatto che contengono atomi di carbonio e di ossigeno nello stesso rapporto dell'acqua.

La loro formula generale è infatti:



Sono detti anche **glicidi o glucidi** (dal greco **glukùs**, "dolce") perché alcuni di questi composti hanno appunto un sapore dolce.

Tutti i **carboidrati** hanno una enorme importanza per la vita. Sotto forma di **macromolecole**, infatti, costituiscono una misteriosa riserva di energia per gli organismi viventi (amido, nelle piante; glicogeno, negli organismi animali) oppure costituiscono tessuti con funzione di sostegno (cellulosa) nelle piante. I **carboidrati** si distinguono in:

- a)- **monosaccaridi** (letteralmente, "costituite da un solo zucchero") che sono i più semplici.
- b)- **disaccaridi**, formati da due molecole di monosaccaridi legate con un legame chimico, detto legame glicosidico.
- c)- **polisaccaridi**, costituiti da molte molecole di monosaccaridi, legate con legami glicosidici.

Monosaccaridi

I monosaccaridi, che costituiscono dunque le unità che formano disaccaridi e polisaccaridi, possono essere distinti in due gruppi e sono determinati:

- a)- aldosi**, se contengono un gruppo aldeidico (-CHO);
- b)- chetosi** se contengono un gruppo chetonico (-CO-);

L'aggettivo che indica gli atomi di carbonio contenuti in un monosaccaride termina con la desinenza **-oso**.

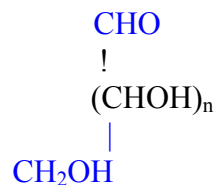
Un monosaccaride è dunque definito:

- a)- trioso** se contiene 3 atomi di carbonio;
- b)- tetroso** se contiene 4 atomi di carbonio;
- c)- pentoso** se contiene 5 atomi di carbonio;
- d)- esoso** che contiene 6 atomi di carbonio;
- e)- eptoso** se contiene 7 atomi di carbonio e così via.

L'accoppiamento dei due termini identifica il tipo di carboidrato monosaccaride: per esempio, un monosaccaride aldotetroso contiene un gruppo aldeidico e 4 atomi di carbonio.

Monosaccaridi aldosi

Dalla loro formula generale:



Si vede che i monosaccaridi aldosi contengono, oltre al gruppo aldeidico (-CHO) un gruppo alcolico primario (-CH₂OH) e n gruppi di alcolici secondari (=CHOH).

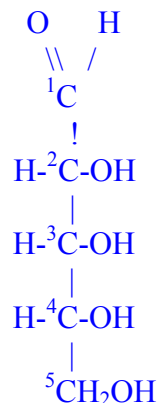
I monosaccaridialdosi più semplici, da cui derivano gli altri aldosi sono:



Dalla D-gliceraldeide derivano gli aldosi della serie D, particolarmente importanti per la vita;

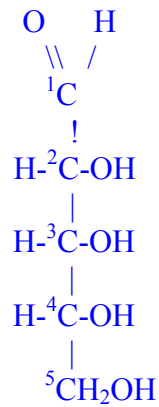
Dalla L-gliceraldeide derivano gli aldosi della serie L, tra cui solo alcuni composti sono importanti per la vita (per esempio, la vitamina C).

I più importanti aldosi della serie D sono:



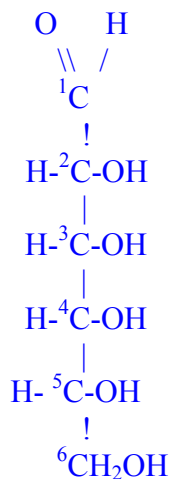
Il D-ribosio è uno dei componenti degli acidi ribonucleici (RNA). Che si trovano nel nucleo e nel citoplasma di tutte le cellule viventi e presiedono in gran parte alla sintesi delle proteine.

Il **D-2-deossiribosio** aldopentoso, la cui formula di struttura è:



Il **D-2-deossiribosio** è uno dei componenti degli acidi deossiribonucleici (DNA), che si trovano nel nucleo di tutte le cellule viventi e presiedono alla trasmissione dell'informazione genetica.

Il **D-glucosio aldoseso**, la cui formula di struttura è:



Il **D-glucosio** è contenuto nella frutta dolce e nel miele, e combinandosi forma importanti disaccaridi e polisaccaridi:



Il glucosio è un solido molto solubile in acqua (per la presenza di molti gruppi alcolici) ed è importantissimo per la vita, perché la sua ossidazione nelle cellule produce la maggior parte dell'energia necessaria all'organismo; i suoi polisaccaridi sono dunque fondamentali nell'alimentazione, perché si trasformano appunto in glucosio.

L'ossidazione del glucosio nelle cellule del corpo umano avviene mediante numerose reazioni chimiche, la cui equazione complessiva è:



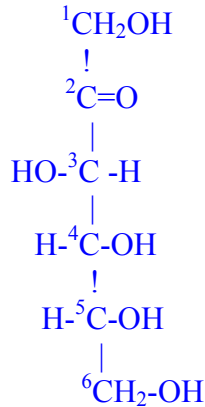
Le piante verdi producono glucosio mediante la fotosintesi clorofilliana e poi lo trasformano in cellulosa e amido. La reazione complessiva della fotosintesi è esattamente l'inverso della precedente:



In questa reazione, l'energia necessaria è fornita dalla radiazione solare.

Monosaccaridi chetosi

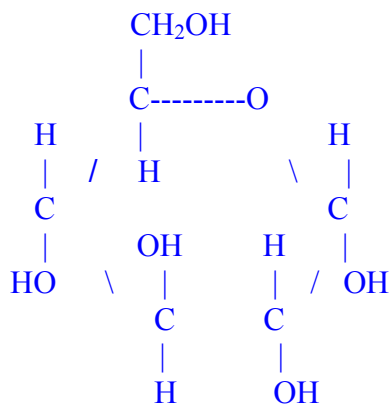
Sono caratterizzati dal fatto di contenere, oltre che il gruppo chetonico (-CO-), due gruppi alcolici primari (CH₂OH) e altri gruppi alcolici secondari. Il più importante tra i quali è il **D-fruttosio**, chetoesoso, la cui formula di struttura è:



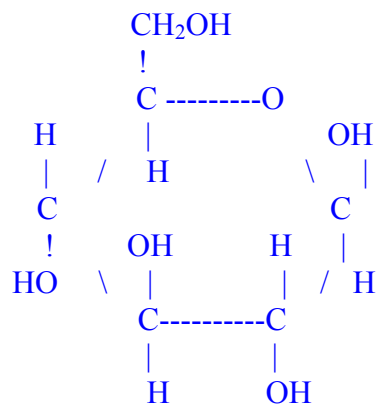
Il D-fruttosio si trova nella frutta e nel miele, e nell'organismo umano può essere trasformato in glucosio mediante isomerizzazione. Viene anche usato come dolcificante e come conservante degli alimenti.

Monosaccaridi in forma ciclica

Nelle forme dei monosaccaridi, gli atomi di carbonio sono stati fin qui indicati sotto forma di catena lineare; ogni atomo di carbonio, però, può ruotare rispetto ad un altro, facendo assumere al composto diverse forme in alcune delle quali il gruppo aldeidico può trovarsi vicino al gruppo alcolico e reagire con esso. Si forma così un nuovo ossidrilico, detto **ossidrilico semiacetalico** e contrassegnato con α o β in base alla sua posizione nello spazio, rispettivamente sotto o sopra il piano. (Le forme α e β hanno una diversa importanza biologica; l'uomo riesce, infatti, a digerire l'amido, che deriva dall' α -glucosio, mentre non riesce a digerire la cellulosa che deriva dal β -glucosio). Per esempio, nella molecola del D-glucosio il gruppo aldeidico (-CHO) può trovarsi vicino al gruppo alcolico del carbonio 5, reagendo con esso e formando due composti ad **anello piranosico**:

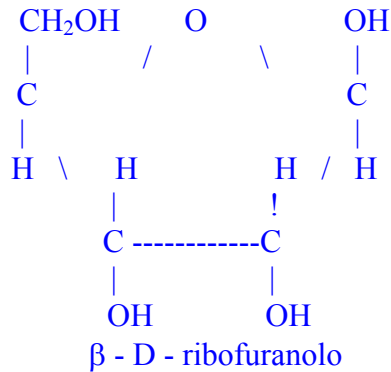


α -D- glucopiranosio

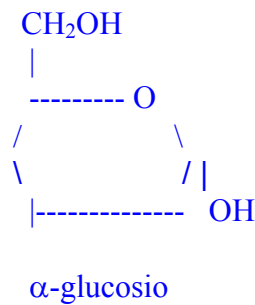


β -D- glucopiranosio

Allo stesso modo, il gruppo aldeidico del D-ribosio può reagire con un gruppo alcolico del carbonio 4 della stessa molecola, formando composti ad anello pentatomico (a 5 atomi; 4 atomi di carbonio e 1 atomo di ossigeno), detto **anello furanosico**.



Le formule cicliche dei monosaccaridi possono essere anche scritte senza indicare gli atomi d'idrogeno legati agli atomi di carbonio, indicando la posizione degli ossidrili (-OH) con un trattino verticale e segnando in grassetto gli ossidrili semi acetalici. Per esempio:



Disaccaridi

Se due monosaccaridi reagiscono tra loro, si formano un disaccaride e acqua.

Il legame glicosidico tra due monosaccaridi si definisce α - glicosidico se l'ossidrile semiacetalico impegnato nel legame è α - β - glicosidico. Se è β .

Il più importante tra i disaccaridi è il saccarosio, che si forma da una molecola di α - glucosio e da una molecola di β - fruttosio, secondo la reazione:



Il saccarosio costituisce il comune zucchero, che può essere ricavato dalla canna da zucchero o dalla barbabietola da zucchero. Ingerito, il saccarosio si scinde nel nostro organismo nelle due molecole di glucosio e fruttosio, che producono energia.

Altri importanti disaccaridi sono:

- 1- Il **lattosio**, che si forma dalla reazione di una molecola di glucosio e una molecola di galattosio, ed è il principale zucchero del latte;
- 2- Il **maltosio**, che si forma nel processo di fermentazione della birra, ed è costituita da due unità di glucosio.

Polisaccaridi

I polisaccaridi sono formati da una catena di molte molecole di monosaccardi legati tra loro con legami glicosidici. I monosaccaridi possono essere infatti ottenuti per scissione dei polisaccaridi.

I **polisaccaridi** più importanti sono:

- a)- La **cellulosa**
- b)- l'**amilosio**
- c)- L'**amilopectina**
- d)- Il **glicogeno**
- a)- **La cellulosa**

La cellulosa, costituita da una lunghissima catena di molecole di **β -D-glucopiranosio**, legate con legami **β -glicosidici**. La struttura rigida e fibrosa tipica delle piante è dovuta al fatto che le molecole parallele di cellulosa possono legarsi con legami a idrogeno, acquisendo così tale consistenza. La cellulosa che costituisce il 50% circa del legno e quasi il 100% della carta, del cotone e del lino è insolubile in acqua. Oltre che per la produzione di carta, è usata per la preparazione di esplosivi (nitrocellulosa) di materiali speciali (cellofan e celluloidi) e di fibre tessili artificiali (come il rayon). La cellulosa non può essere utilizzata come alimento dell'uomo, perché l'organismo umano non possiede enzimi capaci di idrolizzare il legame **β -glicosidico** e non è quindi capace di digerirla;

b)- amilosio

che è un costituente dell'amido; è un polisaccaride vegetale, solubile in acqua, formato da molecole di **α -D-glucopiranosio**, legate tra loro con legami α -glicosidici, per cui è digeribile dall'uomo e costituisce un importantissimo componente della nostra alimentazione. L'amido, che è una delle principali riserve di energia per le piante (è presente nei tuberi di patata, nei cereali e nei legumi), è infatti la più importante fonte di energia per l'uomo;

c)- amilopectina

che con l'amilosio costituisce l'amido; è un polisaccaride formato da una lunga catena di molecole di glucosio, cui si aggiungono ramificazioni di catene più piccole: tale struttura, più complessa di quella dell'amilosio, la rende insolubile in acqua; molecole di glucosio, anche nell'amilopectina sono unite da legami **α -glicosidici**;

e)- glicogeno,

che è formato da molecole di **α -D-glucopiranosio**, legate tra loro con legami α -glicosidici; ha una struttura simile a quella dell'amilopectina ma ancora più ramificata. Si trova nel fegato e nei muscoli degli animali dove si scinde in molecole di glucosio, quando l'organismo richiede energie, oppure forma dal glucosio, immagazzinando l'energia chimica non utilizzata immediatamente dall'organismo stesso.

N.B.- Il glicogeno è presente nelle cellule animali come riserva energetica: all'occorrenza infatti, le sue lunghe molecole vengono trasformate per idrolisi nelle molecole di glucosio, prontamente utilizzabili.

2- I lipidi

I **lipidi** (del greco **lipos** grasso) comprendono sostanze organiche di vario genere, **insolubili** in acqua e solubili in solventi non polari, come **etere, benzene o cloroformio**. Comprendono i **trigliceridi** (grassi ed oli), i fosfolipidi, gli steroidi, i terpeni, e le cere.

In particolare, i grassi sono solidi e per lo più di origine animale (i più comuni sono il **burro**, il lardo e i grassi della carne), mentre gli oli sono liquidi e prevalentemente di origine vegetale (i più comuni sono l'**olio di oliva**, l'**olio di arachidi**, l'**olio di semi di mais**),

Trigliceridi

I **trigliceridi** si formano per esterificazione della **glicerina** con acidi **grassi**, secondo la seguente reazione: **glicerina + acido grasso** -----> **trigliceride più acqua**

Il diverso stato (**solido** per i grassi e **liquido** per gli oli) dipende dal fatto che gli oli contengono una maggior percentuale d'acidi grassi **insaturi** (cioè **caratterizzati** da uno o più doppi legami): quanto più numerosi sono i doppi legami presenti negli acidi grassi, tanto più basso è il punto di fusione.

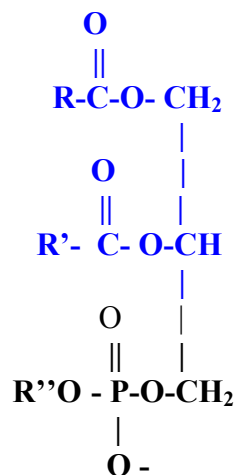
N.B.- I grassi solidi contengono nella loro composizione, per lo più, acidi grassi saturi; i grassi liquidi (oli) contengono, per lo più, acidi grassi insaturi.

E' comunque possibile trasformare oli vegetali altamente insaturi in grassi vegetali solidi mediante processi dell'**indurimento**, cioè l'idrogenazione catalitica di alcuni o di tutti i doppi legami. La margarina, per esempio, è preparata per idrogenazione dell'olio di mais, di arachidi o di soia, che fa assumere al prodotto la consistenza del burro.

Fosfolipidi

I **fosfolipidi**, che costituiscono il 40% circa della membrana cellulare, hanno una struttura simile a quella dei **grassi** e degli **oli**, da cui si differenziano solo perché uno dei tre gruppi esterni è costituito da una **fosfatidilammina**, cioè un residuo di acido fosforico esterificato da un alcol contenente un gruppo amminico.

Struttura generale della molecola di un **fosfolipide**:



La membrana cellulare, costituita per il restante 60% da proteine, ha l'importantissima funzione di controllare la diffusione delle sostanze all'interno e all'esterno della cellula.

Simili ai fosfolipidi sono i **glicolipidi** contenuti nella molecola gruppi idrofili (costituiti da un carboidrato glucide) e gruppi idrofobi.

Steroidi

Gli **steroidi** (dal greco “stéros = solido”) sono importanti lipidi steroidi, la cui struttura è costituita da un sistema di 4 anelli condensati, per lo più non aromatici;

Il **colesterolo** è uno steroide presente in tutti i tessuti animali, ma soprattutto nel cervello e nel midollo spinale. Presiede alla formazione della maggior parte degli altri steroidi.

L'**acido colico** è presente il dotto biliare, prevalentemente sotto forma di sali ammidici che hanno la funzione di facilitare l'assorbimento dei grassi nel tratto intestinale.

Gli **ormoni sessuali** che hanno la funzione di controllare il meccanismo fisiologico della riproduzione e determinano i caratteri sessuali secondari, sono prodotti nelle ovaie della femmina e nei testicoli dei maschi.

Gli ormoni femminili si distinguono in:

- a)- **estrogeni** (tra cui l'**estradiolo**), che controllano il **ciclo mestruale** e lo **sviluppo dei caratteri sessuali secondari** della femmina;
- b)- **progestinici** (tra cui il **progesterone**), che influisce sulle pareti dell'utero e le prepara per l'impianto dell'**ovulo**; impedisce inoltre una ulteriore ovulazione nel periodo della gravidanza.

Gli **ormoni sessuali maschili o androgeni** influiscono sullo sviluppo degli organi di riproduzione maschili. Uno dei più importanti è:

- a)- il **testosterone** che è un anabolizzante, cioè tonifica la muscolatura. Farmaci contenenti sostanze simili vengono quindi somministrati per prevenire l'atrofizzazione dei muscoli a pazienti costretti a letto per lunghi periodi o affetti da determinate patologie muscolari. A volte,, però, vengono anche assunti illegalmente per “gonfiare i muscoli”, senza tener conto della loro pericolosità; dosi elevate possono infatti provocare disfunzioni sessuali e perfino tumori al fegato.

Le cere e i terpeni

Le **cere** sono sostanze duttili, insolubili in acqua, che possono essere modellate quando vengono riscaldate, ma divengono dure quando vengono raffreddate. Le **cere** sono esteri degli acidi grassi con alcoli, diversi dal glicerolo, di elevato peso molecolare. Il numero degli atomi di carbonio della parte alcolica di una cera può arrivare fino a 30.

Le **cere** possono essere suddivise in: **cere vegetali** (per esempio la cera di lino), **cere d'insetti** (per esempio la cera delle api), **cere animali marini** (per esempio quelle estratte dalle balene e dai capodogli), **cere fossili**.

I **terpeni** comuni componenti degli oli essenziali, sono polimeri di una unità a 5 atomi di carbonio (detta **isoprene**). In genere i **terpeni** vengono divisi in gruppi secondo la lunghezza della catena idrocarburica.

3= Amminoacidi – Peptidi e Proteine

Per esempio, utilizzando una sola volta gli amminoacidi naturali, si potrebbe ottenere oltre un miliardo di miliardi di peptici diversi. Le differenze chimiche, fisiche e biologiche tra i vari composti non dipendono solo dal numero e dal tipo di amminoacidi presenti, ma anche dall'ordine in cui sono legati gli amminoacidi stessi, dettosequenza. Si può quindi affermare che ogni peptide è caratterizzato dalla sequenza degli amminoacidi che lo compongono.

I peptici svolgono importantissime funzioni negli organismi viventi. Per esempio, la **bradichinina** (presente nel plasma liquido) partecipa alla regolazione della pressione nel sangue; l'**ossitonina** (prodotta dal lobo posteriore dell'ipofisi) controlla le contrazioni dell'utero e la produzione di latte; la **vasopressina** (anch'essa prodotta dall'ipofisi) influisce sulla pressione del sangue e controlla l'eliminazione dell'acqua da parte dei reni. Vari peptici presenti nel cervello agiscono come trasmettitori chimici degli impulsi nervosi; si ritiene che tra questi peptici, la cosiddetta sostanza P trasmetta gli impulsi dolorosi.

Proteine

Le **proteine** sono polipeptidi formati da più di 70 amminoacidi, ma esistono proteine formate da catene di oltre 500 amminoacidi. La struttura di tali catene può essere indicata

-N-C-C-N-C-

ma in realtà si tratta di una catena a zig-zag, perché tra i legami del carbonio non appartenente al gruppo peptidico si forma un angolo di 109° .

Le proteine possono assumere varie forme:

a)- in alcune, la catena polipeptidica, o una parte di essa, si avvolge a spirale, detta alfa (α) elica: una proteina con struttura ad α elica ha quindi la catena polipeptidica a forma di spirale; in alternativa all' α elica la catena polipeptidica può assumere una forma a fisarmonica detta a **foglietti ripiegati**;

b)- la catena polipeptidica a spirale o no è ripiegata più volte su se stessa, assumendo una forma a **uovo**;

Struttura primaria: -----→ amminoacido -----→ Leu – Asp – Ala – Val – Gly – Ser

Struttura secondaria -----→ legame ad idrogeno (α elica) -----→ foglietti ripiegati

Struttura terziaria -----→ polipeptide (una subunità di prealbumina)

Struttura quaternaria -----→ 4 subunità di prealbumina (una ,molecola di prealbumina)

N.B.- Livelli di organizzazione delle proteine: l'ordine o sequenza degli amminoacidi ne costituisce la **struttura primaria**; la forma della catena polipeptidica ne determina la **struttura secondaria** (di tipo α elica o a foglietti ripiegati); l'organizzazione tridimensionale ne presenta la **struttura terziaria**; l'associazione di più subunità polipeptidiche che costituisce la **struttura quaternaria**.

c)- molte proteine sono formate da un numero pari (2,4,6 o più) di catene polipeptidiche, che sono uguali tra loro a coppie e sono legate con legami deboli. Per esempio l'**emoglobina**, la proteina dei globuli rossi che trasporta ossigeno dai polmoni ai vari tessuti dell'organismo, è formata da 4 catene, uguali a due a due;

d)- Alcune proteine hanno forma allungata. Per esempio, le proteine che costituiscono i muscoli del corpo umano sono appunto di forma allungata e la loro contrazione provoca l'accorciamento dei muscoli stessi;

e)- alcune proteine, le catene ad α elica possono intrecciarsi tra loro, formando una specie di cordone a treccia;

f)- più trecce di α elica possono essere unite, formando una microfibrilla. Milioni di microfibrille parallele costituiscono, per esempio, un capello, un pelo, un filo di seta o un filo di lana..

Le proteine possono essere estremamente importanti per la vita e ogni cellula ne contiene alcune migliaia, ciascuna delle quali ha una funzione specifica. Le proteine. Presenti soprattutto nelle uova, nei formaggi e nella carne sono quindi indispensabili per l'alimentazione dell'uomo e degli animali: scisse in amminoacidi, servono infatti per la costruzione di altre proteine.

Anche alcuni alimenti vegetali (per esempio i legumi) contengono proteine, che però hanno un valore nutritivo inferiore rispetto a quelle di origine animale, perché queste ultime contengono amminoacidi in una composizione molto più simile a quella delle proteine che devono essere sintetizzate dal nostro organismo (sono ricche in amminoacidi essenziali).

4= Basi azotate, nucleosidi e nucleotidi

Le **basi azotate** sono composti derivati da due composti eterociclici azotati: la **purina** e la **pirimidina**. Gli eterocicli azotati sono composti insaturi con catena carboniosa chiusa, ma differiscono dagli idrocarburi aromatici perché non tutti gli atomi dell'anello sono di carbonio: alcuni sono dunque eteroatomi (cioè, "altri atomi, atomi diversi").

I composti eterociclici possono essere pentatomici (ad anelli composti da 5 atomi) ed esatomici (ad anelli composti da 6 atomi). Sono appunto composti eterociclici esatomici:

a)- La **purina** da cui derivano due basi azotate: **adenina e guanina**.

b)- la **pirimidina** da cui derivano tre basi azotate: **citocina, uracile, timidina**

Queste 5 basi azotate, che hanno una particolare importanza biologica perché sono tra i composti degli acidi nucleici: **Pirimidine: timina (T), citosina (C), uracile (U)**

Purine : adenina (A), Guanina (G)

Nelle **basi azotate**, gli atomi di azoto possono reagire con l'ossidrile semiacetalico di una molecola di ribosio o desossiribosio, eliminando una molecola d'acqua e formando un composto denominato **nucleoside**. Il gruppo alcolico primario del residuo del ribosio o desossiribosio in un nucleoside può reagire con una molecola di acido fosforico, formando un composto denominato **nucleotide**.

Reazioni che portano alla formazione di un nucleoside (adenosina) e del nucleotide corrispondente (**adenosin monofosfato**):

adenina + ribosio ----> **adenosina + Acqua** --+ **H₃PO₄-H₂O**-----> **adenosin monofosfato** (nucleotide).

I nucleotidi del ribosio possono essere rappresentati schematicamente:

AMP GMP CMP UMP

Gruppo fosforico di un nucleotide possono legarsi

a)- un gruppo fosforico, dando **nucleotidi difosfati**: per esempio l'**adenosin difosfato (ADP)**

b)- due gruppi fosforici, dando nucleotidi trifosfato: per esempio, l'**adenosin trifosfato (ATP)**

L'**ATP** ha una particolare importanza biologica, perché ha la funzione di accumulare energia.

Quando la cellula lo richiede, l'**ATP** si trasforma in **ADP** e cede **energia**.

5= Acidi nucleici

Gli **Acidi nucleici** sono polimeri naturali, che hanno la funzione di fornire alla cellula le informazioni per la costruzione di proteine, le quali a loro volta sono componenti essenziali delle

cellule e presiedono al loro funzionamento. In particolare gli **acidi nucleici** sono polimeri di nucleotidi legati tra loro mediante legami fosforici.

Più precisamente, i nucleotidi – ciascuno dei quali è formato da una base azotata, da uno zucchero e da una molecola di acido fosforico – si legano tra loro mediante una reazione di esterificazione tra acido fosforico (che rappresenta la base acida) e lo zucchero (che rappresenta la parte alcolica).

Si originano in questo modo catene formate da decine, centinaia o, addirittura, miliardi di nucleotidi. Tali catene costituiscono appunto gli acidi nucleici

Acidi ribonucleici (RNA)

Se lo zucchero contenuto nei nucleotidi è il **ribosio**, il polinucleotide (cioè, la catena che si forma) prende il nome di **acido ribonucleico o RNA**. In questo caso, il gruppo fosforico di un nucleotide reagisce con un gruppo alcolico del ribosio contenuto in una molecola di un altro nucleoside, formando un legame che può essere rappresentato schematicamente:

nucleotide dell'RNA -----> Gruppo fosforico + base azotata (A, G, C, o U) Gracile e zucchero rrrRibosio.

Nucleotidi legati in questo modo formano quindi l'RNA che si trova nel nucleo delle cellule e nel citoplasma.

Esistono vari tipi di RNA tra cui:

- 1)- RNA messaggero (mRNA)** che è l'intermediario tra il **DNA (che contiene l'informazione genetica) e il luogo dove avviene la sintesi proteica;**
- 2)- RNA transfer (tRNA)**, che la funzione di trasportare l'amminoacido **nel posto giusto della catena proteica che si sta formando;**
- 3)- RNA ribosomiale** che costituisce la maggior parte dell'**RNA** in una cellula ed è principale componente dei ribosomi, corpuscoli cellulari in cui si realizza la sintesi della **proteine;**
- 4)- RNA virale**, che è il materiale genetico di molti virus.

Acidi deossiribonucleici (DNA)

Se lo zucchero contenuto nei nucleotidi è il **desossiribosio**, il polinucleotide prende il nome di acido deossiribonucleico o **DNA**.

Chimicamente il DNA è composto da basi azotate derivate dalla **purina (adenina e guanina)**, e dalla **pirimidina (timida e citosina)**, da **desossiribosio** e da gruppi **fosforici**; differisce dall'**RNA** perché contiene **desossiribosio** (anziché ribosio), perché contiene **timida** al posto dell'uracile (contenuto nell'**NRA**) e perché è composto da due catene parallele. Secondo il modello dei biochimici americani **Watson e Crick**, la sua molecola è infatti costituita da due lunghi filamenti (catene poli nucleotidiche), che sono avvolti a spirale uno sull'altro, formando una struttura a doppia elica.:

Rappresentazione schematica di un tratto di catena singola polinucleotidica di DNA:

nucleotide del DNA -----> gruppo fosfati – base azotata (A, G, C e T) timina (T) zucchero (desossiribosio)

Il **DNA** immagazzina e trasmette tutto il patrimonio genetico da una cellula alla successiva e fa un organismo ai suoi discendenti.

Il **patrimonio genetico** è **l'insieme dei caratteri di un organismo** (per esempio, la forma del corpo, il colore degli occhi, dei capelli, della pelle e così via): tutte queste informazioni sono contenute in una sola molecola del **DNA**, delle nostre cellule e della corretta trasmissione di tali informazioni dipende l'assenza di tare genetiche negli organismi viventi. Se la struttura chimica delle molecole di **DNA viene alterata** (per esempio, a causa di sostanze che inquinano l'ambiente),

la trasmissione di tali informazioni può risultare “**errata**”, oppure può essere ostacolata la corretta esecuzione di tali informazioni, provocando malattie genetiche nella cellula figlia.

La chimica . . . e la tecnologia

BIOTECNOLOGIA

INGEGNERIA GENETICA

Uno dei più recenti campi della **Chimica Organica** è quello delle biotecnologie, cioè dell'utilizzo dei sistemi biologici (interi organismi, singole cellule o organuli cellulari) per la produzione di particolari sostanze. In realtà la pratica della biotecnologia è antica ... come l'uomo.

Biotecnologia è infatti fare il **pane**, il **vino**, la **birra**, l'**aceto**, lo **yogurt**, i **diversi formaggi**. Più recentemente le tecniche di fermentazione, che sono alla base di molti processi biotecnologici, hanno permesso di produrre su grande scala farmaci quali gli antibiotici, e altri prodotti utili in campo farmaceutico o per l'alimentazione.

La nuova frontiera della biotecnologia è l'**ingegneria genetica**, tecnica che consente di modificare, nel modo voluto, il patrimonio genetico di una cellula. Un **gene** è un tratto di **DNA** che contiene le istruzioni per la sintesi di una proteina.

Attraverso l'ingegneria genetica è possibile isolare un singolo gene di una determinata cellula (per esempio, una cellula umana) e inserirlo nel DNA nella cellula di un organismo del tutto diverso (come un batterio o un lievito). Quest'ultima cellula, riproducendosi, duplicherà il proprio DNA, compreso il gene estraneo ad esso associato. Si formerà così un insieme di cellule che possiedono lo stesso patrimonio genetico modificato. Poiché un insieme di cellule geneticamente identiche è detto **clone**, si afferma che il gene estraneo è stato clonato. Le cellule del clone producono le proteine programmate dal loro DNA: Inclusa la proteina corrispondente al gene inserito. Questa proteina viene poi isolata, purificata e utilizzata per uno scopo specifico.

I prodotti dell'ingegneria genetica di interesse medico sono numerosi. Oltre all'**insulina**, si ottengono fra l'altro:

- a)- Gli **interferoni**, proteine antivitali, usate anche per la cura di alcuni tipi di cancro;
- b)- Gli **anticoagulanti**, efficaci per il trattamento degli infarti;
- c)- fattori che stimolano la riproduzione di **leucociti** (globuli bianchi), utili per combattere le infezioni;
- d)- **vaccini** come quelli per l'**epatite B** e l'**influenza**;

L'**ingegneria genetica** inoltre ha permesso di “**creare**”:

- a)-**colture più nutrienti ed abbondanti**, capaci di resistere al freddo, alla siccità, agli insetti, alle malattie e ai pesticidi.
- b)- **animali** in grado di produrre più latte e carni migliori;
- c)- **enzimi** usati nella produzione di detersivi, zucchero e formaggio;
- d)- **batteri** capaci di digerire il petrolio o di bonificare terreni inquinati da rifiuti tossici;

Anche le **cellule umane** possono essere modificate attraverso questa tecnica e ciò fa intravedere la possibilità di curare alcune malattie di tipo genetico e il cancro (**terapia genica**).

L'**ingegneria genetica** appare dunque come una mirabile evoluzione della scienza, che dovrebbe contribuire a migliorare notevolmente le condizioni di vita dell'uomo. Esiste però un'altra faccia della medaglia.

L'**ingegneria genetica** si presta ad una manipolazione della natura senza precedenti: modificare il **DNA** significa modificare l'essenza stessa della vita e le conoscenze di ciò sono difficili da valutare. Nessuno può prevedere gli effetti a lungo termine dell'introduzione nell'ambiente di organismi geneticamente modificati e quale uso farà l'uomo di una crescente capacità di trasformare e controllare tutti gli esseri viventi, compreso se stesso. Nondimeno, non è né realistico né conveniente cercare di arrestare il progresso della scienza; forse l'unica via di uscita è una sempre più stretta collaborazione fra il mondo scientifico e la società e una attenta valutazione delle implicazioni di ogni nuovo intervento sugli organismi viventi.