

Botanica Farmaceutica

Prof.ssa DANIELA DE VITA

Email: daniela.devita@uniroma1.it
Tel.: 06-49912788

Prof. LUCA SANTI

Email: l.santi@uniroma1.it
Tel.: 06-49912518

METABOLITI PRIMARI



IL METABOLISMO

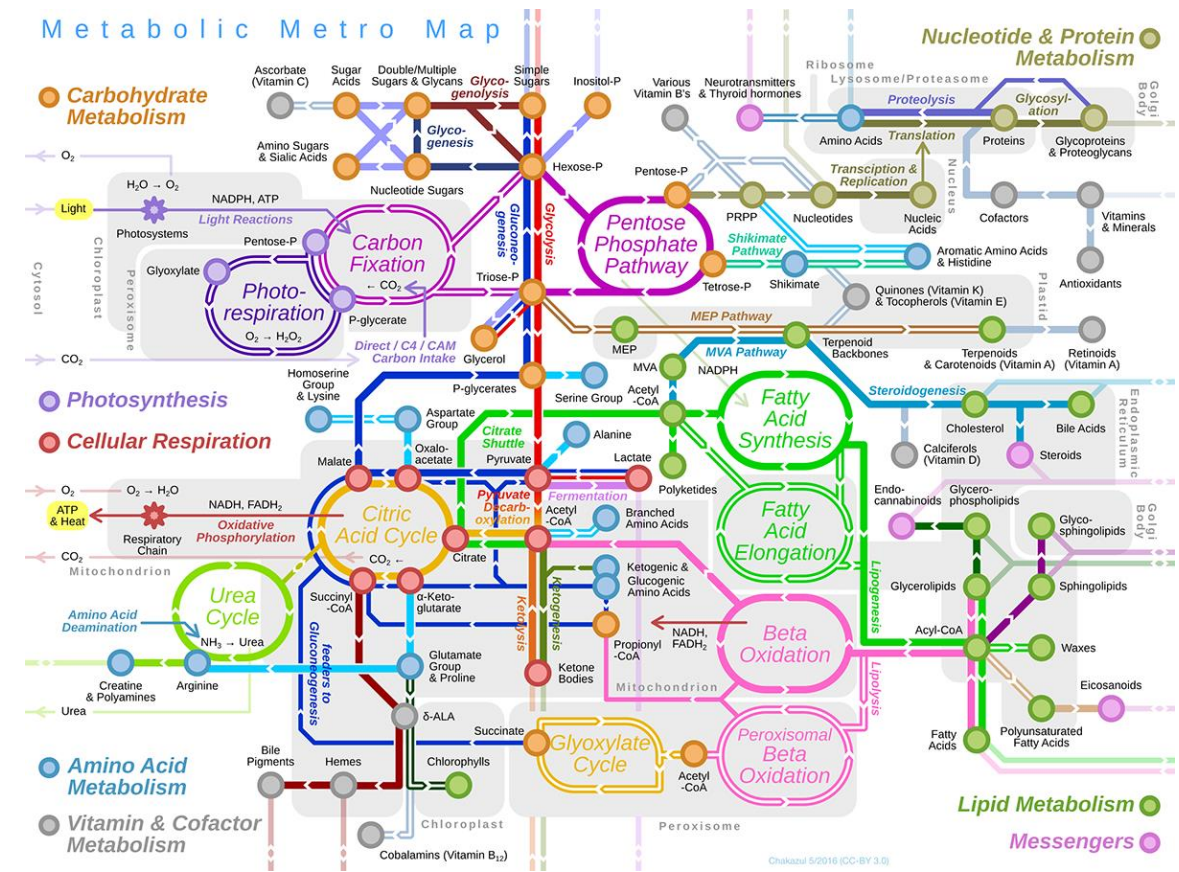
Metabolismo è l'insieme delle reazioni chimiche che avvengono all'interno di un organismo vivente per mantenere la vita.

Questi processi permettono la trasformazione e l'utilizzo dell'energia, la sintesi e la degradazione delle molecole biologiche, e il mantenimento delle funzioni cellulari essenziali.

Il metabolismo si suddivide in due grandi processi strettamente regolati e interconnessi per garantire l'equilibrio energetico e biochimico dell'organismo:

CATABOLISMO

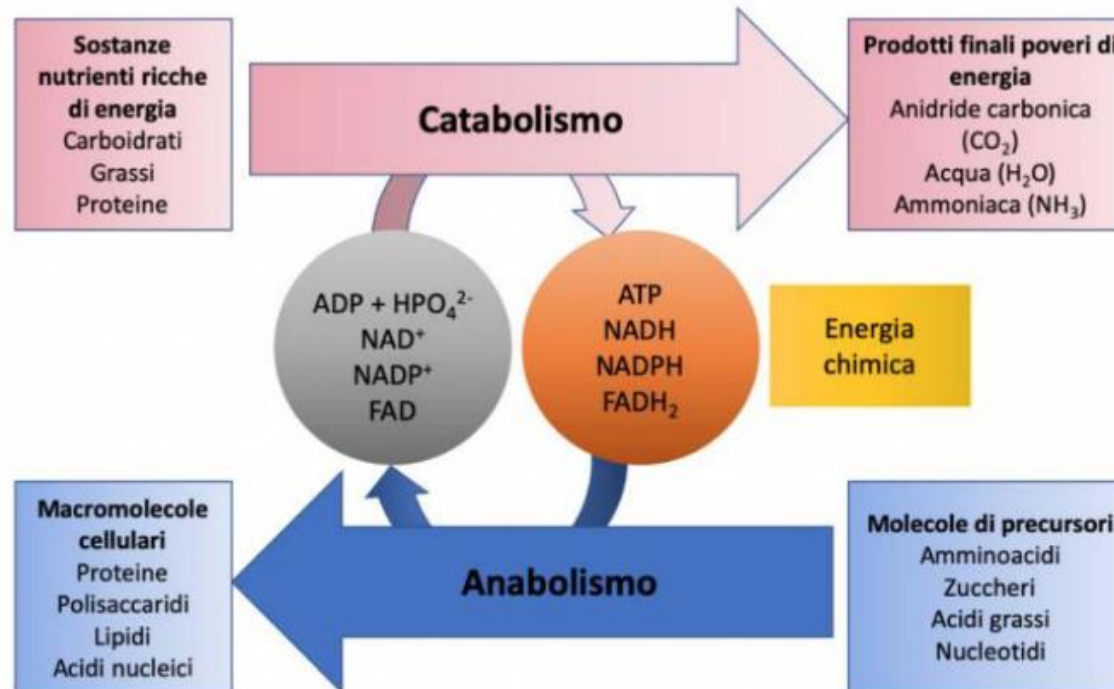
ANABOLISMO



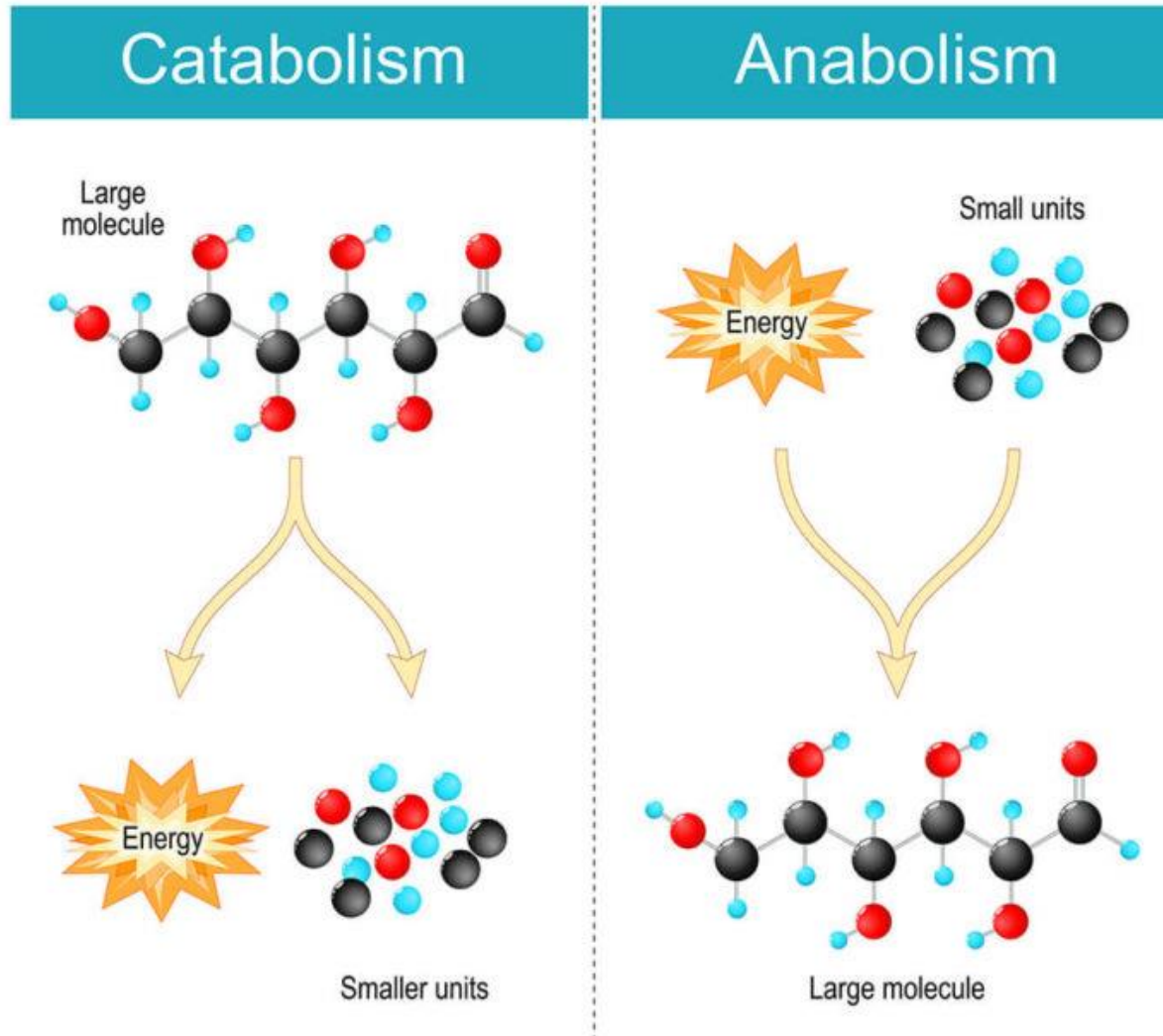
IL METABOLISMO

Catabolismo: insieme di reazioni che degradano molecole complesse in molecole più semplici, rilasciando energia (es. glicolisi, respirazione cellulare).

Anabolismo: insieme di reazioni che costruiscono molecole complesse a partire da precursori semplici, consumando energia (es. sintesi proteica, fotosintesi).



IL METABOLISMO



I METABOLITI

Un **metabolita** è qualsiasi composto chimico prodotto o trasformato all'interno di un organismo vivente attraverso processi metabolici.

I metaboliti possono essere intermedi o prodotti finali delle reazioni biochimiche e svolgono funzioni essenziali per la crescita, lo sviluppo e l'adattamento dell'organismo.

Le piante, come tutti gli organismi viventi, possiedono un metabolismo complesso, che permette loro di crescere, sopravvivere (adattarsi all'ambiente) e riprodursi.

I prodotti di questi processi metabolici si dividono in due grandi categorie:

METABOLITI PRIMARI

METABOLITI SECONDARI

I METABOLITI PRIMARI

I metaboliti primari sono molecole essenziali, presenti in tutti gli organismi, e sono coinvolti nei processi fondamentali come la produzione di energia, la costruzione delle strutture cellulari e la replicazione del materiale genetico.

ESSENZIALI

COINVOLTI NEI PROCESSI DI CRESCITA,
SVILUPPO E RIPRODUZIONE

UNIVERSALI

PRESENTI IN TUTTI GLI ORGANISMI VIVENTI

I METABOLITI SECONDARI

METABOLITI SPECIALIZZATI

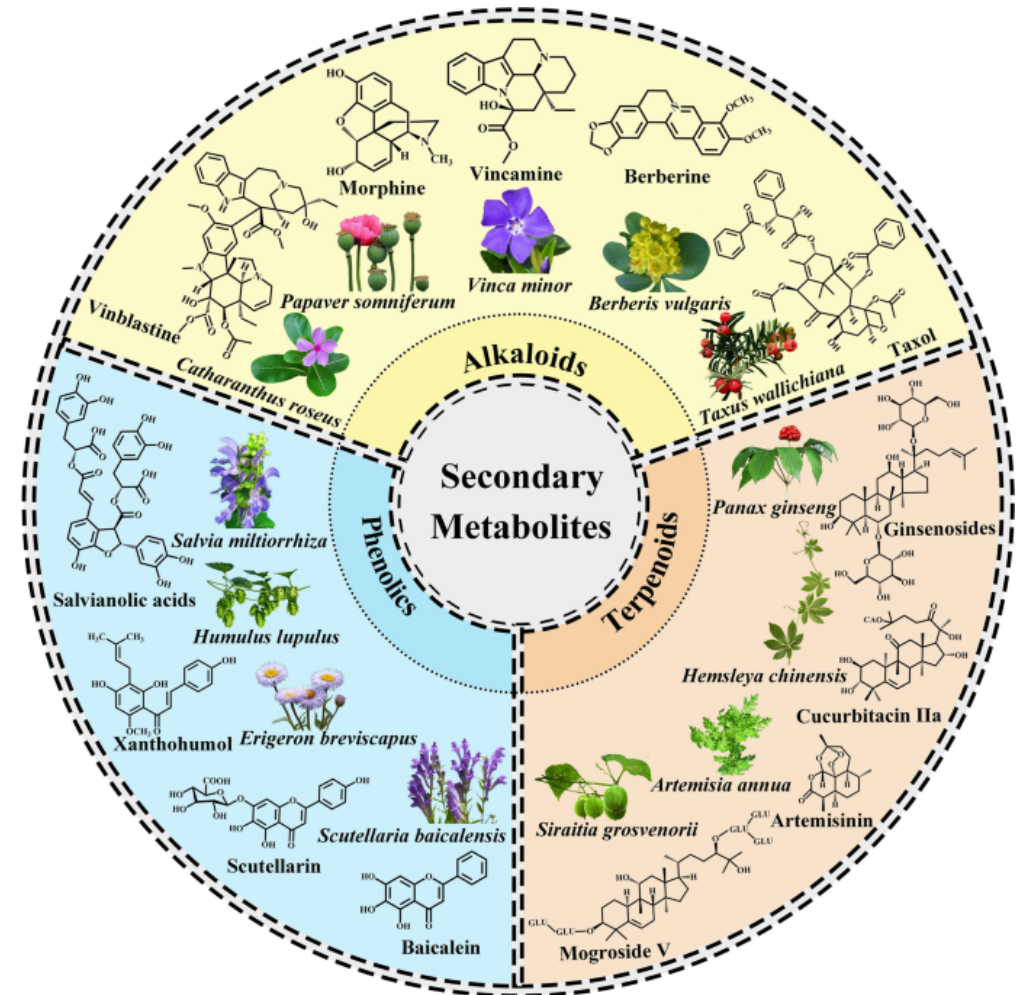
I metaboliti secondari non sono direttamente coinvolti nella sopravvivenza immediata della pianta, ma svolgono ruoli fondamentali nell'interazione con l'ambiente.

Questi composti aiutano la pianta a difendersi da predatori e patogeni, a competere con altre piante e ad attrarre impollinatori.

NON ESSENZIALI PER LA SOPRAVVIVENZA IMMEDIATA, MA UTILI PER ADATTAMENTI ECOLOGICI

RUOLO IN DIFESA, COMUNICAZIONE E INTERAZIONI CON L'AMBIENTE

DISTRIBUZIONE SPECIFICA TRA GRUPPI DI ORGANISMI



I METABOLITI SECONDARI NEGLI ANIMALI

Anche negli animali esistono metaboliti secondari, sebbene il concetto sia più comunemente associato alle piante e ai funghi

coinvolti in processi DI DIFESA E DI COMUNICAZIONE CHIMICA

DIFFERENZE RISPETTO AI METABOLITI SECONDARI VEGETALI

Negli ANIMALI, molti di questi composti sono prodotti in quantità minori e spesso hanno funzioni molto specifiche.

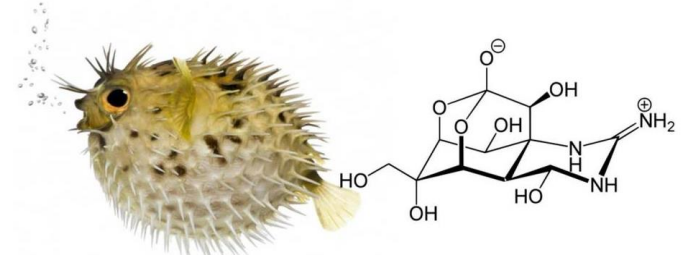
I metaboliti secondari animali sono spesso più direttamente legati a interazioni tra individui, come la comunicazione chimica

mentre quelli vegetali sono più legati all'interazione con l'ambiente (difesa contro erbivori, attrazione di impollinatori).

I METABOLITI SECONDARI NEGLI ANIMALI

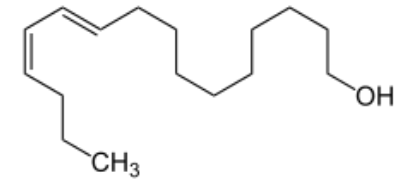
ALCALOIDI ANIMALI

Alcuni animali producono alcaloidi per difendersi dai predatori.
La tetrodotossina (TTX), un potente veleno neurotossico presente nel pesce palla (*Fugu*), in alcune rane e in altre specie marine.



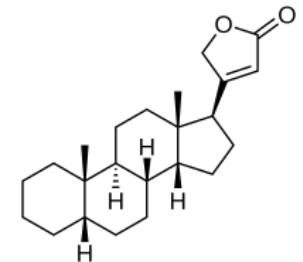
STEROLI E ORMONI STEROIDEI

Sebbene molti steroidi abbiano funzioni primarie, alcuni possono essere considerati metaboliti secondari per il loro ruolo in adattamenti specifici.
I feromoni steroidi negli insetti e nei mammiferi, utilizzati per la comunicazione e l'attrazione sessuale (Es. bombicolo)



PIGMENTI E TOSSINE

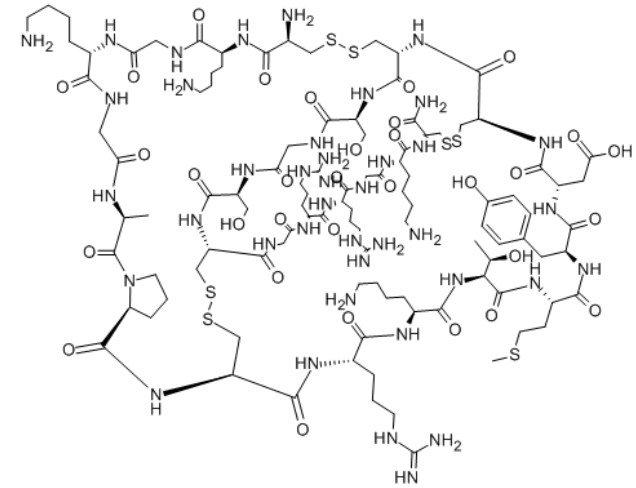
Alcuni animali producono pigmenti con funzioni di difesa o segnalazione.
Pteridine nelle ali di alcune farfalle per la comunicazione visiva.
Cardenolidi (sostanze tossiche presenti nelle rane velenose e in alcuni insetti, acquisiti dalle piante con la dieta).



I METABOLITI SECONDARI NEGLI ANIMALI

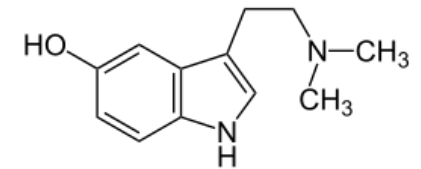
PEPTIDI BIOATTIVI E VELENI

Alcuni peptidi sono usati per la difesa o per l'attacco nei predatori. La conotossina, un potente neurotossico prodotto dalle lumache marine del genere *Conus*.



SOSTANZE ALLELOCHIMICHE E DIFENSIVE

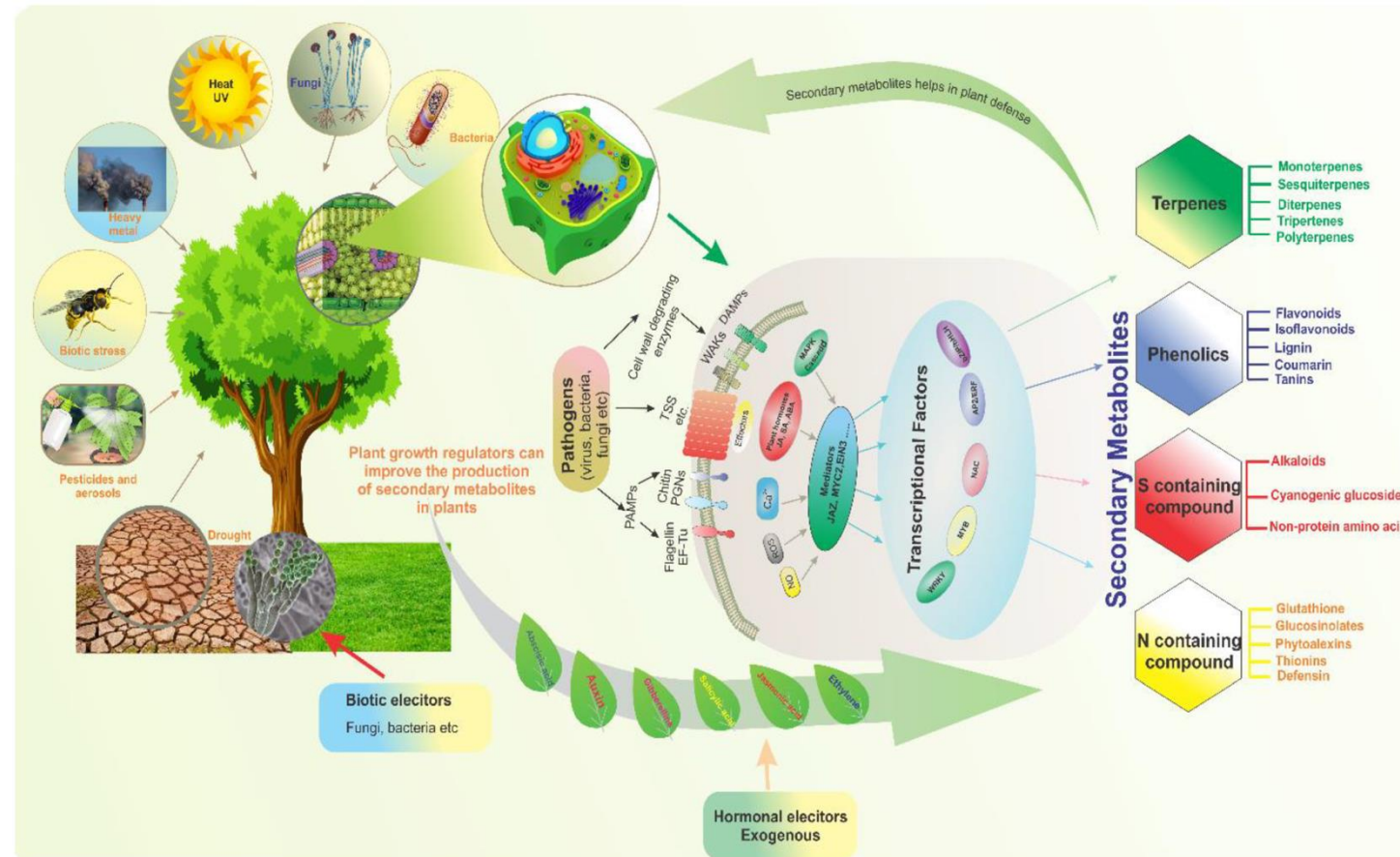
Bufotossine, composti tossici secreti da alcuni rospi per proteggersi dai predatori, come la bufotenina 5-idrossi-N,N-dimetil-triptamina.



I METABOLITI SECONDARI

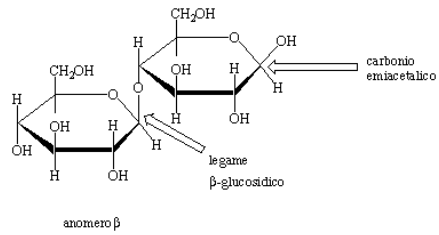
BOTANICA FARMACEUTICA

Uso di questi metaboliti derivati soprattutto dalle piante non per la loro funzione originale ma in contesto:
FARMACEUTICO – NUTRACEUTICO E COSMETICO

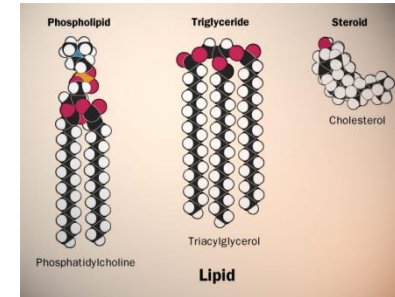


I METABOLITI PRIMARI

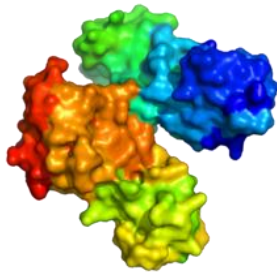
carboidrati



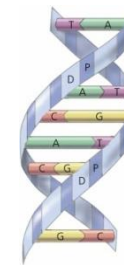
lipidi



amino acidi e proteine



nucleotidi e acidi nucleici



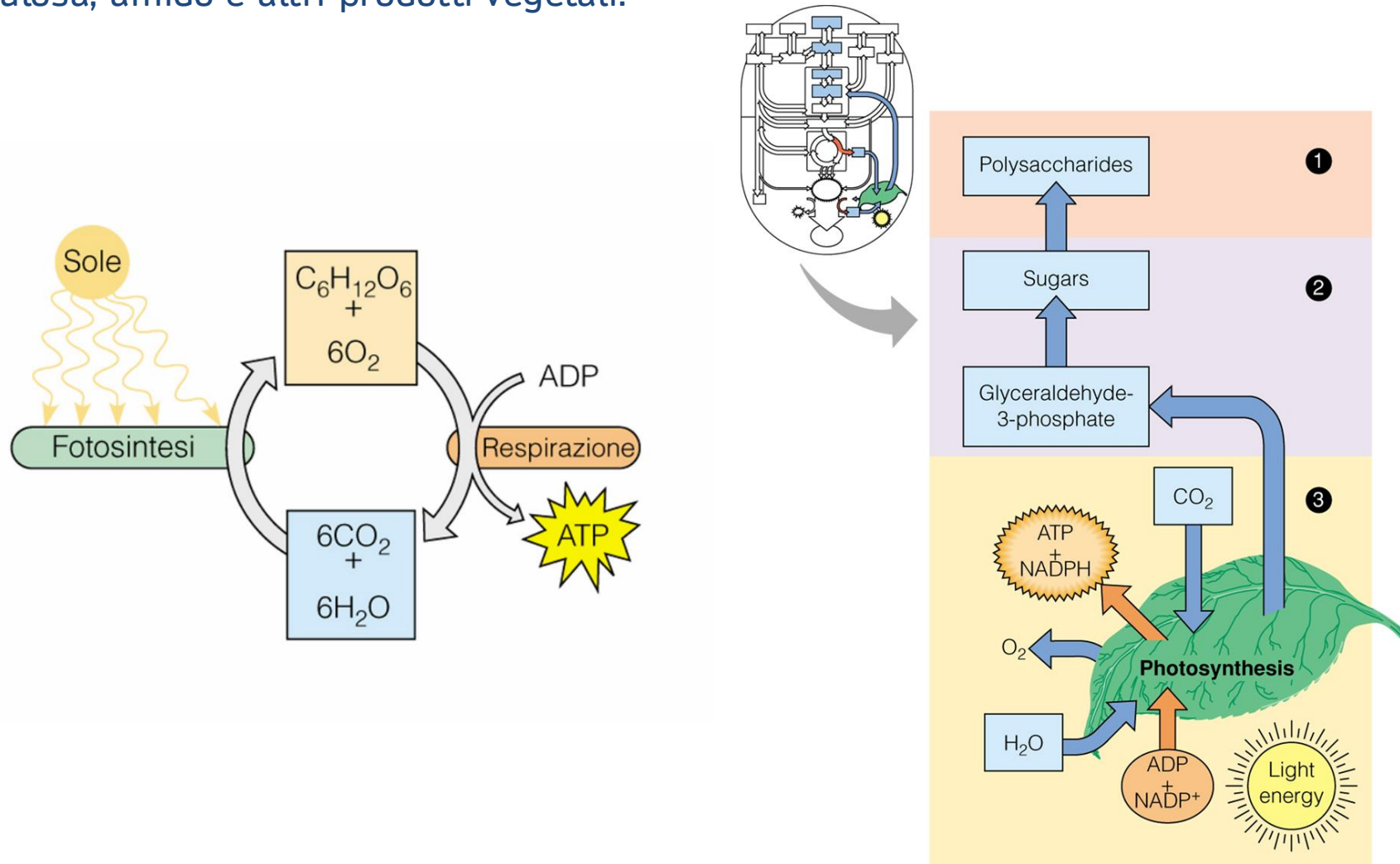
CARBOIDRATI

gli zuccheri



I carboidrati sono le macromolecole più abbondanti sulla Terra.

Ogni anno, la fotosintesi converte più di 100 miliardi di tonnellate di CO_2 e H_2O in cellulosa, amido e altri prodotti vegetali.



POLIALCOLI

I polioli o polialcoli (o ancora glicoli) sono composti chimici che contengono più gruppi ossidrilici

I polioli sono carboidrati idrogenati usati come dolcificanti in sostituzione allo zucchero.

Hanno un indice glicemico notevolmente minore del saccarosio

I più comuni sono:

Xilitolo

Maltitolo

Mannitolo

Sorbitolo

Eritritolo

Isomalto

L'indice glicemico (IG) è un parametro nutrizionale che esprime la velocità e l'entità con cui un alimento contenente carboidrati aumenta la glicemia dopo la sua ingestione, rispetto a un alimento di riferimento.

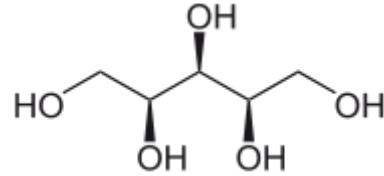
DOLCIFICANTI

Basso indice glicemico

XILITOLO



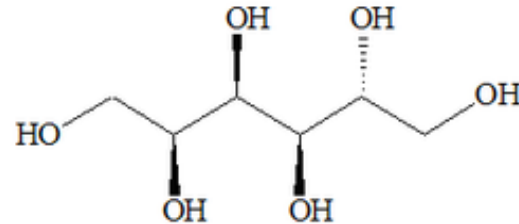
"zucchero del legno"



SORBITOLO



Il suo potere dolcificante è circa il 60% del saccarosio



Basso assorbimento intestinale; vengono metabolizzati dalla flora batterica

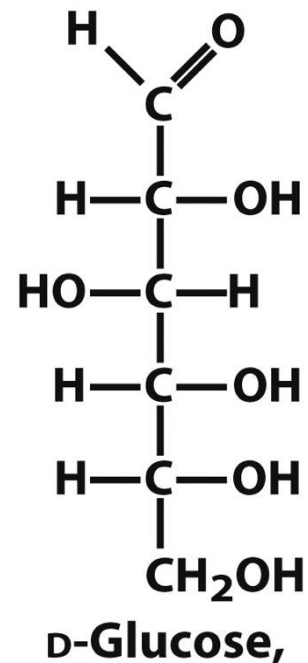
In bocca non vengono convertiti in acidi che promuovono la formazione della carie

MAX 20 gr/die
Effetto osmotico/diarrea,
crampi addominali

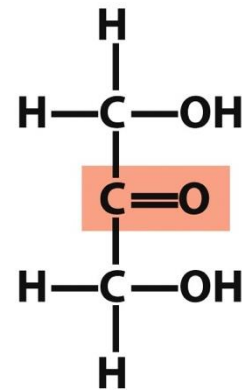
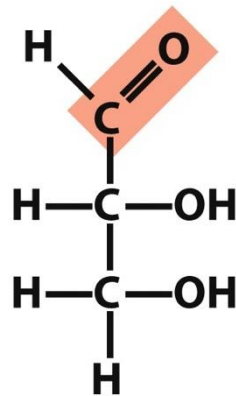
MONOSACCARIDI

Gli scheletri dei comuni monosaccaridi sono catene di carbonio non ramificate in cui tutti gli atomi di carbonio sono legati da legami semplici.

Nella forma a catena aperta, uno degli atomi di carbonio stabilisce un doppio legame con un atomo di ossigeno per formare un gruppo carbonile. Ciascuna degli altri atomi di carbonio ha un gruppo ossidrilico.

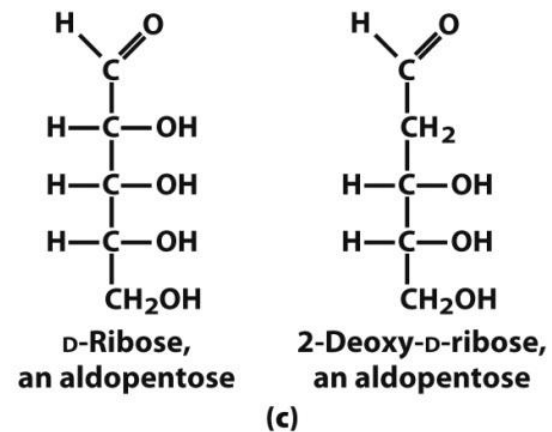
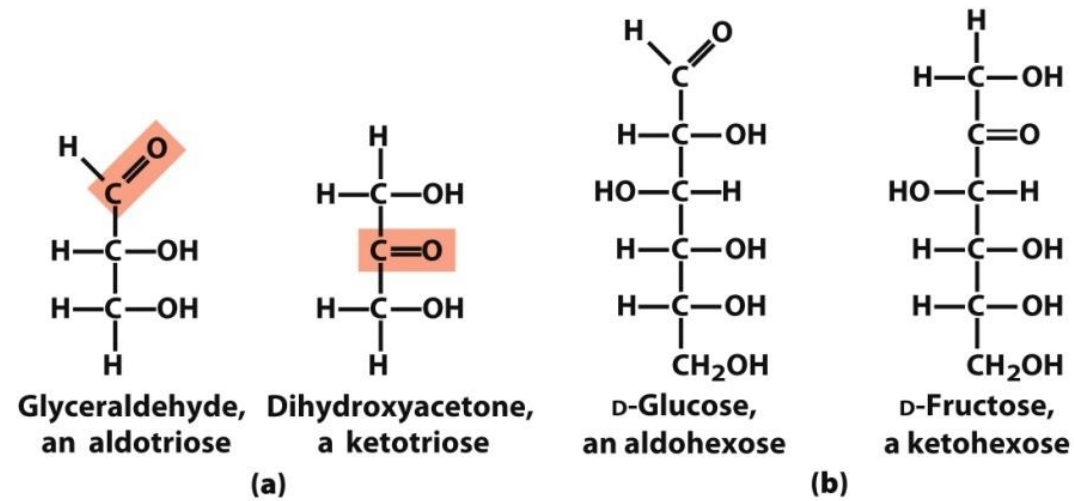


Se il gruppo carbonilico è alla fine della catena di carbonio (gruppo aldeidico) il monosaccaride è chiamato aldoso . Se il gruppo carbonilico è in qualsiasi altra posizione (gruppo chetonico) il monosaccaride è un chetosio.

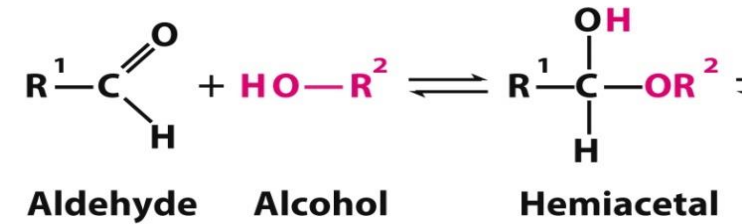


Glyceraldehyde, Dihydroxyacetone,

I monosaccaridi con tre, quattro, cinque, sei e sette atomi di carbonio sono chiamati triosi, tetrosi, pentosi, esosi ed eptosi.

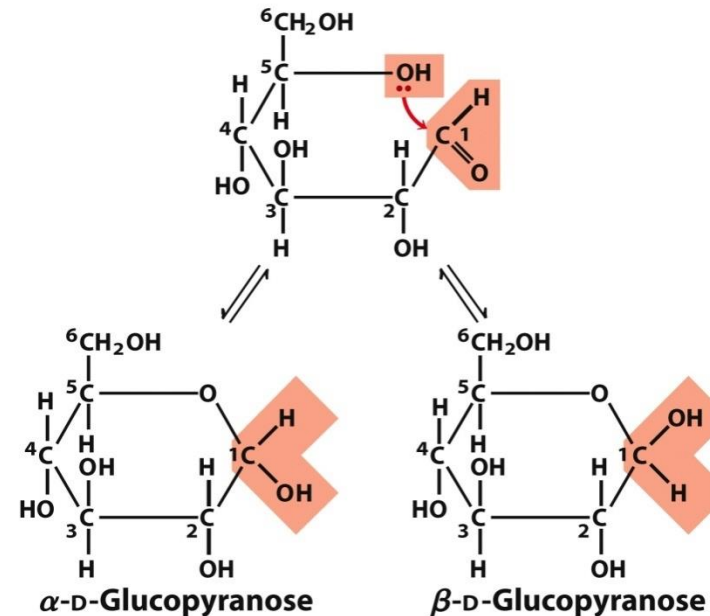
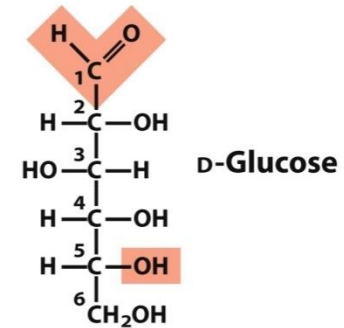


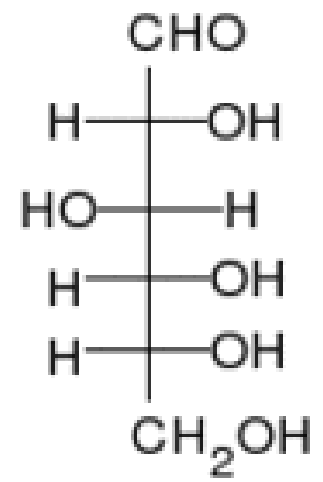
CICLIZZAZIONE DEL D-GLUCOSIO



Il D-glucosio esiste in soluzione come emiacetale intramolecolare in cui il gruppo idrossile libero in C-5 ha reagito con l'aldeide C-1.

Queste due forme isomeriche, che differiscono solo nella loro configurazione sul carbonio emiacetalico sono chiamati anomeri, ed il carbonio carbonilico è chiamato il carbonio anomero.

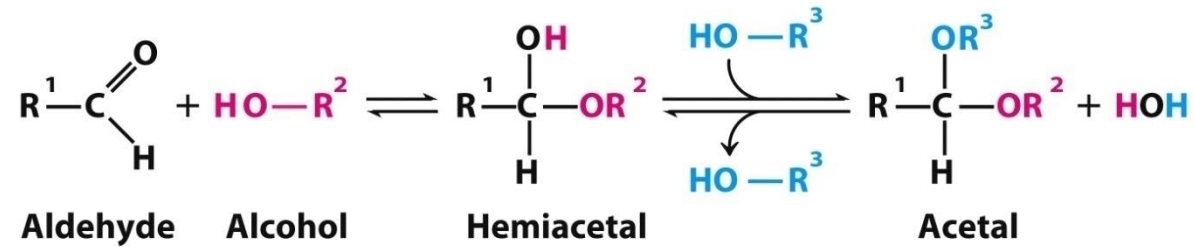




DISACCARIDI

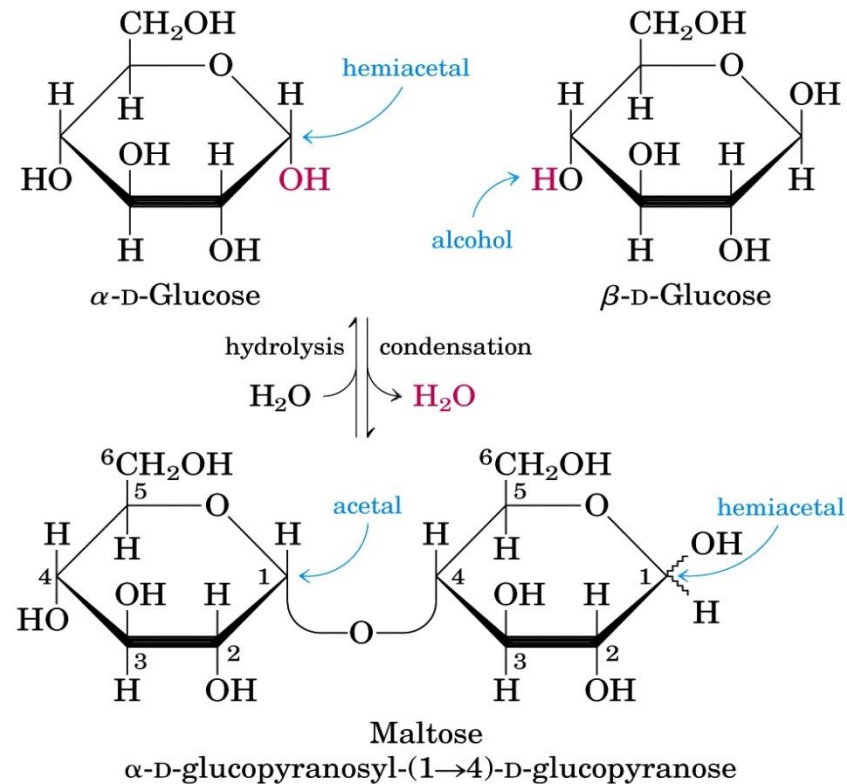
Un disaccaride è formato da due monosaccaridi (ex. due molecole di D-glucosio formano il maltosio).

Un disaccaride è un acetale ed il legame che si forma è chiamato legame acetalico comunemente detto legame O-glicosidico.



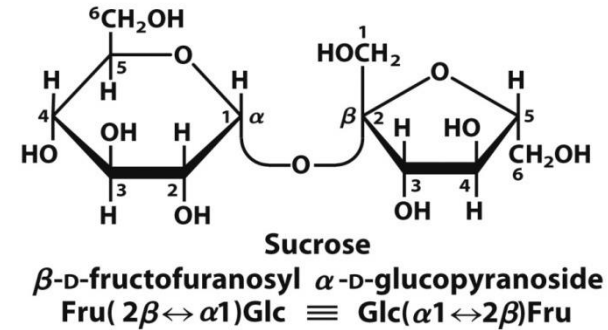
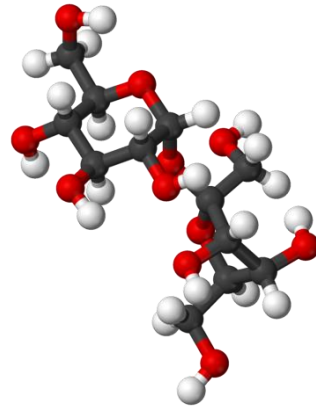
In particolare il gruppo alcolico -OH di uno dei monosaccaridi condensa con l' emiacetale intramolecolare dell' altro monosaccaride. L'acqua viene eliminata, e si forma un glicoside con un legame glicosidico.

L'inversione di questa reazione è idrolisi tramite l' attacco di una molecola d'acqua su questo legame.



ESEMPI DI DISACCARIDI

Saccarosio (sucrose)
(α -D-Glucosio + β -D-Fruttosio)



Zucchero da cucina si trova largamente in natura, nella frutta e nel miele (in percentuale più bassa rispetto al fruttosio). Industrialmente si estrae dalle piante: dalla barbabietola da zucchero e dalla canna da zucchero.

Beta vulgaris

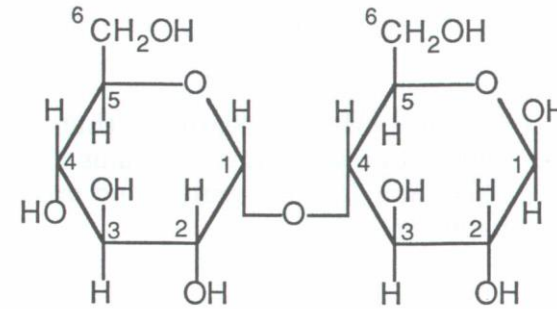
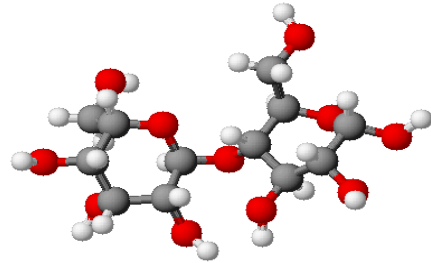


Saccharum officinarum



MALTOSIO

(α -D-Glucosio + D-Glucosio)
Legame α glicosidico



Maltose



Zucchero di malto formato da due molecole di D-Glucosio

Si può estrarre dal malto ed è presente nei semi germinanti come quelli dell'orzo, quando scindono le loro riserve di amido da utilizzare come nutrimento.

Si presenta in cristalli incolori, solubili in acqua si usa come agente dolcificante nell'industria dolciaria e nei processi fermentativi della birra è inoltre impiegato come mezzo di coltura per terreni batteriologici.

Il malto è la cariosside di un cereale che ha subito germinazione



OLIGOSACCARIDI

3-10 unità

CICLODESTRINE

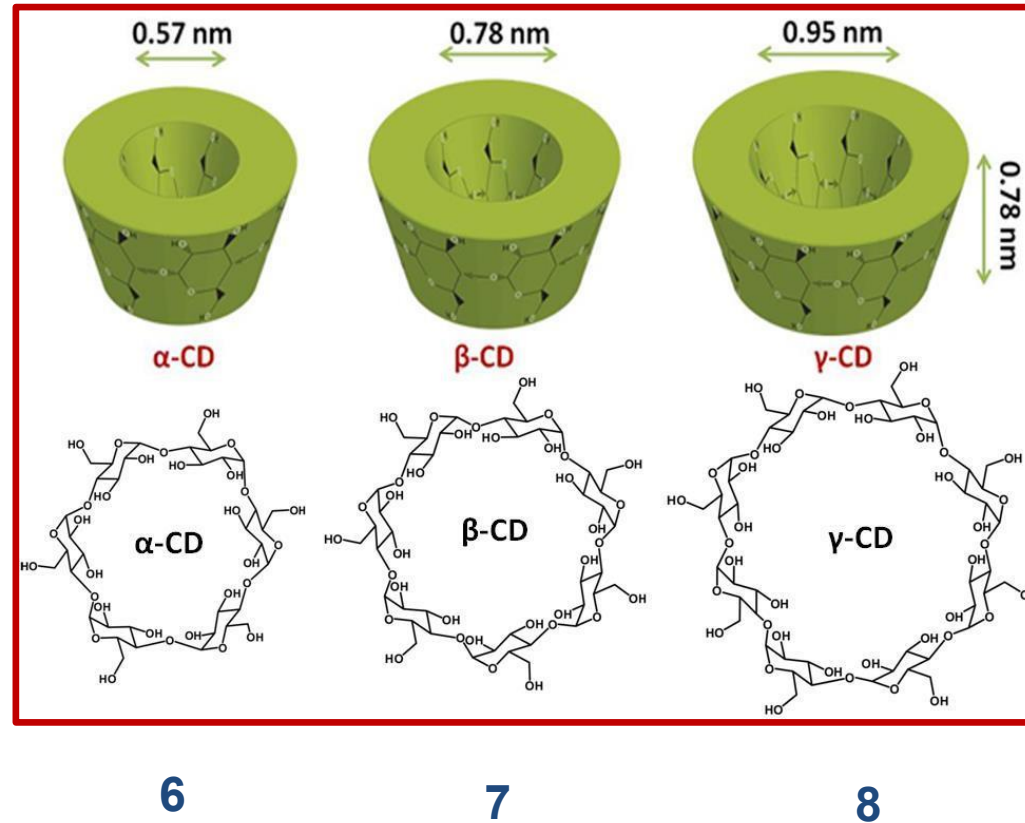
Non sono METABOLITI ma si ottengono dall'AMIDO

Cavità interna apolare
Parete esterna polare



Proprietà sfruttate in
campo farmaceutico

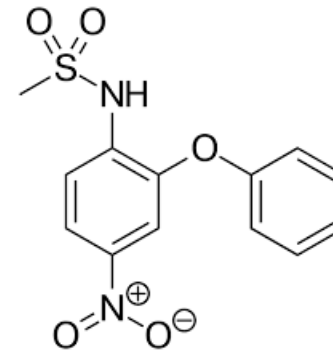
Sono oligosaccaridi ciclici derivati dalla degradazione enzimatica dell'AMIDO, solitamente prodotti da enzimi come la ciclodestrina glicosiltransferasi (CGTase)



Non rientrano nei classici metaboliti primari o secondari, poiché non sono prodotti direttamente da processi metabolici intracellulari in piante, animali o batteri, ma sono ottenute tramite processi enzimatici artificiali o industriali.

COMPLESSI DI INCLUSIONE

La nimesulide è un farmaco antinfiammatorio non steroideo (FANS) in grado di esercitare un buon effetto analgesico, antinfiammatorio e antipiretico.



I POLISACCARIDI

La maggior parte dei carboidrati presenti in natura si presentano sotto forma di polisaccaridi.

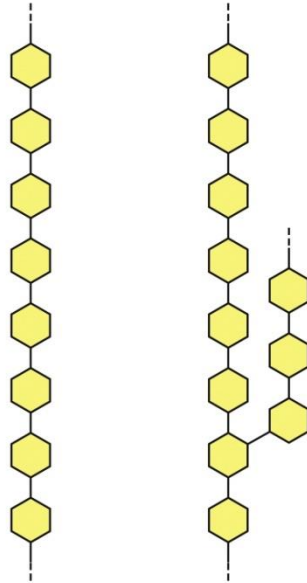
Polimeri di peso molecolare elevato aventi monosaccaridi come monomeri.

I polisaccaridi, chiamati anche glicani, differiscono tra loro per:

- 1- L'identità delle loro unità monosaccaridi ricorrenti,
- 2- Le lunghezze delle loro catene,
- 3- I tipi di legami che collegano le unità di monosaccaride,
- 4- Il grado di ramificazione.

Homopolysaccharides

Unbranched Branched



lineari ramificati

I polisaccaridi possono essere formati tutti dalle stesse unità monosaccaridiche e allora sono chiamati omopolisaccaridi. contengono solo una singola specie monomerica.

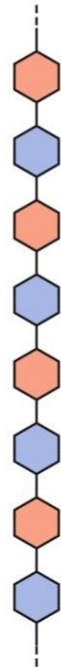
A loro volta gli omopolisaccaridi possono essere lineari o ramificati

Alcuni omopolisaccaridi sono riserve delle unità monomeriche (amido, glicogeno)
L' immagazzinamento di unità di glucosio in molecole di amido e glicogeno ha un effetto osmotico notevolmente ridotto rispetto ad quantità equivalente di glucosio come libero monosaccaride.

Altri hanno funzioni strutturali (cellulosa, chitina)

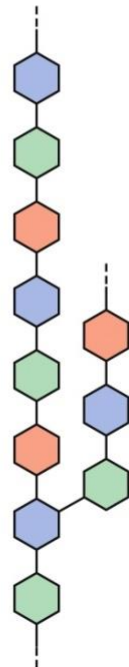
Heteropolysaccharides

Two
monomer
types,
unbranched



Lineari

Multiple
monomer
types,
branched



Ramificati

Gli eteropolisaccaridi contengono due o più tipi diversi di monosaccaridi e possono essere anch'essi lineari o ramificati.

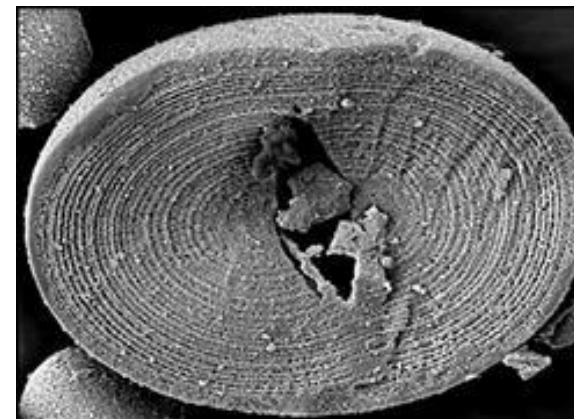
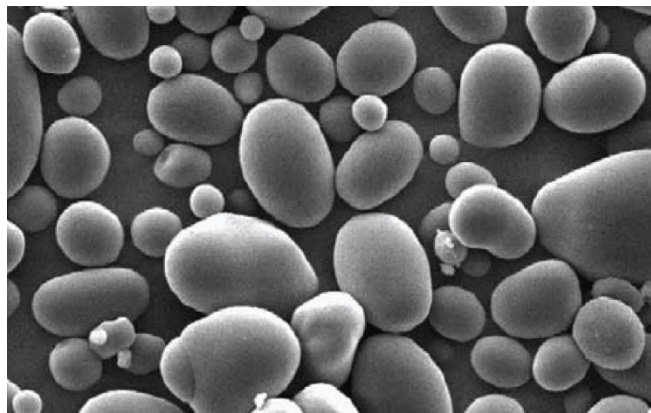
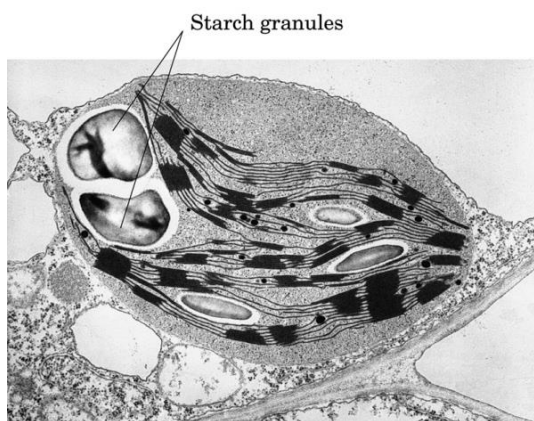
AMIDO

Polisaccaride di riserva

L'amido è un omopolisaccaride di riserva composto da residui di D-glucosio.

Si trova nel citoplasma delle cellule vegetali contenuto in organelli specialmente cloroplasti e amiloplasti.

L' Amido è ampiamente idratato perché ha molti gruppi ossidrilici esposti impegnabili in legami idrogeno con l'acqua.



L'amido è il secondo biomateriale (materiale derivante da biomassa) più abbondante in natura, si immagazzina (amido secondario) nelle radici delle piante, nei fusti e nei semi.

Le principali fonti di amido a livello globale sono il mais (82%), frumento (8%), patate (5%), e manioca (5%).

L'amido è costituito da due componenti, amilosio (AM) e amilopectina (AP).

Il contenuto di Amilopectina nell' amido conta per il 70-80%

Il contenuto di amilosio per il 30-20%

Questo rapporto dipende dall' origine botanica



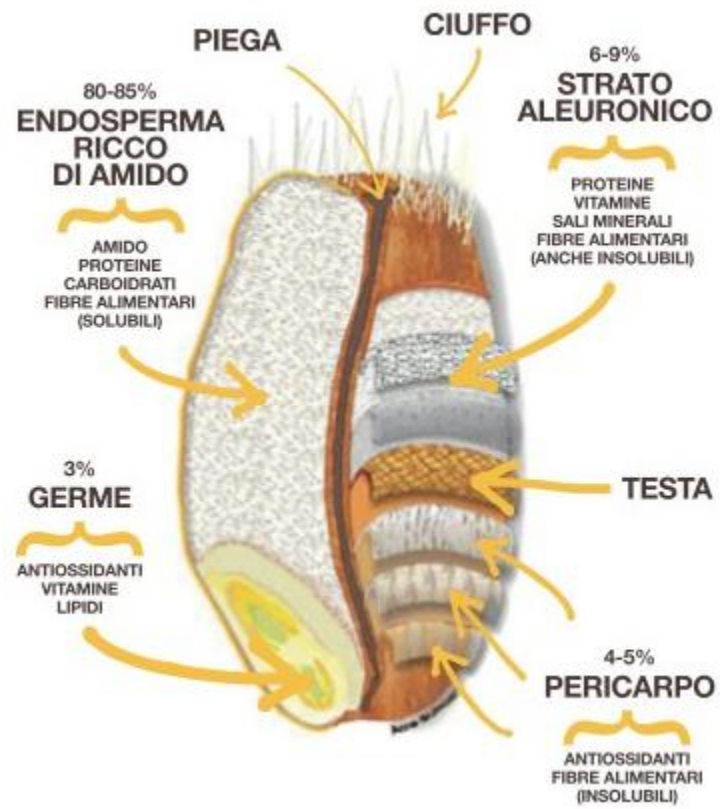
Cariossidi (frutti)

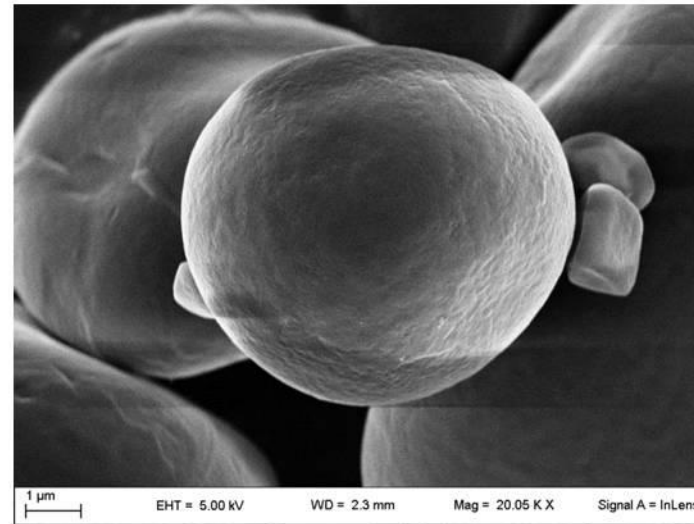
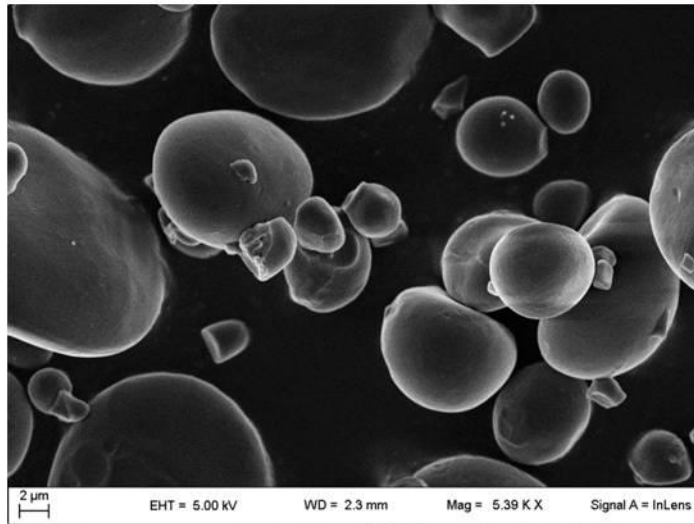
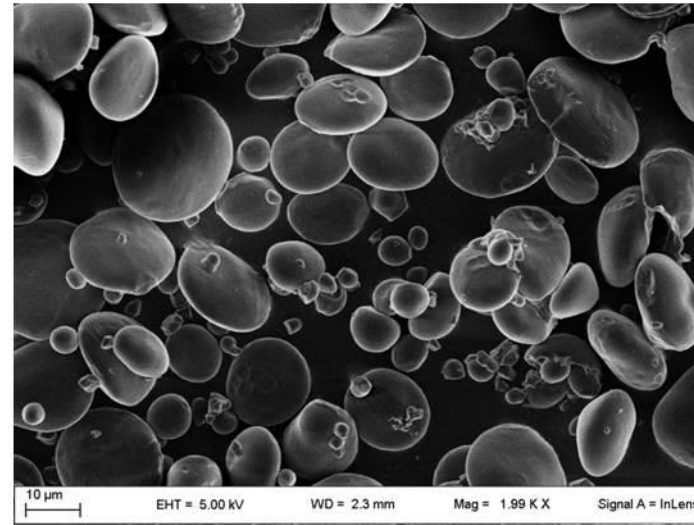
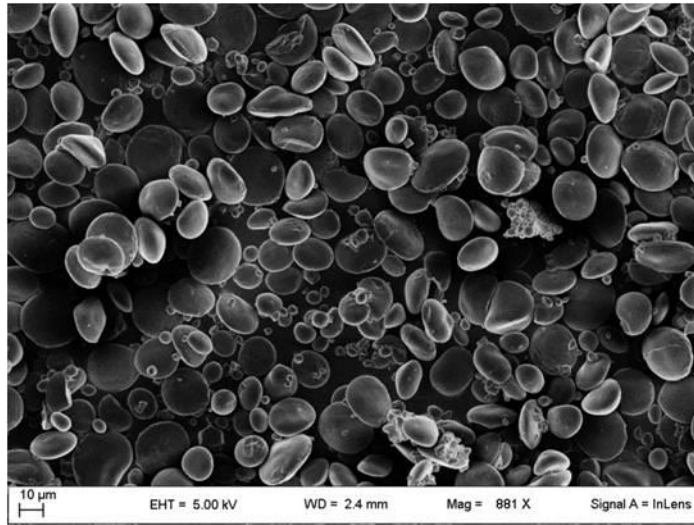


Tuberi (fusti)



Radice tuberizzata (radice)

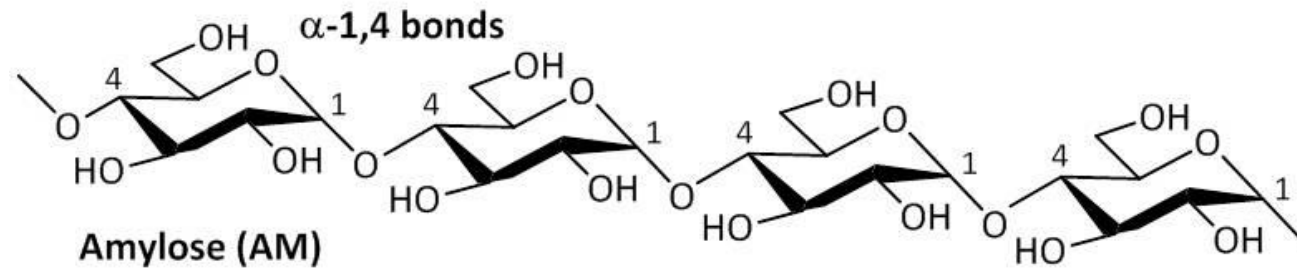




COMPOSIZIONE DELL' AMIDO

L' amido è costituito da due tipi di polimeri: Amilosio ed Amilopectina.

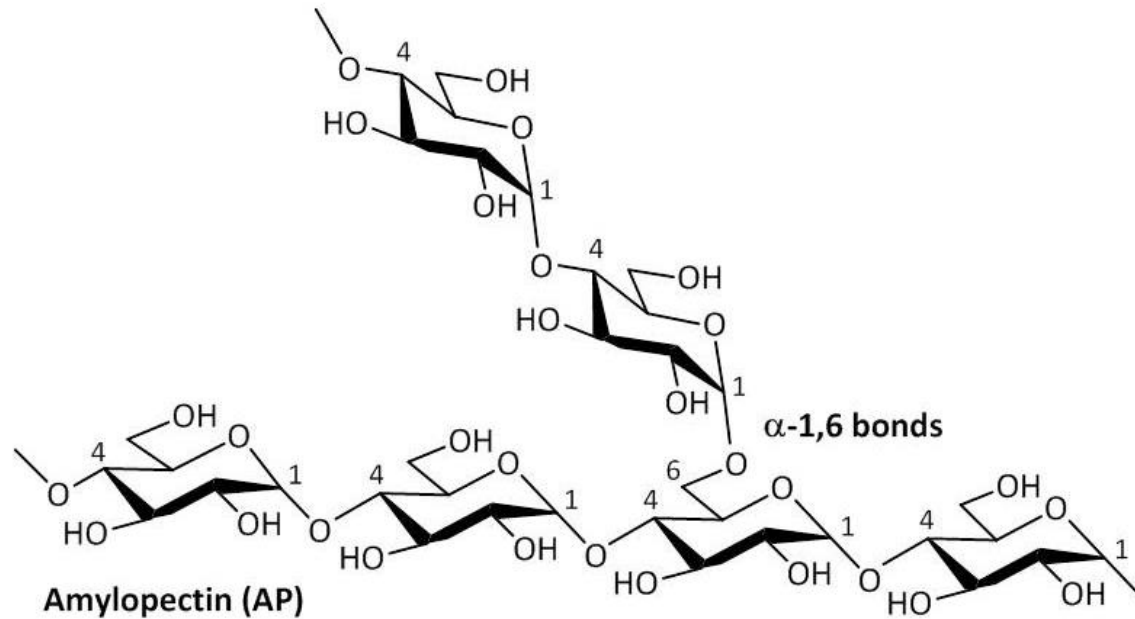
L' amilosio è un polimero lineare formato da residui di D-glucosio collegati tramite legami $\alpha 1 \rightarrow 4$ (vedi maltosio). I pesi molecolari delle catene di amilosio variano da poche migliaia ad oltre un milione.



L' amilopectina è un polimero ramificato sempre di residui di D-glucosio che possono pesare fino a 200 milioni di Da.

I legami glicosidici tra residui di D glucosio nelle catene di amilopectina sono anch' essi $\alpha 1 \rightarrow 4$; i punti di ramificazione collegamenti tra le unità D di glucosio sono legami $\alpha 1 \rightarrow 6$.

I punti di ramificazione si verificano ogni circa 24/30 residui.



IMPIEGO FARMACEUTICO DELL'AMIDO

Eccipiente di compresse

Un eccipiente è una sostanza (diversa dal principio attivo) usata nella produzione di una forma farmaceutica.

Proprietà lenitive e rinfrescanti

Si definisce lenitivo il preparato erboristico o farmaceutico in grado di alleviare o calmare il dolore. Oltre che a sedare il dolore, il prodotto lenitivo è utile per placare le irritazioni



Le molecole di cellulosa sono insolubili in acqua e formano le fibre dure e compatte.

La cellulosa si trova nelle pareti cellulari vegetali, in particolare in grande quantità nei gambi, negli steli, nei tronchi e in tutte le parti legnose della pianta.

Cellulosa costituisce gran parte della massa di legno ed il cotone è quasi totalmente cellulosa pura.



COTONE

Diverse specie del genere *Gossypium*, per esempio una delle specie maggiormente coltivate è il *G. erbaceum*



Fiore



Frutto: capsula



Frutto deiscendente:
si apre a maturazione

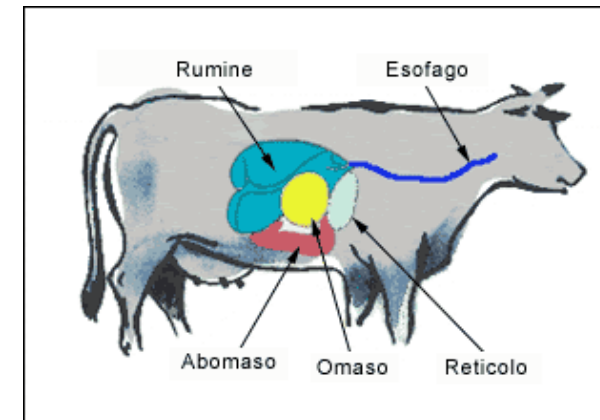
Bambagia avvolge i semi

Gli Animali vertebrati non hanno gli enzimi idrolitici (cellulasi) che possono scindere i legami ($\beta 1 \rightarrow 4$) tra le unità di glucosio nella cellulosa.

Questi enzimi sono prodotti da molti microrganismi cellulolitici .

Questi microrganismi, come il *Trichonympha*, un protista simbiotico che risiede nell'intestino delle termiti, permettono al suo ospite di ricavare energia dalle unità di glucosio che formano la cellulosa.

Allo stesso modo, le cellulasi prodotte dai microrganismi che vivono nel rumine di bovini, ovini, caprini consentono a questi animali di ottenere energia dalla cellulosa presente nel foraggio della dieta.



INULINA

L'inulina può essere definita come un polimero del fruttosio, più precisamente un frutto-polimero o frutto-oligosaccaride (FOS) ad alto peso molecolare.

È costituita da unità ripetute di fruttosio (da 2 fino a diverse decine di unità), con una molecola terminale di glucosio.

fibra alimentare (prebiotico)

Un prebiotico è una sostanza di origine alimentare, tipicamente una fibra non digeribile, che stimola selettivamente la crescita e l'attività di batteri benefici nel microbiota intestinale, favorendo la salute dell'ospite.

TOPINAMBUR (TUBERO) - *Helianthus tuberosus*

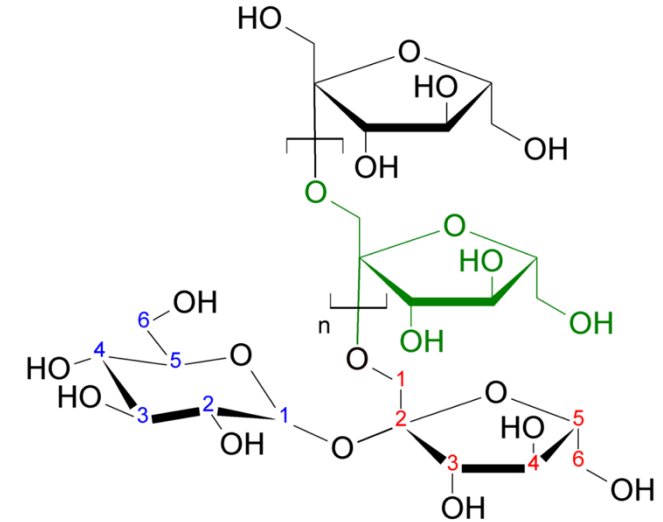
TARASSACO (RADICE) - *Taraxacum officinale*

CICORIA (50-60% inulina, RADICE) - *Cichorium intybus*

Asteraceae

LOCALIZZAZIONE: **VACUOLO**

≈5000 Da



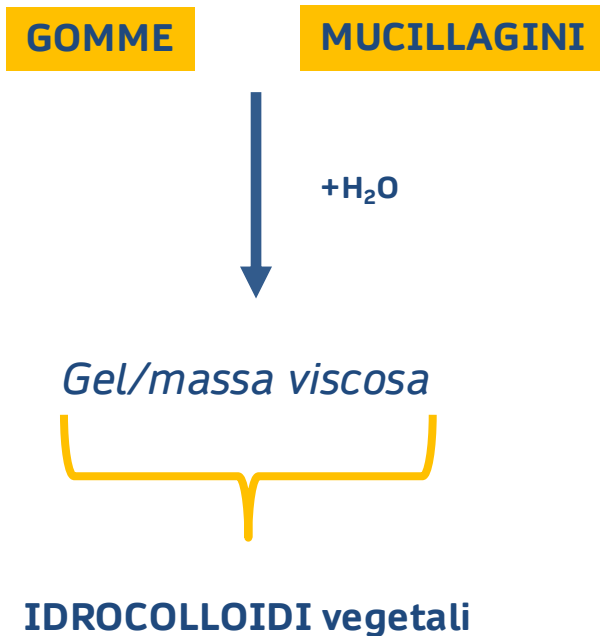
TUBERO

Helianthus tuberosum - topinambur

GOMME E MUCILLAGINI

Le gomme e le mucillagini sono polisaccaridi complessi di origine vegetale che svolgono funzioni di riserva, protezione e idratazione nelle piante.

Pur avendo strutture chimiche simili, si distinguono per origine, solubilità e usi applicativi.



Caratteristica	Gomme	Mucillagini
Origine	Secrezioni patologiche di alberi (risposta a ferite o stress)	Prodotte naturalmente nei tessuti vegetali (semi, radici, foglie)
Solubilità	Solubili in acqua, formano soluzioni colloidali	Si rigonfiano in acqua formando gel viscosi
Funzione nella pianta	Protezione e cicatrizzazione	Riserva idrica, protezione dalla disidratazione
Esempi	Gomma arabica, gomma adragante, gomma guar	Semi di lino, psillio, altea, aloe vera
Proprietà	Stabilizzanti, emulsionanti, addensanti	Protettive, lenitive, idratanti

Una soluzione colloidale è un sistema in cui particelle di dimensioni colloidali (circa 1–1000 nm) sono disperse in un mezzo liquido.

Un gel è un sistema colloidale in cui le particelle disperse formano una rete tridimensionale continua che intrappola il solvente.

GOMME VEGETALI: STABILIZZANTI E ADDENSANTI NATURALI

Eteropolisaccaridi estremamente ramificati

Le gomme vegetali vengono secrete dagli alberi in risposta a ferite e sono altamente solubili in acqua, formando soluzioni viscosi.

Esempi e impieghi:

Gomma arabica (*Senigallia senegal*) → Eccipiente farmaceutico, emulsionante in alimenti e farmaci

Gomma di guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) → Riduce l'assorbimento di zuccheri e colesterolo (uso in prodotti per diabetici e ipercolesterolemia)

Gomma adragante (*Astragalus spp.*) → Usata in sciroppi, emulsioni, preparati farmaceutici



MUCILLAGGINI: PROTETTIVE, LENITIVE E LASSATIVE NATURALI

Le mucillagini sono polisaccaridi che assorbono acqua e formano gel, utili per protezione delle mucose e regolazione del transito intestinale.

Esempi e impieghi:

Psillio (*Plantago ovata*) → Lassativo meccanico (fibre solubili), regola la motilità intestinale

Semi di lino (*Linum usitatissimum*) → Emolliente intestinale, anti-infiammatorio gastrointestinale

Altea (*Althaea officinalis*) → Lenitiva per tosse e irritazioni gastriche

Aloe vera (gel interno) → Idratante, protettivo intestinale, cicatrizzante



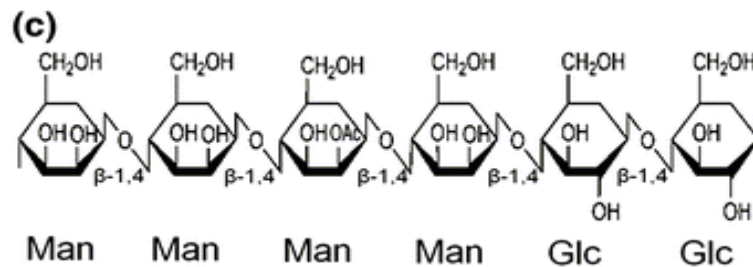
GLUCOMANNANO

Il glucomannano è un polisaccaride appartenente alla classe delle emicellulose e costituito da monosaccaridi neutri, ovvero glucosio e mannosio, legati in un rapporto di circa 1:1,6 mediante legami $\beta(1\rightarrow4)$.

Ha una struttura amorfa e idrofila, il che gli permette di assorbire grandi quantità di acqua e formare gel viscosi.

È impiegato nel trattamento della stipsi cronica e per regolarizzare il transito intestinale.

Favorisce la riduzione dell'assorbimento di zuccheri e grassi, contribuendo al controllo metabolico.



Amorphophallus konjac



FICOCOLLOIDI

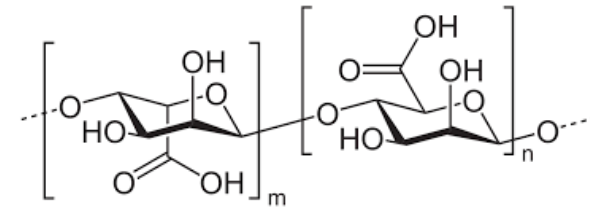
I ficocolloidi sono polisaccaridi idrofili estratti dalle alghe marine, caratterizzati dalla loro capacità di formare gel e soluzioni viscosi in acqua. Sono ampiamente utilizzati in farmaceutica, alimentazione e cosmetica per le loro proprietà gelificanti, stabilizzanti ed emulsionanti.

Componenti strutturali principali della parete cellulare delle alghe,
Sono anche componenti **intercellulari**

I PRINCIPALI FICOCOLLOIDI

- ALGINATI, FUCANI DA ALGHE BRUNE
- AGAR, CARRAGENANI DA ALGHE ROSSE

ACIDO ALGINICO



È impiegato come gastroprotettore nei farmaci per il trattamento del reflusso gastroesofageo e della pirosi gastrica.

Quando l'acido alginico entra in contatto con i succhi gastrici acidi (pH basso), forma un gel viscoso e denso che galleggia sopra il contenuto dello stomaco, creando una barriera meccanica contro il reflusso.



AGAR

L'agar è costituito da una miscela di due polisaccaridi principali

Agarosio → Componente gelificante, polimero lineare di unità di D-galattosio e 3,6-anidro-L-galattosio.

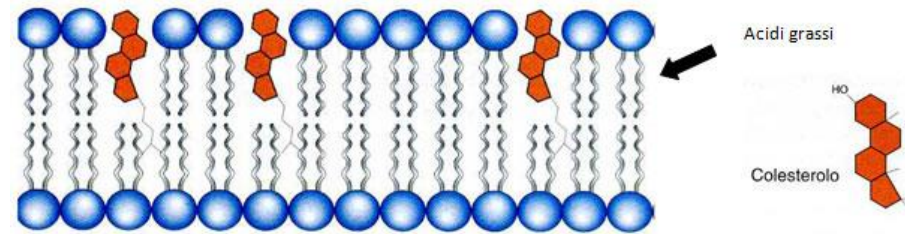
Agaropectina → Componente solubile, con gruppi solfati e acidi uronici.

APPLICAZIONI:

Lassativo – Gastroprotettivo - Mezzo di colture cellulari

FONTE	PRODOTTO
<i>Malva sylvestris</i> <i>Plantago ovata</i> (psillio) <i>Altea officinalis</i> <i>Ceratonia siliqua</i> (Carrubo)	Mucillagini delle foglie Mucillagini dei semi Mucillagini delle radici Mucillagini del frutto
<i>Senigallia senegal</i>	Gomma arabica
Alghe brune	Acido alginico Fucani
Alghe rosse	Agar Carragenani

I LIPIDI



I lipidi costituiscono un gruppo di composti chimicamente molto eterogenei

Anche le funzioni biologiche sono altrettanto eterogenee

La caratteristica che accumuna tutti i Lipidi è quella di essere idrofobi e quindi insolubili in acqua



CLASSIFICAZIONE DEI LIPIDI

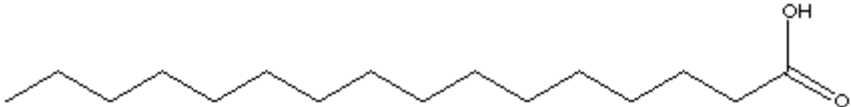
In base alla funzione che svolgono si distinguono in:

- lipidi di deposito o di riserva: per lo più sono trigliceridi: Grassi e olii
- lipidi strutturali: per lo più sono lipidi complessi, formano le membrane cellulari
- lipidi regolatori: alcuni lipidi sono precursori di vitamine e di ormoni

LIPIDI DI RISERVA

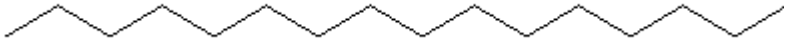
I grassi e gli oli sono utilizzati quasi esclusivamente come riserva energetica dagli organismi viventi e sono derivati dagli

Acidi Grassi



acido n- esadecanoico, acido palmitico

Gli acidi grassi sono derivati a loro volta dagli idrocarburi.



esadecano



ACIDI GRASSI

Gli acidi grassi sono lunghe molecole di idrocarburi contenenti un gruppo $-\text{COOH}$

Da 4 a 36 atomi di carbonio (da C_4 a C_{36})

La catena comunemente non è ramificata e può essere satura (no doppi legami)

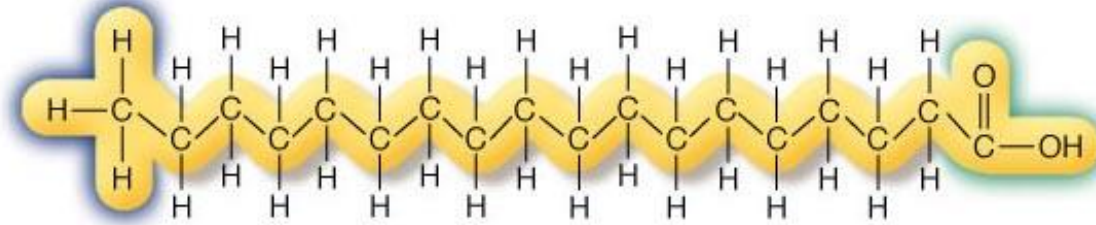
oppure insatura (presenta doppi legami) i più frequenti sono quelli che posseggono da 12 a 24 atomi di carbonio

Principali acidi grassi saturi e insaturi			
Denominazione degli acidi	Notazione abbreviata	Formula	Fonti alimentari
Saturi			
Butirrico	C4:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	Latte, burro
Laurico	C12:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Grasso di cocco
Miristico	C14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Grasso di cocco
Palmitico	C16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Grasso di palma, margarine
Stearico	C18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Grassi animali
Arachico	C20:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	Olio di arachide
Monoinsaturi			
Oleico	C18:1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Oli vegetali e grassi animali
Polinsaturi			
Linoleico	C18:2	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Oli vegetali
Linolenico	C18:3	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Oli vegetali
Arachidonico	C20:4	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	Grassi animali



Acido Grasso Saturo

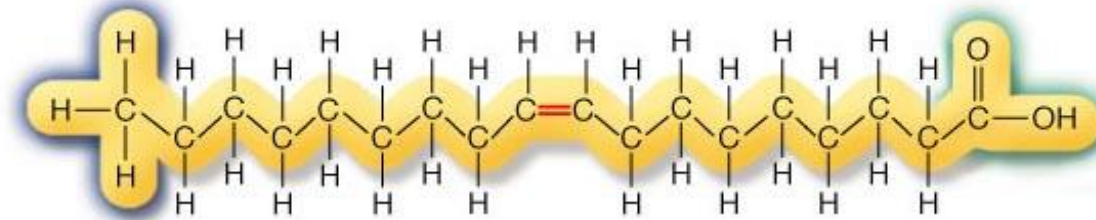
C18



stearico

Acido Grasso Monoinsaturo (MUFA)

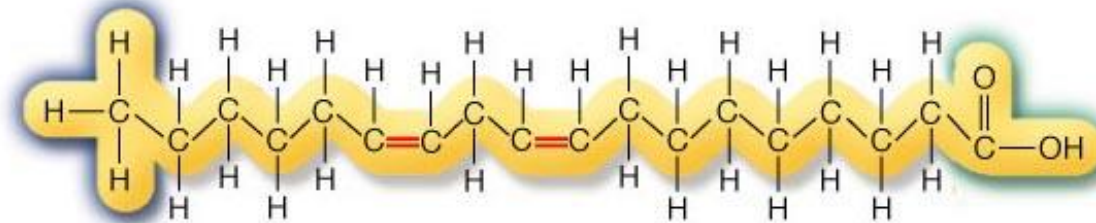
C18:1



oleico

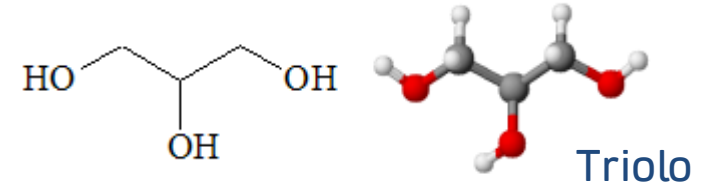
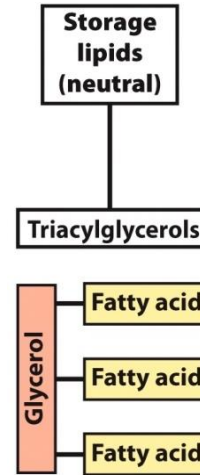
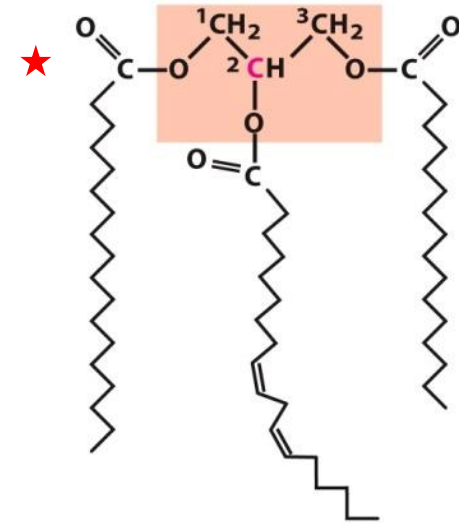
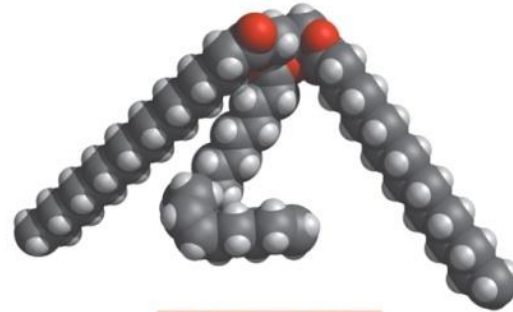
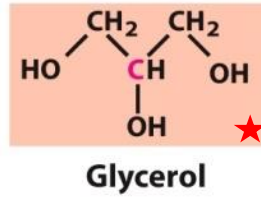
Acido Grasso Polinsaturo (PUFA)

C18:2



linoleico

TRIGLICERIDI – TRIACILGLICEROLI



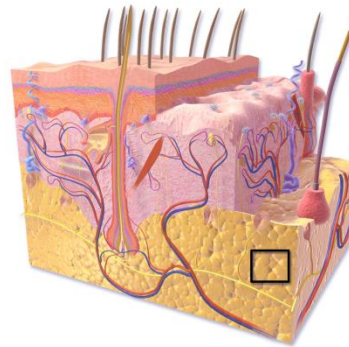
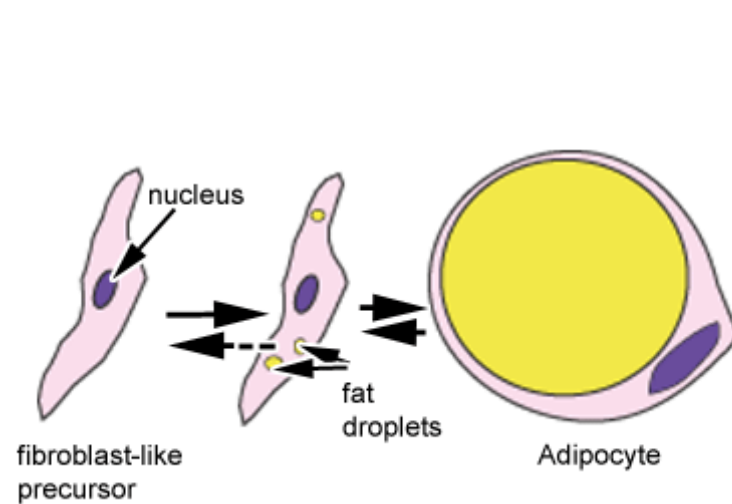
I lipidi più semplici costituiti da acidi grassi sono i trigliceridi (grassi, grassi neutri).

Triacilgliceroli sono composti da tre acidi grassi ciascuno legato con legame estere con una singola molecola di glicerolo.

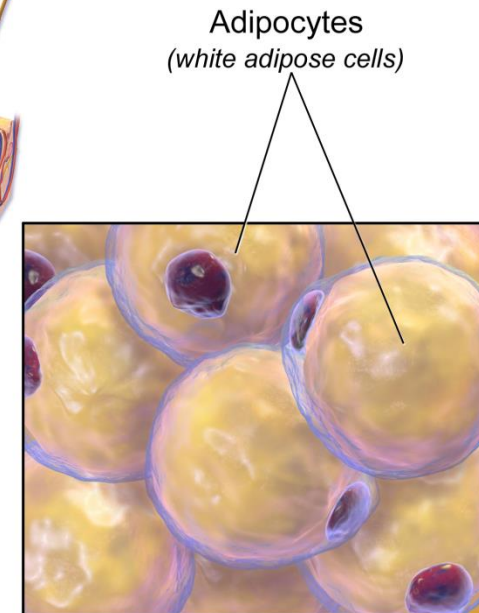
RISERVA ENERGETICA ED ISOLAMENTO

Nella maggior parte delle cellule eucariotiche, triacilgliceroli formano microscopiche goccioline oleose nel citosol acquoso, che serve come combustibile metabolico.

Nei vertebrati, cellule specializzate chiamate adipociti o cellule adipose, immagazzinano grandi quantità di trigliceridi come goccioline di grasso che occupano quasi tutta la cellula.



Adipose Tissue



Triacilgliceroli vengono immagazzinati anche nei semi di molti tipi di piante.
Forniscono energia e precursori biosintetici durante la germinazione dei semi.



Esempi più famosi includono:

Soia: *Glycine max*

Girasole: *Helianthus annuus*

Arachidi: *Arachis hypogaea*

Mais: *Zea mays*

Colza: *Brassica napus*

Lino: *Linum usitatissimum*

Canapa: *Cannabis sativa*

DIFFERENZA TRA OLIO E GRASSO

GRASSI: contenuto elevato di trigliceridi con acidi grassi SATURI
Grassi animali: prevalentemente acidi grassi saturi



I BURRI VEGETALI sono miscele di grassi presenti nei semi e nei frutti di alcuni vegetali

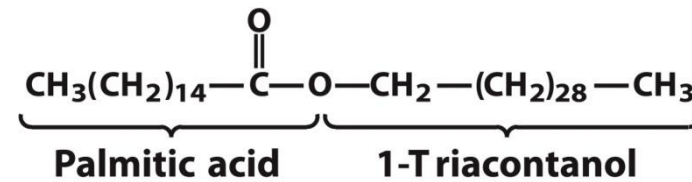


OLIO: costituiti essenzialmente da trigliceridi con acidi grassi INSATURI



CERE

Le cere naturali sono esteri a lunga catena (C14 a C36) di acidi grassi saturi ed insaturi con alcoli a lunga catena (C16 a C30).



I punti di fusione delle cere (60 a 100 °C) sono generalmente superiori a quelli dei triacilgliceroli.

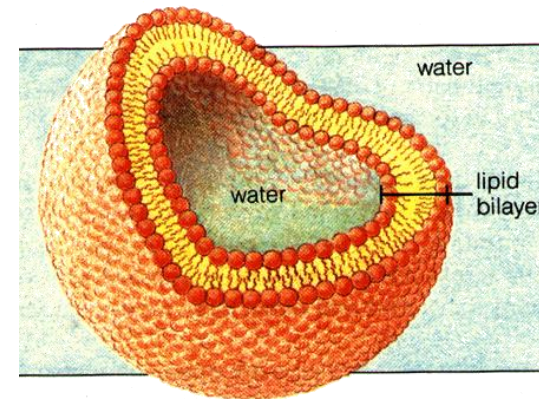
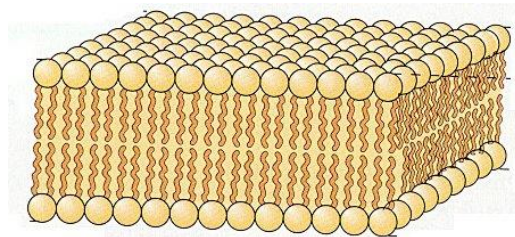
Per molte piante le cere sono responsabili delle proprietà idrorepellenti delle foglie.

LIPIDI DI MEMBRANA

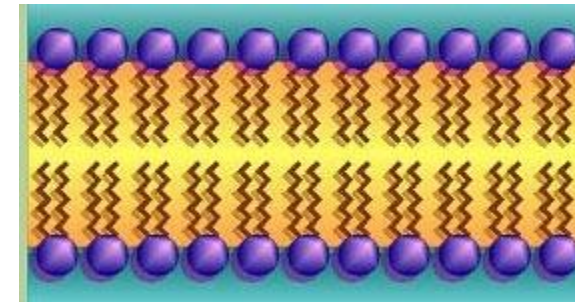
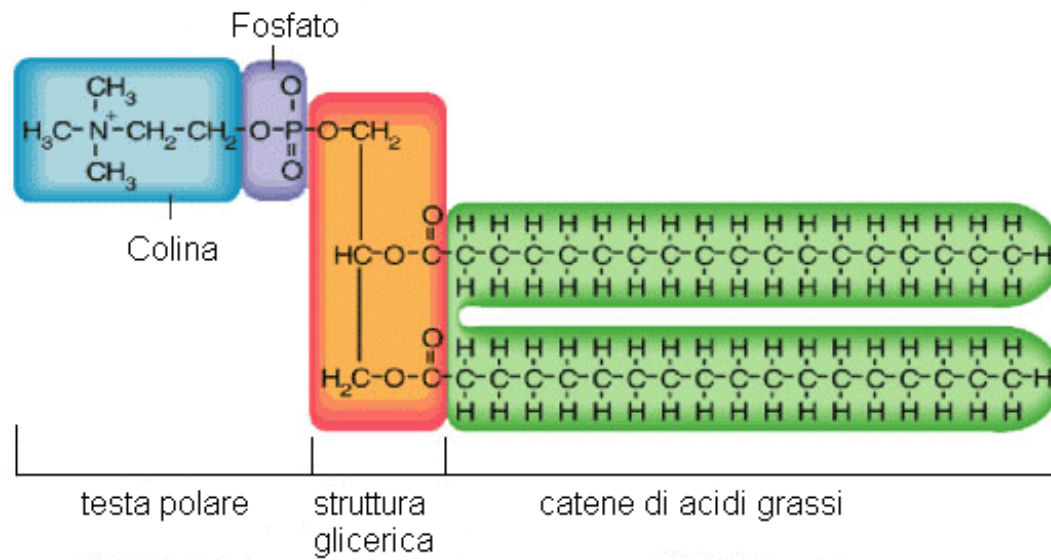
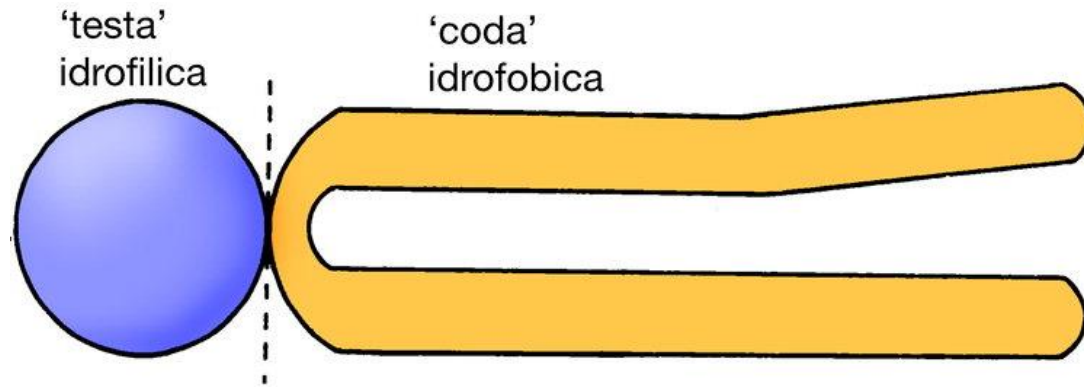
L'architettura centrale delle membrane biologiche è basata su un doppio strato di lipidi, che agisce come una barriera al passaggio di molecole polari e ioni.

Lipidi di membrana sono anfipatici: un'estremità della molecola è idrofobica, l'altra idrofilica.

Le interazioni idrofobiche tra i lipidi stessi e quelle idrofile con l'acqua porta ad una disposizione di membrana a doppio strato.



FOSFOLIPIDI



STEROLI

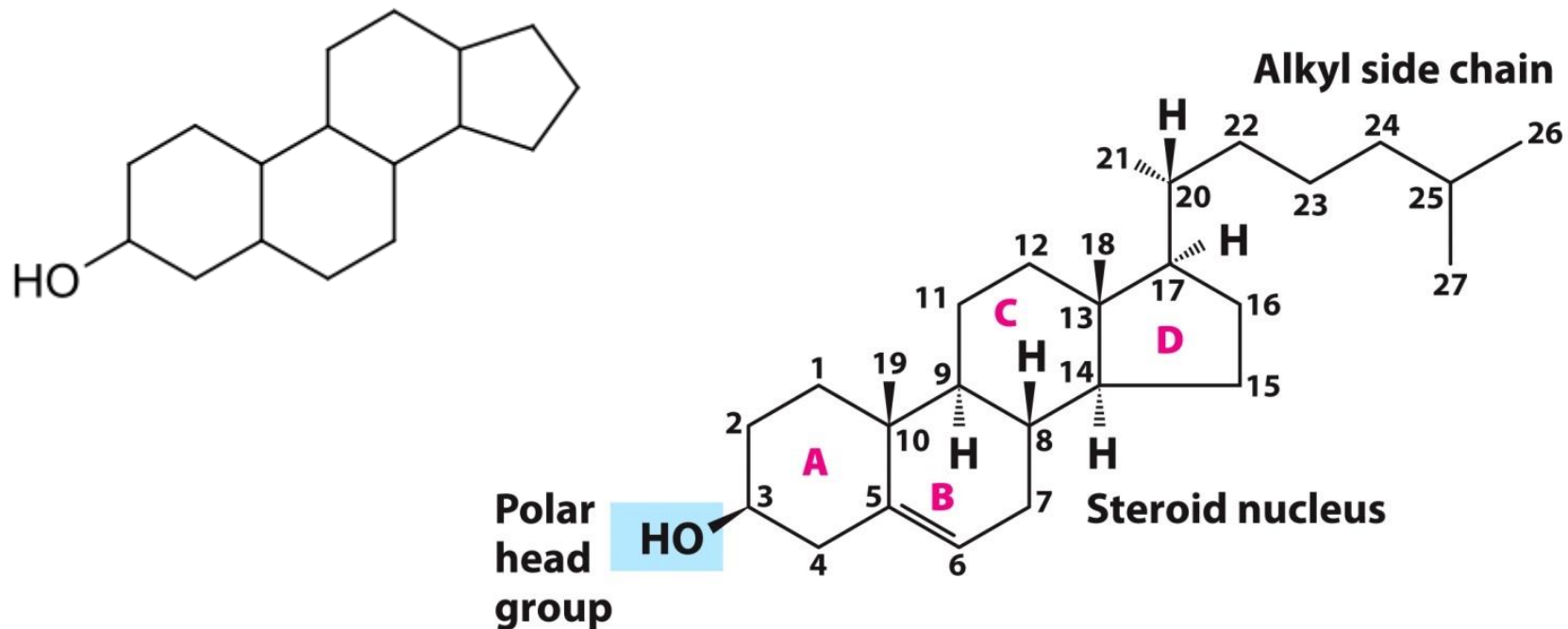
Gli steroli sono lipidi strutturali presenti nelle membrane della maggior parte delle cellule eucariotiche. Sono correlati alla famiglia dei terpeni.

Steroli come il colesterolo, sono costituiti da un nucleo steroide rigido contenente:

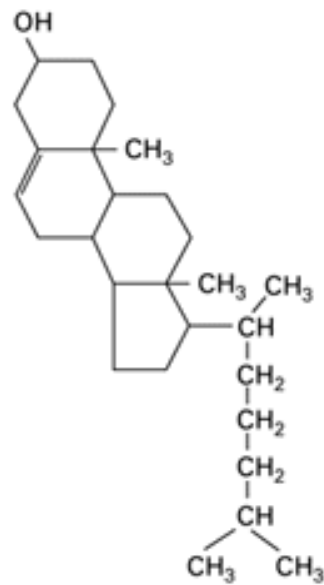
quattro anelli fusi

una catena laterale alchilica in posizione 17

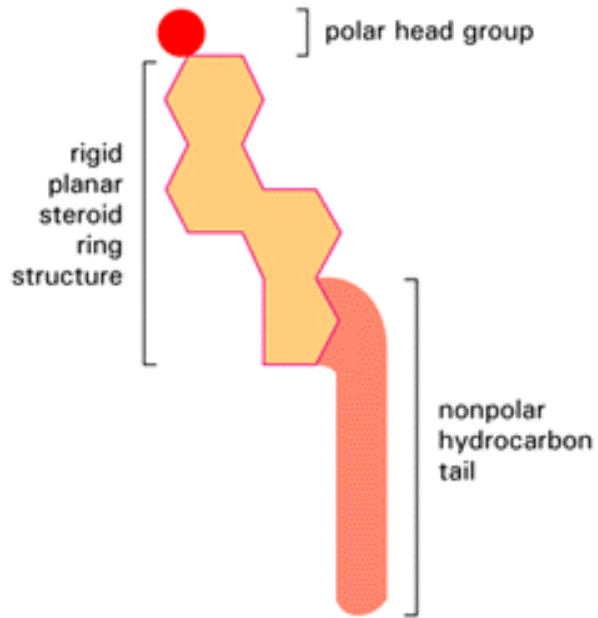
un gruppo ossidrilico idrofilo attaccato al C - 3 dell'anello A



La lunghezza complessiva della molecola è simile ad un acido grasso a 16 atomi di carbonio nella sua forma estesa.



(A)



(B)



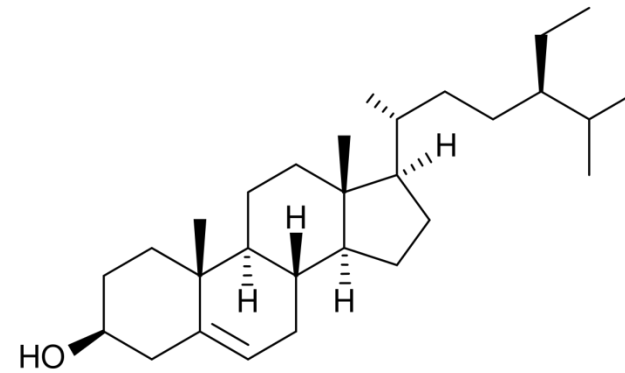
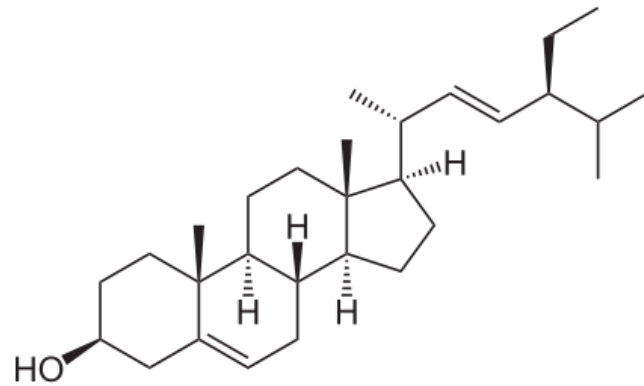
(C)

STEROLI VEGETALI

Il colesterolo non si trova in maniera rilevante nelle membrane delle cellule vegetali.

Le piante sintetizzano principalmente molecole strettamente correlate come:

lo stigmasterolo e il sitosterolo.

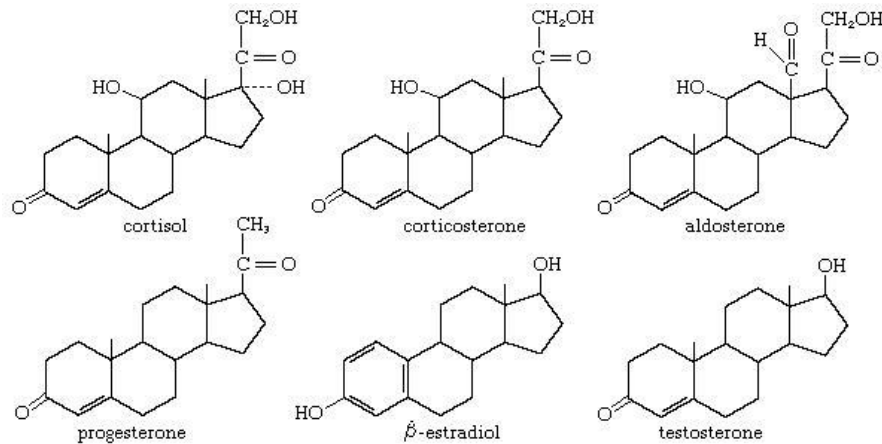


DERIVATI DEGLI STEROLI

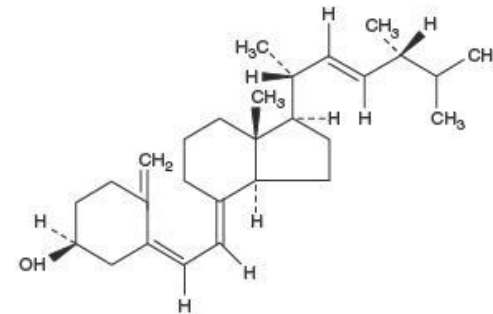
Oltre al loro ruolo come costituenti di membrana, gli steroli servono come precursori per una varietà di prodotti con specifiche funzioni biologiche.

Ormoni steroidei: molecole di segnalazione biologiche che regolano l'espressione genica.

Vitamina D: aiuta a regolare il metabolismo del calcio



Ormoni steroidei



Vitamina D

LECITINA

Da un punto di vista chimico la lecitina è una miscela di fosfolipidi

Soprattutto fosfatidilcolina

Salute del fegato e metabolismo lipidico

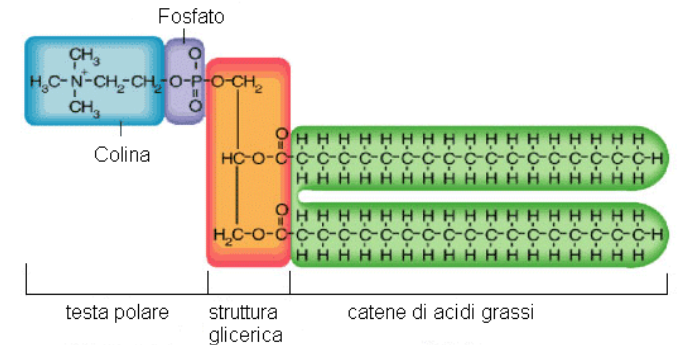
- Utilizzata come epatoprotettore in integratori e farmaci per supportare la funzione epatica.
- Contribuisce al metabolismo dei lipidi e alla riduzione dell'accumulo di grasso nel fegato (steatosi epatica).
- Favorisce il trasporto del colesterolo e dei trigliceridi grazie al suo ruolo nella sintesi delle lipoproteine.

Sistema nervoso e cognizione

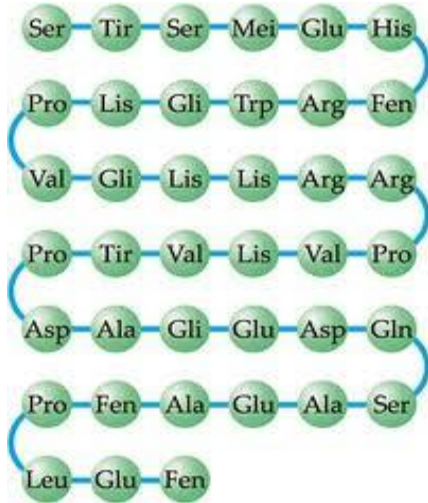
- Fonte di colina, precursore dell'acetilcolina, un neurotrasmettitore coinvolto nella memoria e nelle funzioni cognitive.
- Studiata per il possibile impiego nella prevenzione e nel trattamento di patologie neurodegenerative come Alzheimer e demenza.
- Impiegata in integratori per migliorare le funzioni cognitive e contrastare la fatica mentale.

Disturbi gastrointestinali

- Le fosfatidilcolina contenuta nella lecitina contribuisce a proteggere la mucosa gastrointestinale, riducendo l'irritazione da acidi biliari e contribuendo alla protezione dallo sviluppo di patologie come la colite ulcerosa.



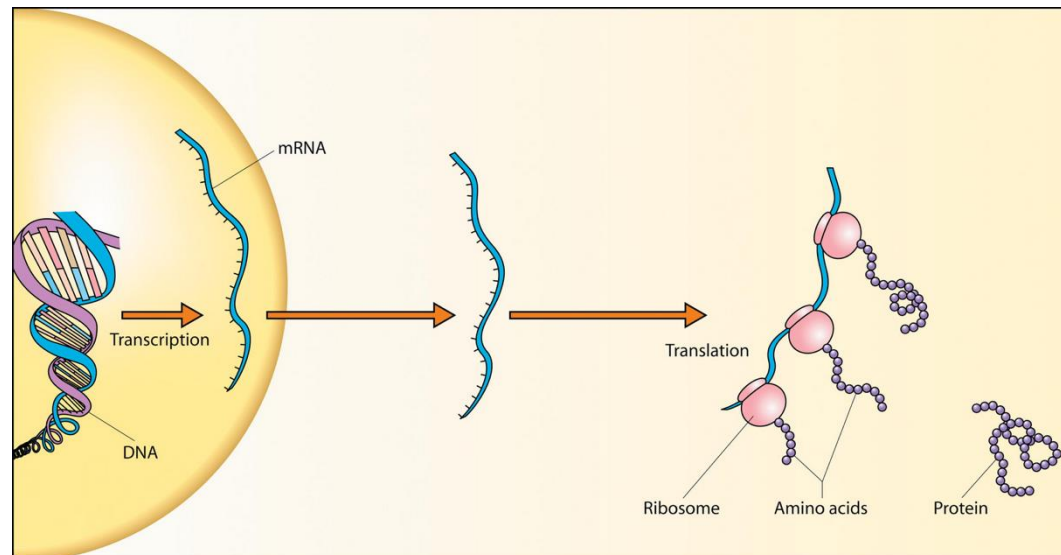
LE PROTEINE



le proteine sono eteropolimeri lineari molto complessi

Prodotte dal metabolismo cellulare (anabolismo) tramite il processo della traduzione

Anche gli acidi nucleici sono coinvolti nella loro biosintesi



AMMINOACIDI, PEPTIDI E PROTEINE

Le proteine sono le macromolecole biologiche più abbondanti all'interno delle cellule.

Si presentano in una grande varietà perché cambiano sia in composizione che in lunghezza, da piccoli peptidi a grandi polimeri.

I mattoni con i quali sono costruite hanno struttura relativamente semplice.

Tutte le proteine da quelle degli organismi unicellulari alle forme più complesse di vita sono costruite con un set di 20 aminoacidi, legati tra di loro da legami covalenti.

Dal momento che questi 20 aminoacidi differiscono tra di loro per le catene laterali, possiamo considerare questo gruppo di 20 precursori come l'alfabeto attraverso cui è scritto il linguaggio delle proteine.

LE FUNZIONI DELLE PROTEINE

Le PROTEINE sono i biopolimeri maggiormente presenti all'interno delle cellule, dal momento che costituiscono dal 40 al 70% del peso secco.

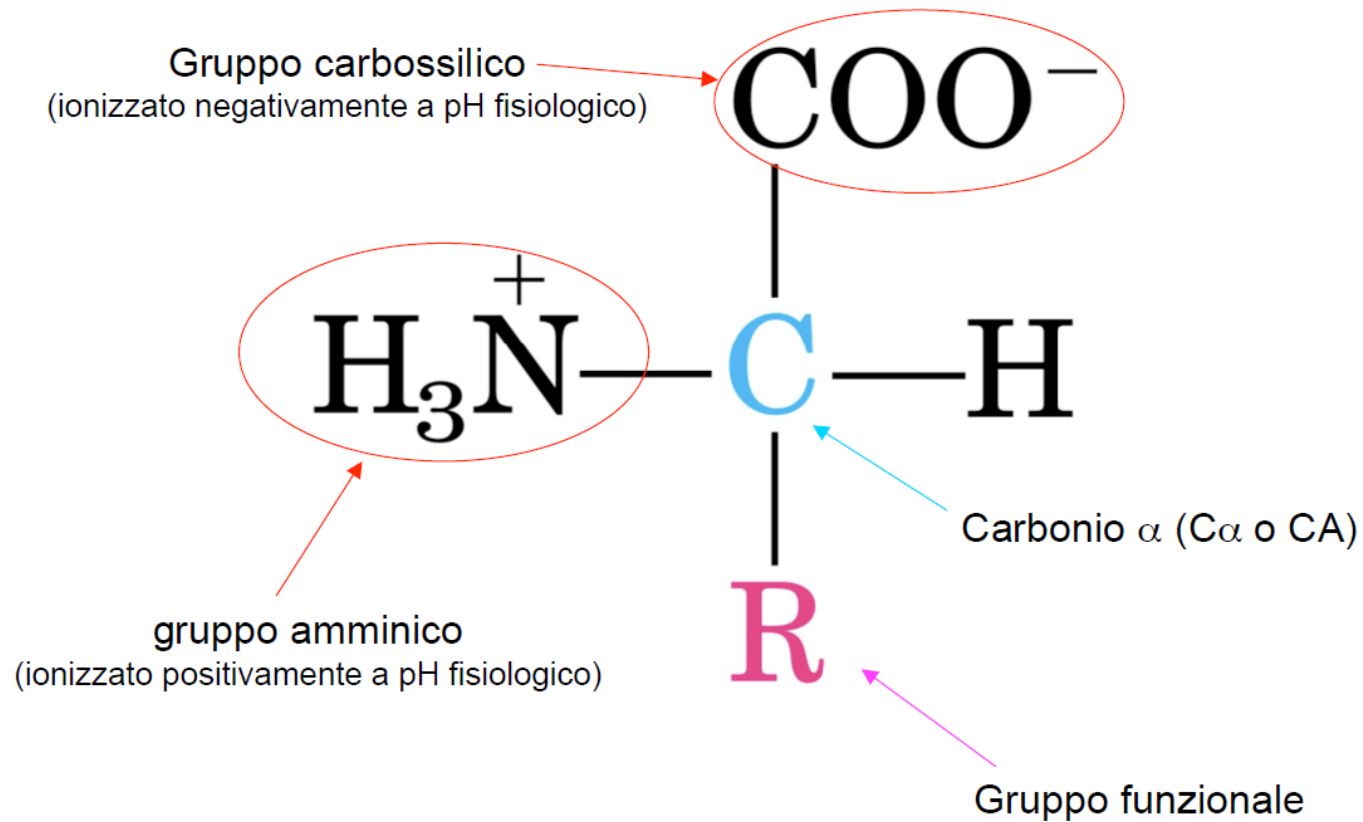
Svolgono funzioni biologiche di fondamentale importanza e possono essere divise in 7 gruppi principali:

- SOSTEGNO proteine strutturali (collagene, cheratina, elastina, fibroina)
- CATALISI (enzimi)
- TRASPORTO (emoglobina, albumina, lipoproteine, proteine di membrana)
- ORMONI proteine regolatorie (es. insulina e glucagone)
- DIFESA proteine di protezione (anticorpi, trombina)
- MOVIMENTO proteine contrattili (actina, miosina)
- RISERVA (ovoalbumina, caseina)

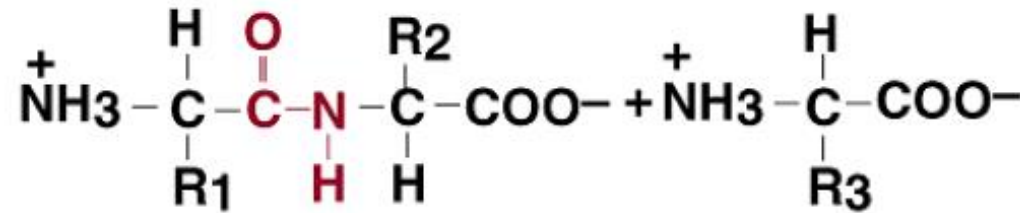
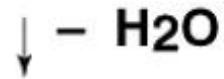
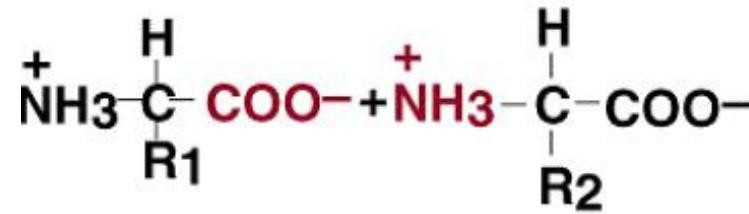
AMMINOACIDI

La struttura di un aminoacido

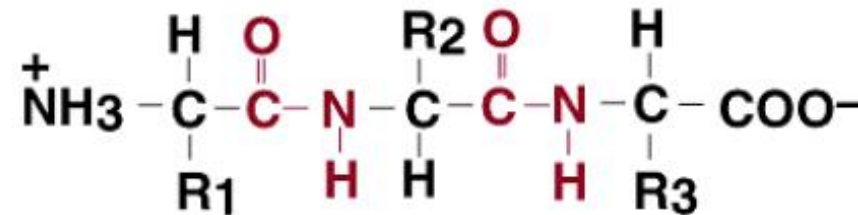
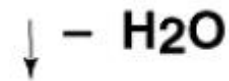
Gli aminoacidi ad un pH vicino alla neutralità si trovano in forma di **zwitterioni** (elettricamente neutri nel loro complesso)



LEGAME FRA AMMINOACIDI



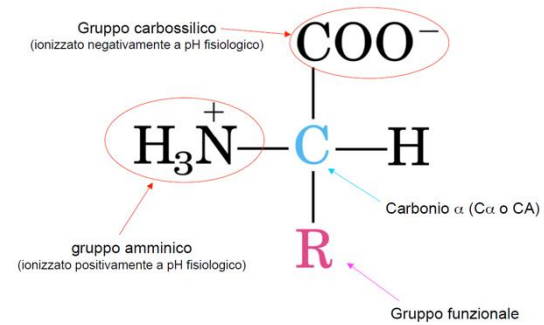
Dipeptide

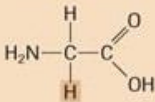
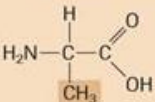
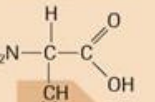
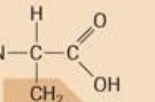
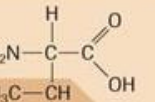
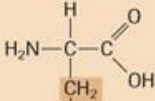
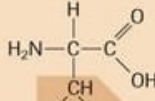
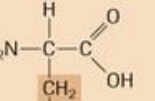
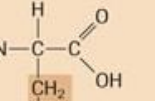
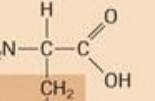
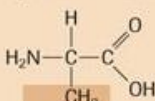
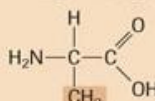
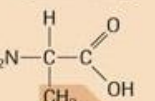
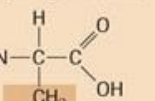
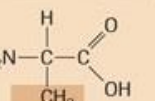
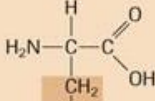
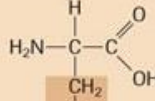
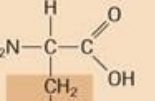
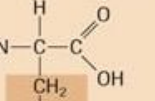
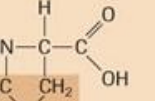


Tripeptide

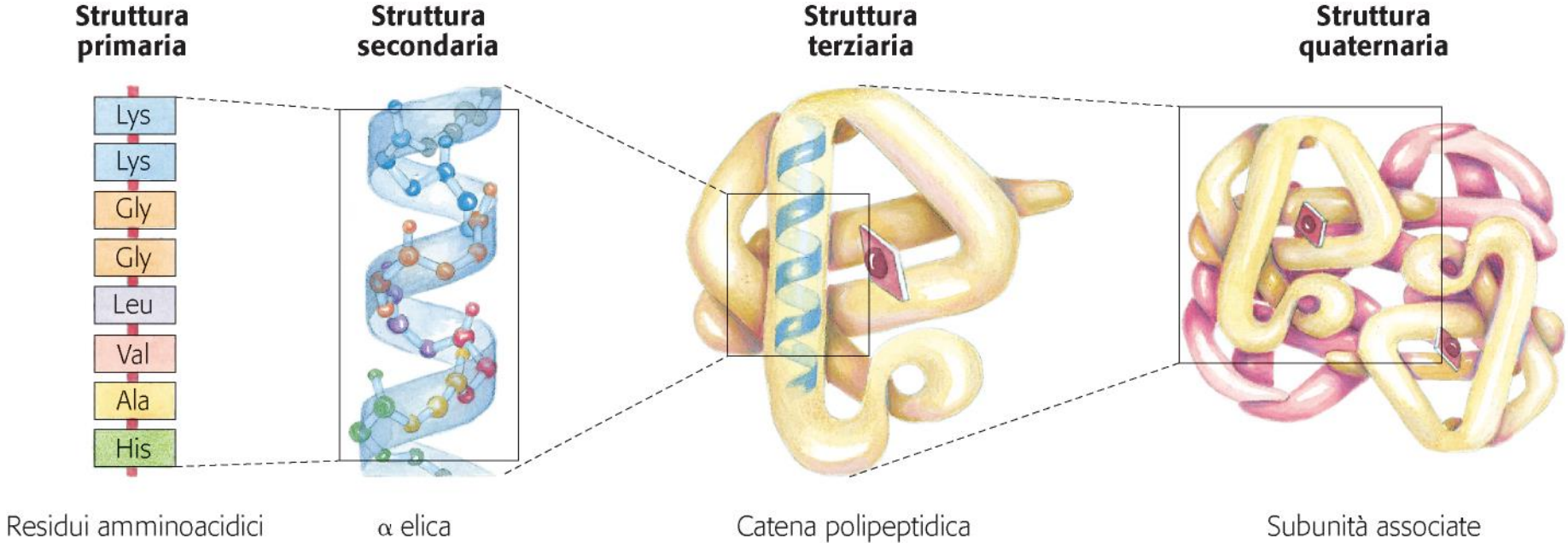
La struttura di un aminoacido

Gli aminoacidi ad un pH vicino alla neutralità si trovano in forma di **zwitterioni** (electricamente neutri nel loro complesso)



<p>Glycine (Gly)</p>  <p>Hydrogen atom</p>	<p>Alanine (Ala)</p>  <p>Unbranched chain</p>	<p>Valine (Val)</p>  <p>Branched chain</p>	<p>Leucine (Leu)</p>  <p>Branched chain</p>	<p>Isoleucine (Ile)</p>  <p>Branched chain</p>
<p>Serine (Ser)</p>  <p>Hydroxyl (-OH) group</p>	<p>Threonine (Thr)</p>  <p>Hydroxyl (-OH) group</p>	<p>Cysteine (Cys)</p>  <p>Sulphur-containing (-SH) group</p>	<p>Methionine (Met)</p>  <p>Thioether (SC) group</p>	<p>Glutamic acid (Glu)</p>  <p>Additional carboxyl (-COOH) group, acidic</p>
<p>Aspartic acid (Asp)</p>  <p>Additional carboxyl (-COOH) group, acidic</p>	<p>Lysine (Lys)</p>  <p>Additional amino (-NH2) group, basic</p>	<p>Arginine (Arg)</p>  <p>Additional amino (-NH2) group, basic</p>	<p>Asparagine (Asn)</p>  <p>Additional amino (-NH2) group, basic</p>	<p>Glutamine (Gln)</p>  <p>Additional amino (-NH2) group, basic</p>
<p>Phenylalanine (Phe)</p>  <p>Cyclic</p>	<p>Tyrosine (Tyr)</p>  <p>Cyclic</p>	<p>Histidine (His)</p>  <p>Heterocyclic</p>	<p>Tryptophan (Trp)</p>  <p>Heterocyclic</p>	<p>Proline (Pro)</p>  <p>Heterocyclic</p>

STRUTTURA DELLE PROTEINE



PROTEINE ED AMINOACIDI DI INTERESSE FARMACEUTICO

ENZIMI PROTEOLITICI

AMINOACIDI NON PROTEINOGENICI

LECTINE

ENZIMI PROTEOLICI

PROTEINE VEGETALI DI INTERESSE FARMACEUTICO

Enzimi che scindono proteine di varia natura, rompendo i legami peptidici

Bromelina



Ananas comosus

Papaina



Carica papaya

Ficina



Ficus carica

Riducono l'infiammazione in diversi distretti corporei

Fluidificano il muco nelle vie respiratorie

Facilita la digestione delle proteine migliorando l'assorbimento intestinale di aminoacidi.

Favoriscono la fibrinolisi, prevenendo la formazione di coaguli e migliorando la circolazione sanguigna

AMINOACIDI NON PROTEINOGENICI

AMINOACIDI

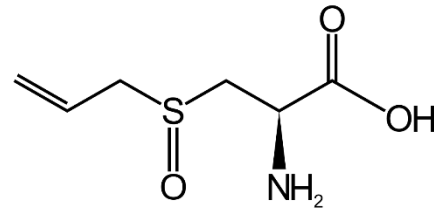
Gli amminoacidi non proteinoagenici sono amminoacidi non coinvolti direttamente nella sintesi proteica tramite il codice genetico standard.

A differenza dei 20 amminoacidi proteinoagenici, che vengono incorporati nelle proteine tramite i ribosomi, questi amminoacidi hanno funzioni biologiche specifiche e sono spesso intermedi metabolici o molecole bioattive.

Composto	Fonte Principale	Proprietà	Benefici per la Salute
Allicina	Aglio (<i>Allium sativum</i>)	Antimicrobico, Antiossidante, Cardioprotettivo	Combatte infezioni, riduce l'infiammazione, protegge il cuore
Taurina	Carne, pesce, latticini	Neuroprotettivo, Regolazione elettrolitica, Supporto cardiovascolare	Protegge il cuore, regola gli elettroliti, migliora le funzioni cognitive
L-Teanina	Tè verde (<i>Camellia sinensis</i>)	Rilassante, Migliora la concentrazione, Riduce lo stress	Promuove il rilassamento, migliora il focus, riduce l'ansia

ALLINA

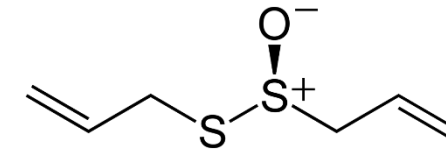
tiosolfossido organico, cioè un composto appartenente alla classe dei composti organosolforati



ALLINA
(S-allilcisteina solfossido)
INODORE

Compartimentalizzata nel citoplasma

Allinasi
(vacuolo)



ALLICINA
(odore caratteristico)

QUANDO L'AGLIO VIENE TAGLIATO O MACINATO, LE STRUTTURE CELLULARI SI ROMPONO, ALLINA (citoplasma) E ALLINASI (vacuolo) VENGONO A CONTATTO E L'ALLINA VIENE TRASFORMATA IN COMPOSTI DISOLFURICI (PRINCIPALMENTE ALLICINA)

Proprietà' antimicrobiche, antiossidanti e cardioprotettive



TAURINA

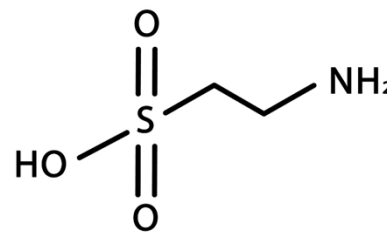
La taurina è un amminoacido solforato non proteinogenico, ampiamente distribuito nei tessuti animali e particolarmente abbondante nel cervello, nel cuore, nei muscoli e nella retina. Non partecipa alla sintesi proteica, ma ha importanti ruoli fisiologici.

Protezione cardiovascolare (ipertensione, insufficienza cardiaca)

Supporto al sistema nervoso (ansia, epilessia, neuroprotezione)

Miglioramento della performance sportiva (riduzione della fatica)

Supporto nella salute della vista e della retina.



Taurine
 $\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$

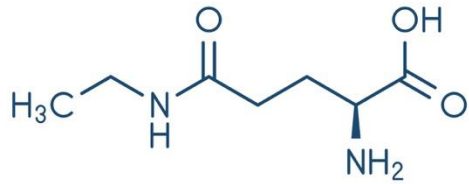
TEANINA

La L-teanina è un amminoacido non proteinogenico presente quasi esclusivamente nelle foglie di tè (*Camellia sinensis*). È nota per le sue proprietà rilassanti e cognitive, senza effetti sedativi, e viene spesso utilizzata in integratori per la gestione dello stress e il miglioramento della concentrazione

Modula le onde alfa nel cervello, associate a uno stato di rilassamento e vigilanza, simile a quello della meditazione

Riduce i livelli di cortisolo (ormone dello stress) senza causare sonnolenza

Aiuta a combattere ansia, stress e tensione mentale

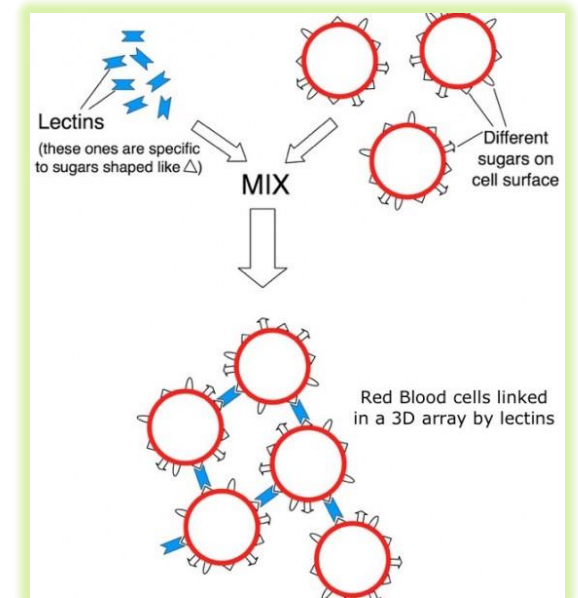


LECTINE

LECTINE: PROTEINE CHE SI LEGANO AD UN DETERMINATO ZUCCHERO SULLA MEMBRANA DELLE CELLULE
(ESEMPIO: agglutinazione dei globuli rossi, RIP)

DOVE SI TROVANO: SEMI DELLE PIANTE (es. Fabaceae) DURANTE LA MATURAZIONE
E SCOMPAIONO CON LA GERMINAZIONE

DISTRUTTE DURANTE LA COTTURA



LECTINE TOSSICHE: ricina (vomito, diarrea emorragica, shock)

LECTINE FARMACOLOGICAMENTE ATTIVE: lectine del Vischio (azione antitumorale)

RICINA

Ricinus communis

La ricina è una lectina glicoproteica composta da 2 catene, A e B.

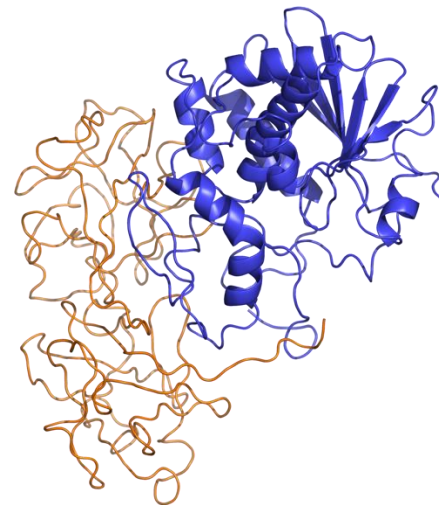
la catena B si lega alle glicoproteine e ai glicolipidi contenenti galattosio espressi sulla superficie delle cellule, facilitando l'ingresso della ricina nel citoplasma

la catena A inibisce la sintesi proteica mediante inattivazione irreversibile dei ribosomi

La ricina appartiene alle R.I.P «Ribosome-inactivating proteins»



ARRESTO SINTESI PROTEINE



ACIDI NUCLEICI

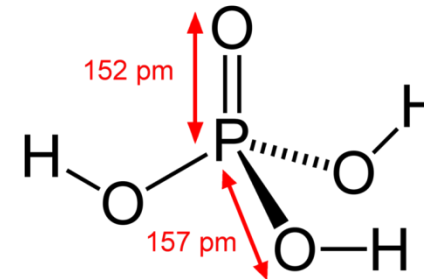
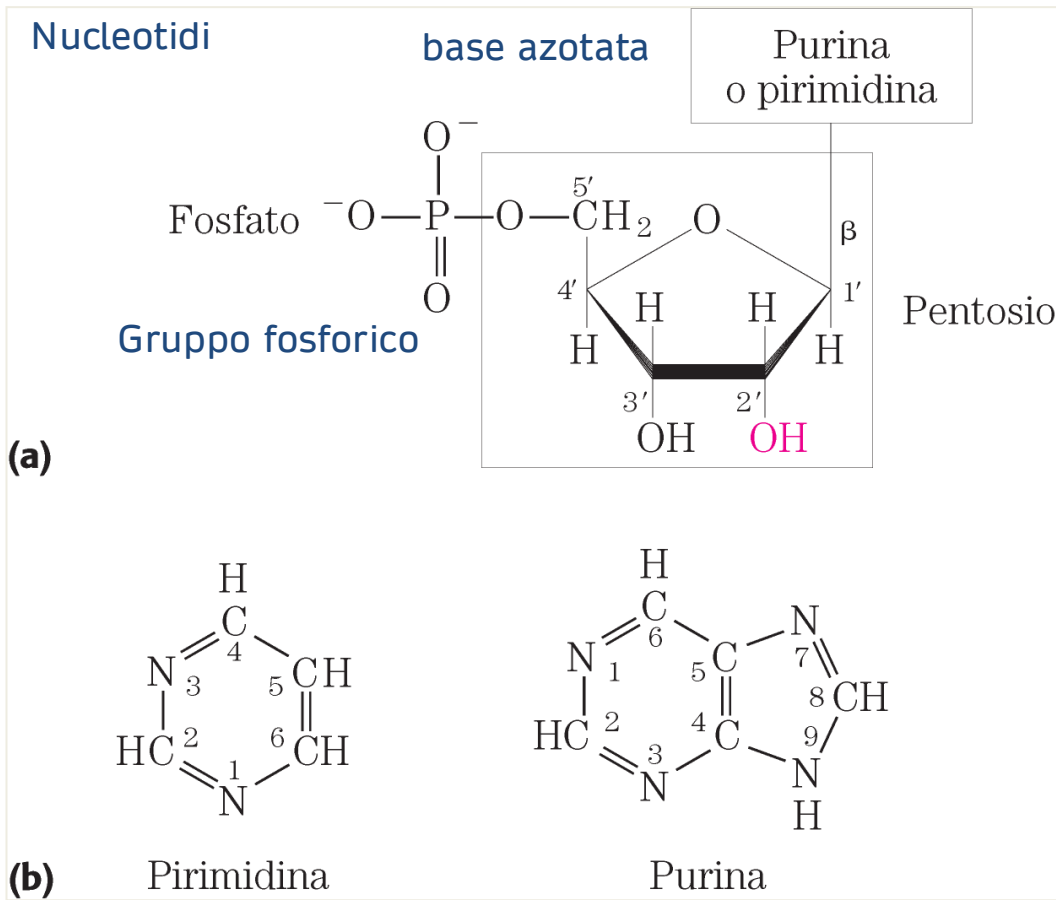
DNA: conservazione e trasmissione dell' informazione genetica

RNA: conservazione, trasmissione ed espressione dell' informazione genetica

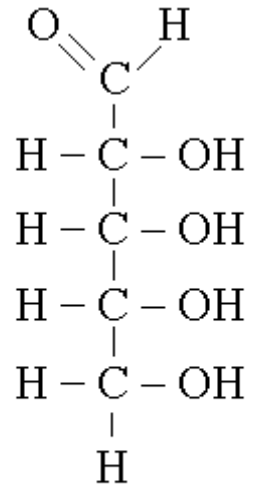
componente strutturale dei ribosomi (RNA ribosomiale, rRNA)

intermediario, portatore di informazione genetica (RNA messaggero, mRNA)

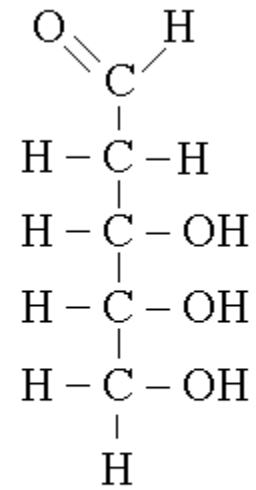
trasferimento di amminoacidi durante la sintesi proteica (RNA transfer, tRNA)



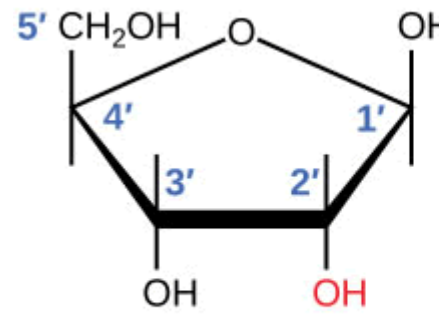
Acido fosforico



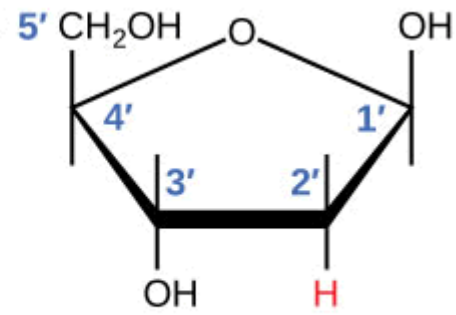
ribosio



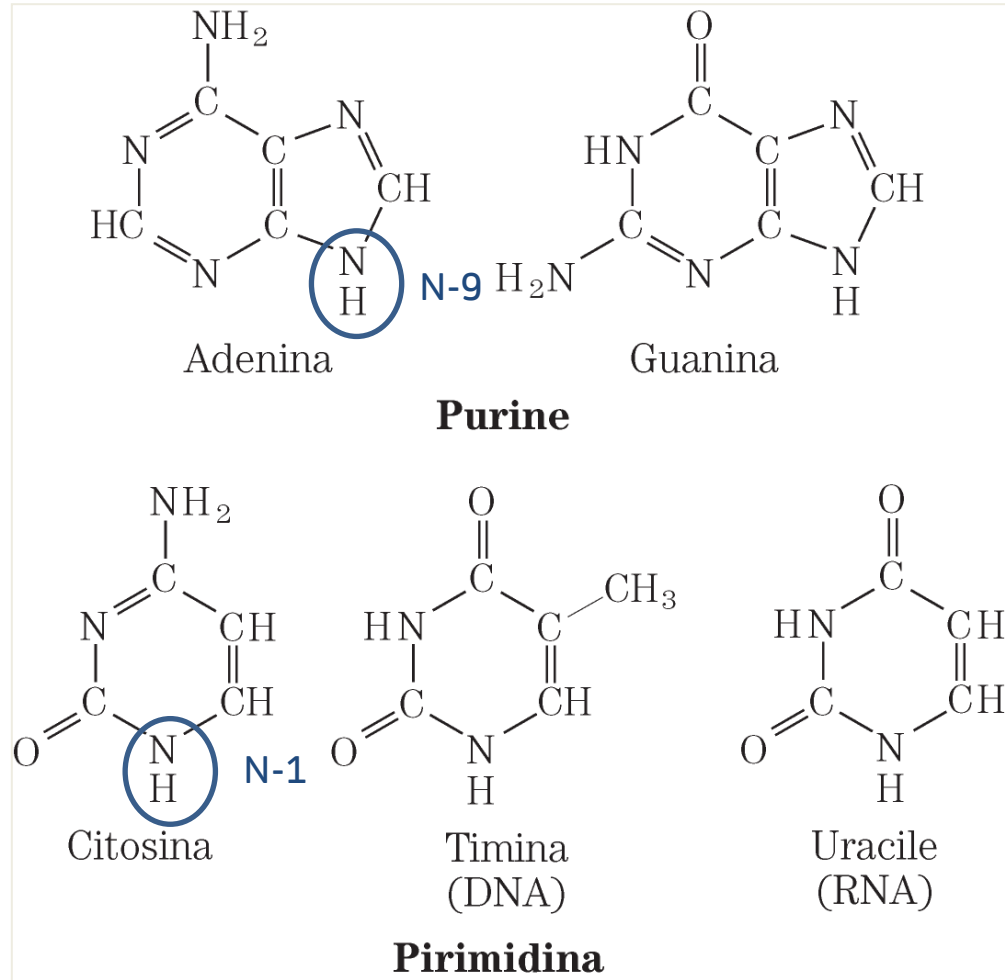
2-desossiribosio

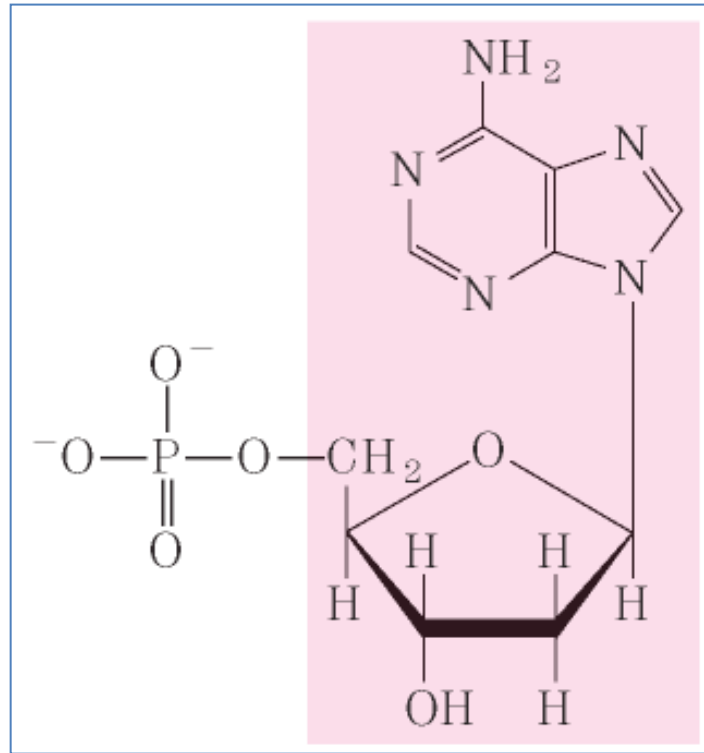


Ribosio

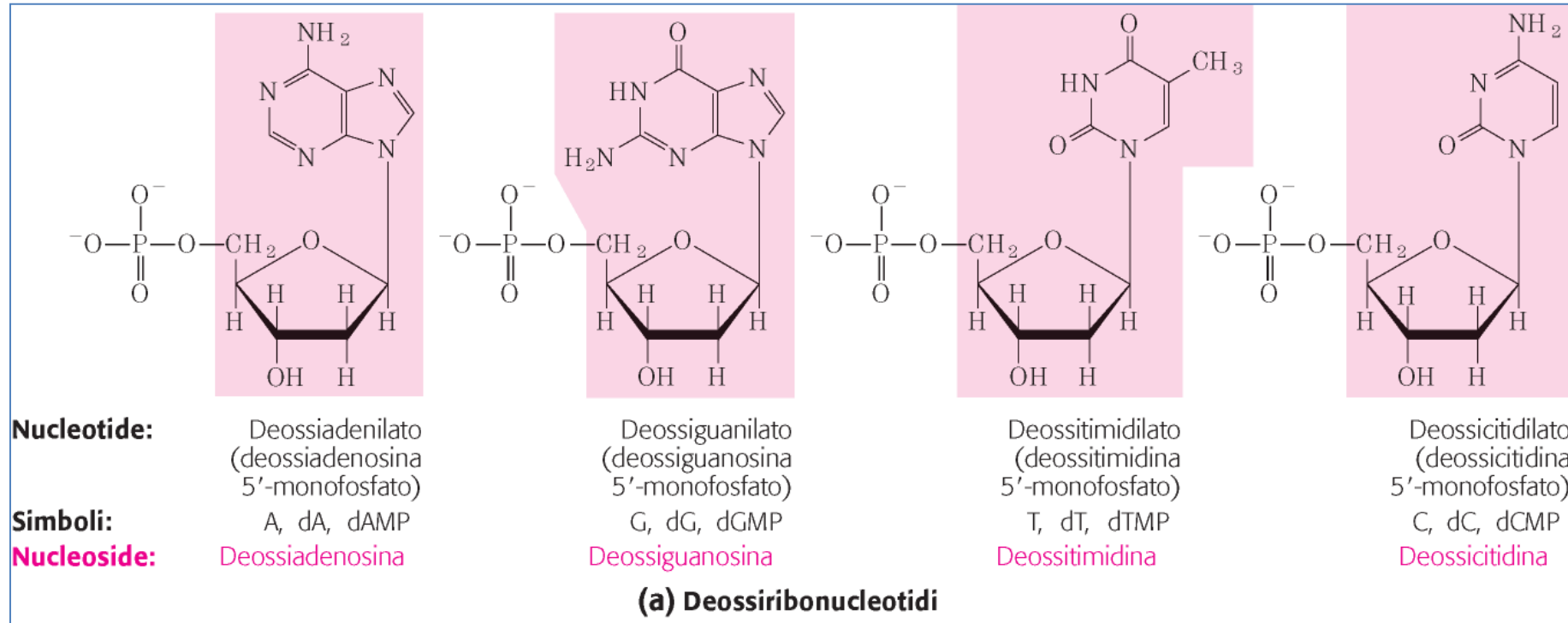


Desossiribosio

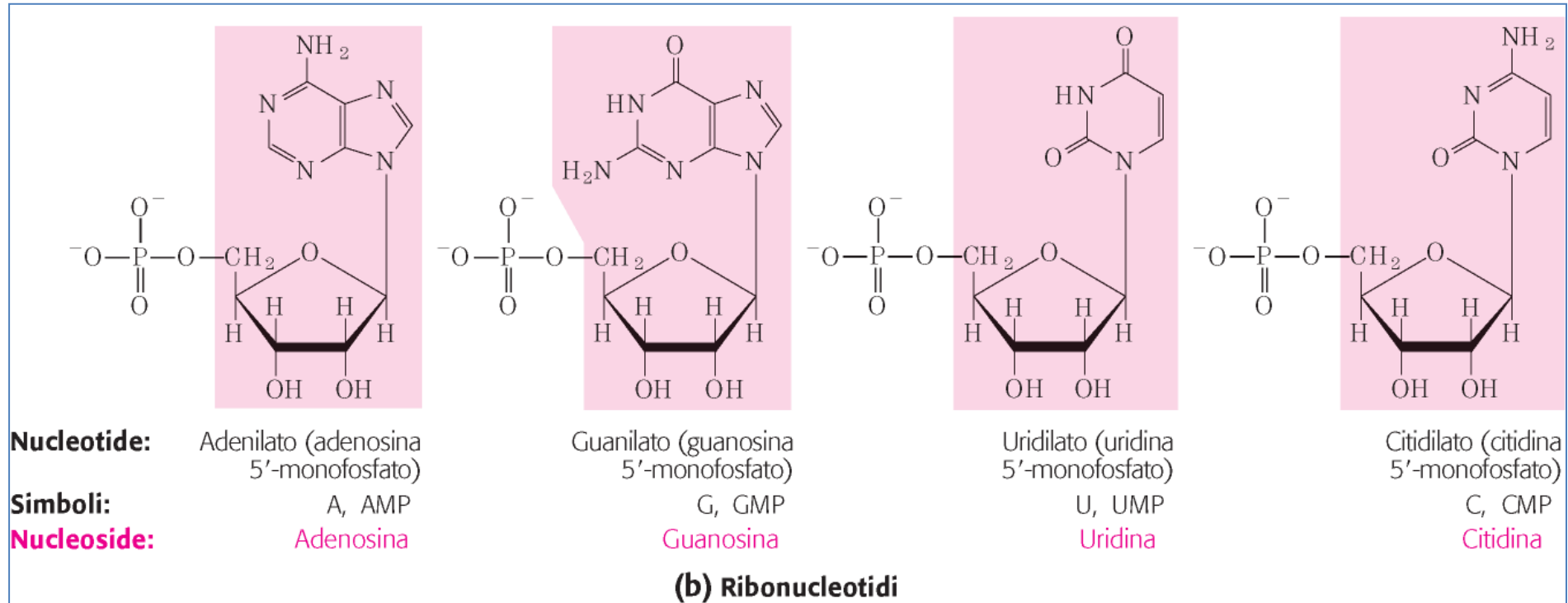


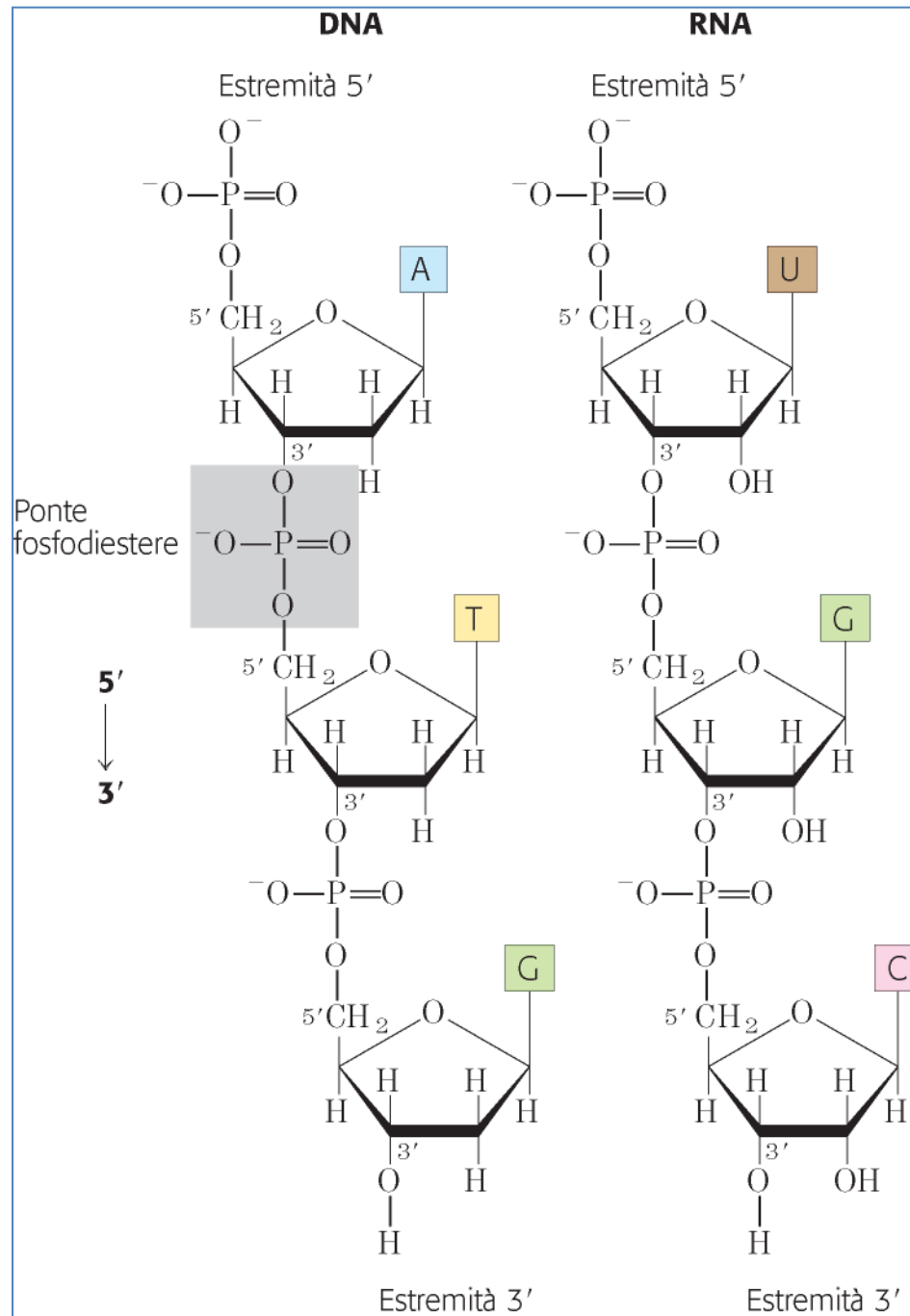


I DESOSSIRIBONUCLEOTIDI



I RIBONUCLEOTIDI





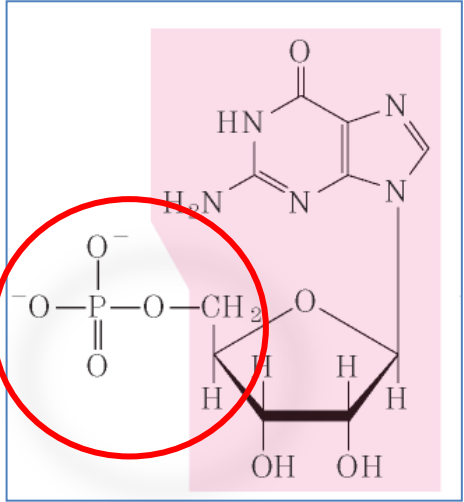
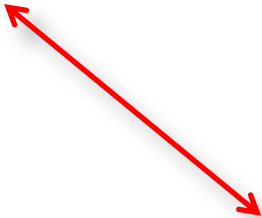
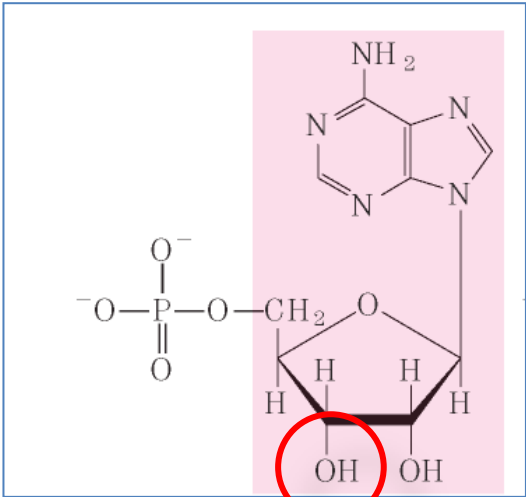
Estremità' 5':

Manca il nucleotide in posizione 5', fosfato libero.

Estremità' 3':

Manca il nucleotide in posizione 3', OH libero.

LEGAME FRA NUCLEOTIDI



ACIDO RIBONUCLEICO - RNA

L' RNA e' l' altro acido nucleico contenuto nelle cellule

Nell' espressione genica l' RNA agisce da intermediario dell' informazione codificata nel DNA per specificare la sequenza amminoacidica delle proteine funzionali.

