MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Le basi molecolari della cellula vegetale:

Tutti gli organismi sono costituiti da molecole organiche che contengono soprattutto C, H, O, N, S a cui possono essere legati altri elementi. Le molecole organiche sono moltissime ed è possibile raggrupparle sulla base del gruppo chimico che le caratterizza. Solo un numero ristretto di molecole sono indispensabili alla vita e si ritrovano in tutti gli organismi viventi. Molte altre sono caratteristiche solo degli animali o solo delle piante.
Vegetali: amido, cellulosa, clorofilla...
Esiste un gruppo di molecole che, pur facendo parte del metabolismo di un individuo non sono indispensabili alla vita e sono detti ***metaboliti secondari***. I metaboliti indispensabili sono detti ***metaboliti primari***. Nelle piante sono presenti numerosi metaboliti secondari, dei quali, un certo numero, costituiscono i principi attivi delle piante medicinali e sono responsabili dell'attività terapeutica delle piante.

Sostanze inorganiche:

- L'acqua:

In un organo come la foglia che presenta un intenso metabolismo, l'acqua è presente in una quantità circa dell'80-85%. I semi contengono il 4-5% di acqua, alcuni frutti il 95%.
La molecola dell'acqua ha un carattere fortemente polare, ha quindi cariche elettriche residue dovute ad una distribuzione asimmetrica degli elettroni di legame: possiede due cariche negative sull'atomo di O e una positiva sull'atomo di H. La sostanze che formano legami idrogeno con l'acqua sono dette idrofile, mentre quelle che non li formano (es grassi) sono dette idrofobe. I gruppi idrofili più comuni sono –COOH, -CHO, -OH, $-NH_2$.

- Ioni inorganici:

I cationi più importanti nelle piante sono K^+, Mg^{++}, Ca^{++}, $Fe^{++/+++}$, Mn^{++}, NH_4^+.
Gli anioni più importanti sono $H_2PO_4^-$, HPO_4^{--}, PO_4^{-3}, SO_4^{--}, Cl^-, HCO_3^-, NO_3^-.
Questi ioni si trovano presenti in soluzioni molto diluite, nell'acqua che viene assorbita dalle radici.

Sostanze organiche:

Gran parte delle sostanze organiche che si trovano nelle cellule sono dei polimeri, cioè sono costituite da molecole piccole (***monomeri***) saldate insieme in una lunga catena (***polimeri***).
I polimeri possono avere monomeri tutti uguali oppure tutti diversi (es proteine e acidi nucleici).
Il modo più comune di unisci dei vari monomeri è la ***condensazione***, l'unione di due molecole con eliminazione di una molecola di acqua (reazione endoergonica). La reazione opposta è l'***idrolisi*** (reazione esoergonica).

- Glucidi:

Sono costituiti da C, H e O e nei glucidi O e H figurano nelle stesse proporzioni dell'acqua infatti vengono detti anche ***carboidrati o idrati del carbonio***. Si suddividono in:

- Monosaccaridi
- Disaccaridi: unione di due molecole di zucchero per condensazione.
- Oligosaccaridi
- Polisaccaridi.

Nelle molecole glucidiche i C possono legarsi a 4 atomi o gruppi diversi, ne deriva che per ogni atomo di C asimmetrico esistono due forme stereoisomere, le quali hanno la capacità di ruotare la luce polarizzata in senso opposto classificate come destrogire o levogire.

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

I monosaccaridi, o zuccheri semplici sono costituiti da 5 o 6 atomi di C a cui sono legati numerosi Oh, un gruppo CHO (carbonilico) o chetonico (CO).
Nella maggior parte degli zuccheri il gruppo carbonilico reagisce con un gruppo OH della molecola stessa per formare un ciclo (anello a 4 → furanosica, anello a 5→ piranosica)
Tra i più importanti monosaccaridi vi sono ***glucosio*** e ***fruttosio***. Il glucosio si forma dalla fotosintesi, difficilmente si trova accumulato; in seguito alla ciclizzazione il C in posizione 1 diventa asimmetrico per cui esistono due stereoisomeri ***α e β***. Se l'O-OH legato al Cl si trova sotto al piano dell'anello abbiamo la forma α, se è sopra la β. Le due forme di glucosio danno origine a polimeri diversi: amido e cellulosa.
Tra i disaccaridi importanti troviamo il ***saccarosio*** che nelle piante viene usata come molecola di trasporto e difficilmente viene accumulato (solo nella barbabietola e nella canna da zucchero). Il ***maltosio*** che deriva dalla degradazione dell'amido (amilasi) e il ***cellobiosio*** che deriva dall'idrolisi della cellulosa.
I polisaccaridi sono formati da molti monomeri legati tramite legame glucosidico. Hanno funzione di riserva (amido e glicogeno) e strutturale (costituiscono la maggior parte della parete cellulare nel vegetali).
Amido: è un polimero dell'α –glucosio costituito da tantissimi monomeri. I legami possono essere 1-4 α –glucosidici formando una molecola lineare (amilosio) oppure 1-4 α –glucosidici alternati, ogni certo numero di monomeri con legami 1-6 α –glucosidici (amilopectina).
L'amido è un miscuglio di questi due polimeri.
L'amido è insolubile in acqua fredda, e in acqua calda forma una soluzione detta salda d'amido e filtrandola possiamo separare amilosio e amilopectina.
L'amido viene prodotto e accumulato nelle piante per essere accumulato nelle piante per essere poi idrolizzato per costruire altre molecole o per liberare energia (ATP, respirazione).
L'amido può essere degradato tramite idrolisi catalizzata da amilasi o tramite fosforolisi tramite l'amido fosforilasi; da un punto di vista energetico la via fosforolitica è più vantaggiosa.
Sostanze pectiche: sono molecole che costituiscono l parte amorfa della parete. Sono polimeri dell'acido galutturonico, derivato dal galattosio. I gruppi acidi vengono salificati con Ca o Mg formando così i ***pectati***, oppure se i gruppi acidi sono metilati si ha le ***pectine***.
Cellulosa: è un polimero del β-glucosio legate con un legame 1-4 β-glucosidico. Per avere la reazione la seconda molecola deve essere ruotata di 180° rispetto alla precedente. Quindi l'unità strutturale della cellulosa, il ***cellobiosio***, è l'insieme di due molecole di β-glucosio ruotate, una rispetto all'altra, di 180° (conformazione a sedia).
Forma facilmente ponti H, non solo intramolecolari ma anche tra le altre molecole di cellulosa vicine, quindi si ammazzetta.
L'amido è facilmente utilizzabile come sorgente di glucosio, la cellulosa no.
Emicellulose: sono polisaccaridi formati da monomeri a 6 o 5 C che costituiscono una considerevole parte strutturale della parete cellulare.
Gli ***xiloglucani*** sono importanti costituenti della parete delle cellule delle Dicotiledoni, sono polimeri del β-glucosio, ma contengono anche un altro zucchero a 5C, lo ***xilosio***.
In alcuni casi le emicellulose vengono usate come riserva, presenti soprattutto nei semi, per esempio nel dattero e nell'oliva. In questo caso le emicellulose vengono a disporsi all'interno delle pareti dell'endosperma che risultano ispessite rendono i semi duri. Queste emicellulose sono demolite da appositi enzimi ma non vengono idrolizzate le emicellulose strutturali.

- *Lipidi:*

I lipidi derivano dagli acidi grassi, sono insolubili in acqua e solubili in solventi organici (etere, cloroformio...). Comprendono i trigliceridi, acidi grassi di riserva e altre sostanze con struttura chimica e funzioni diverse come cere e lipidi complessi.

Trigliceridi: formati da una molecola di glicerolo, alcol trivalente in cui tre OH sono legati con legame estereo a tre catene di acidi grassi.

-Se gli acidi grassi sono insaturi si hanno gli oli

-Se gli acidi grassi sono saturi si hanno i grassi solidi (palmitico, stearico)

I trigliceridi sono sostanze energetiche.

Cere: sono esteri di acidi grassi con alcoli alifatici saturi a catena lunga. Sono insolubili in acqua e chimicamente inerti, hanno funzioni protettive sulle epidermidi delle piante.

Lipidi complessi: i più abbondanti sono i fosfolipidi formati da una molecola di glicerolo, esterificata con due molecole di acidi grassi, mentre il terzo gruppo alcolico è esterificato con acido fosforico a cui si lega una molecola polare. Nelle piante sono abbondanti anche i glicolipidi in cui uno degli OH del glicerolo si lega ad uno zucchero.

Steroli: hanno una struttura derivate dal ciclopentanperidrofenantrene a cui possono attaccarsi poi altre catene laterali.

- **Proteine:**

Sono molecole ad alto peso molecolare, polimeri di amminoacidi. Questi ultimi sono molecole caratterizzate dalla presenza di due gruppi funzionali: un gruppo carbossilico COOH e uno amminico NH_2. Il gruppo carbossilico dà alla molecola carattere acido mentre quello amminico le dà contemporaneamente carattere basico. La molecola ha una terza parte indicata con la lettera R- che rappresenta il resto della catena.

La presenza di catene fortemente polari rende solubili gli aa in acqua, mentre una catena alifatica o aromatica li rende insolubili.

Gli aa si legano insieme per formare la molecola proteina attraverso una reazione di condensazione; il legame è detto peptidico.

In ogni catena rimangono liberi un gruppo NH_2 e uno COOH che possono partecipare ad un ulteriore allunamento della molecola. L'allungamento può avvenire solo in modo rettilineo Molto importanti risultano la sequenza degli aa ma anche la conformazione spaziale che assume la proteina, aggomitolata in modo più o meno regolare.

La principale funzione delle proteine è quella di essere catalizzatori, una proteina catalizzatrice è detta enzima. Le proteine insieme ai lipidi sono i costituenti fondamentali delle membrane cellulari. Le proteine sono implicate in qualunque forma di movimento degli organismi viventi (ciglia, flagelli, muscoli) possono inoltre avere una funzione strutturale. Nelle piante le proteina hanno anche funzione di riserva infatti i semi hanno riserve più o meno cospicue di proteine.

Metaboliti secondari:

Le piante producono molte molecole che sono i metaboliti secondari La distribuzione dei metaboliti secondari nel regno vegetale ha anche un'importanza tassonomica.

I metaboliti secondari sono presenti, nelle piante, in forma glicosidica o eterosidica, legato cioè a uno o più zuccheri, il più frequente dei quali è il glucosio; in questo caso vengono chiamati ***glucosidi*** e in tutti gli altri casi glicosidi.

Per ***glicosidi*** o ***eteroside*** si intende una molecola costituita da una parte zuccherina chiamata "***glicone***" legata a una parte non zuccherina definita "***aglicone***" o "***genina***".

Le migliaia di metaboliti secondari sono raggruppati in 3 categorie:

- Composti fenolici
- Terpenoidi e steroidi
- Composti azotati (alcaloidi).

- Composti fenolici:

L'elemento strutturale che li caratterizza è il gruppo fenolico (anello aromatico con gruppo –OH).

Per caratterizzarli si utilizza un criterio biosintetico. Le vie biosintetiche sono due:

1. *Acido scichimico*: è la via seguita per la sintesi della maggior parte dei fenoli vegetali
2. *Acido malonico*: è una fonte importante di fenoli per funghi e batteri, nelle piante ha un'importanza minore.

Avviene una partecipazione simultanea di entrambe le vie biosintetiche per sintetizzare composti di origine mista come i flavonoidi.

Dalla via dell'acido scichimico derivano fenilalanina e tiroxina e da questi acidi cinnamici e i derivati: acidi benzoici, lignani, lignine, cumarine, flavonoidi..

Dalla via dell'acido malonico derivano cromoni, isocmarine, chimìnoni ecc..

Cumarine: derivano dalla via biosintetica dell'acido scichimico, spesso nelle piante si trovano in forma glicosidica. Vi appartengono le fitoalessine (per difendersi dai patogeni) alcuni veleni come l'aflatossina. Trovano impiego come venoprotettori, vasodilatatori coronarici.

Flavonoidi: sono componenti molto diffusi nel regno vegetale, derivanti da prodotti dalle vie dell'acido scichimico e dell'acido malonico. Costituiti da due anelli aromatici uniti da un punte a tre atomi di carbonio. Vengono classificati a seconda del grado di ossidazione dell'anello piranico centrale, che può essere anche aperto.

Le ***antocianine*** sono dei glicosidi responsabili delle colorazioni rosso, rosa, viola, blu.

Flavoni e flavonoli rappresentano la maggior parte dei flavonoidi e sono presenti in quasi tutte le piante, assorbono la luce a lunghezze d'onda più corte di quelle delle antocianidine e possono svolgere la funzione di co-pigmenti per la colorazione gialla o arancio. Questi composti sono presenti anche nelle foglie e in tutte le parti verdi delle piante. Le proprietà biologiche consistono nella diminuzione della permeabilità dei capillari (la FDA non riconosce questa attività).

Tannini: sono polifenoli ad alto PM in grado di complessare sia con zuccheri che con proteine, particolarmente diffusi nei vegetali con funzione di difesa dai patogeni. Sono rappresentati da due gruppi:

1. ***Tannini idrolizzabili***: polimeri eterogenei contenenti acidi fenolici legati a molecole di glucosio
2. ***Tannini condensati***: polifenoli che hanno strutture derivate da diverse unità di flavonoidi di tipo catenichinico che per trattamento di acidi non si idrolizzano, ma danno luogo a prodotti insolubili rosso mattone, chiamati flobafeni.

Da un punto di vista farmaceutico hanno impiego limitato; impermeabilizzano gli strati più esterni della cute, esercitando un effetto vasocostrittore sui piccoli vasi superficiali. Impedendo la perdita di fluidi favoriscono la rigenerazione dei tessuti in baso di bruciature o ferite (antidiarroici).

Chinoni e antrachinoni: i chinoni sono composti ossigenati derivanti dall'ossidazione di strutture aromatiche. I chinoni naturali sono caratterizzati da un sistema aromatico policiclico condensato (naftalena, antracene, naftodiantrene)

Gli antrachinoni spesso sono presenti in forma eterosidica, molti sono antibatterici e fungicidi.
Le droghe ad antrachinoni (rabarbaro, aloe..) hanno proprietà lassative. Altre droghe ad antrachinoni sono utilizzate come coloranti.

- Terpenoidi e steroidi:

I terpeni sono il più grande gruppo di metaboliti secondari presenti nei vegetali. Sono quasi esclusivi dei vegetali.
Gli steroidi sono presenti anche negli animali.
Sia terpeni sia steroidi possono esser considerati derivato dalla condensazione di molecole di un numero di unità a 5 atomi di C costituite dalla molecola isoprene.
In realtà in natura non avviene una condensazione di molecole di isoprene ma di isopentene pirofosfato (IPP) e del suo isomero strutturale dimeti allil pirofosfato (DMAPP) che è l'equivalente biologico dell'isoprene.
Monoterpeni e sesquiterpeni: sono i costituenti degli oli essenziali che impartiscono alla pianta un odore caratteristico. Sono prodotti volatili a composizione complessa che possono esser estratti con distillazione in corrente di vapore. Si trovano quasi esclusivamente nei vegetali superiori. Si possono trovare nei fiori, frutti, foglie, scorze, rizomi, radici e semi. Se tutti gli organi di una pianta contengono oli essenziali è possibile che la sua composizione sia diversa a seconda della localizzazione. La sintesi e l'accumulo degli oli essenziali avviene in strutture istologiche ben differenziate che possono essere: cellule ad olio essenziale, tricomi secretori, tasche secretrici o canali secretori. La loro funzione è di attrarre gli insetti impollinatori, di difendere dai microrganismi ed hanno funzione di allelopatia. La composizione degli oli essenziali è variabile perché esistono chemiotipi (popolazioni di piante appartenenti ad un'unica specie ma con vie metaboliche diverse che portano a formare metaboliti secondari diversi) e perché la loro composizione è influenzata dal ciclo vegetativo e dalle condizioni ambientali. A momenti biologici diversi corrisponde una composizione diversa.
Impiego: antisettici nei confronti dei batteri patogeni, proprietà antispasmodiche e sedative, tossici, provocano dermatite, fotosensibilizzanti, cancerogeni, utilizzati per preparati galenici, aromatizzanti, medicamenti destinate all'uso orale, aromaterapia, profumeria, cosmetica, materia prima per la sintesi di altri prodotti.
Oleoresine: sono miscugli di oli essenziali e resine di consistenza semiliquida o molle che costituiscono gli essudati. Sono abbondanti nelle conifere e dicotiledoni. Se l'oleoresina naturale ha acidi benzoici o cinnamici si parla di balsami. Se vi sono associati composti polisaccaridici abbiamo le gommo-resine.
Iridoidi: appartengono al gruppo dei monoterpeni. Sono presenti nelle piante in forma glicosidica. È contenuto nella valeriana.
Impiego: utilizzati in fitoterapia, azione antinfiammatoria, liquoreria.
Piretrine: sono monoterpeni irregolari per la loro biosintesi diversa da quella classica. Sono tossiche per animali a sangue freddo. Facilmente degradabili.
Impiego: agiscono sul sistema nervose provocando il Knock down ovvero la paralisi dei muscoli dell'insetto.
Lattoni sesquiterpenici: composti derivanti dalla ciclizzazione del 2E,6E-farnesilpirifosfato. Sono presenti a livello dei peli secretori dei fiori, fusti e foglie. Si ritrovano nei acheni e raramente nei fusti sotterranei.