

Con reazioni di ossido–riduzione si intende una vasta classe di reazioni che implicano un trasferimento elettronico più o meno evidente.

una reazione di ossidoriduzione o redox si verifica quando un elemento cede elettroni(ossidandosi) ad un altro elemento(che si riduce):

Ad esempio il trasferimento elettronico è evidente nella reazione:



Per caratterizzare questo tipo di reazioni è stato definito il **numero di ossidazione** di un atomo in un composto. Questo numero corrisponde ad una **carica fittizia dell'atomo in questione nella molecola considerata**, carica assegnata secondo certe regole.

Terminologia redox

Un ossidante

si riduce

acquista elettroni

ha n.o. alto

diminuisce il n.o.

Un riducente

si ossida

cede elettroni

ha n.o. basso

aumenta il n.o.

2 Mg

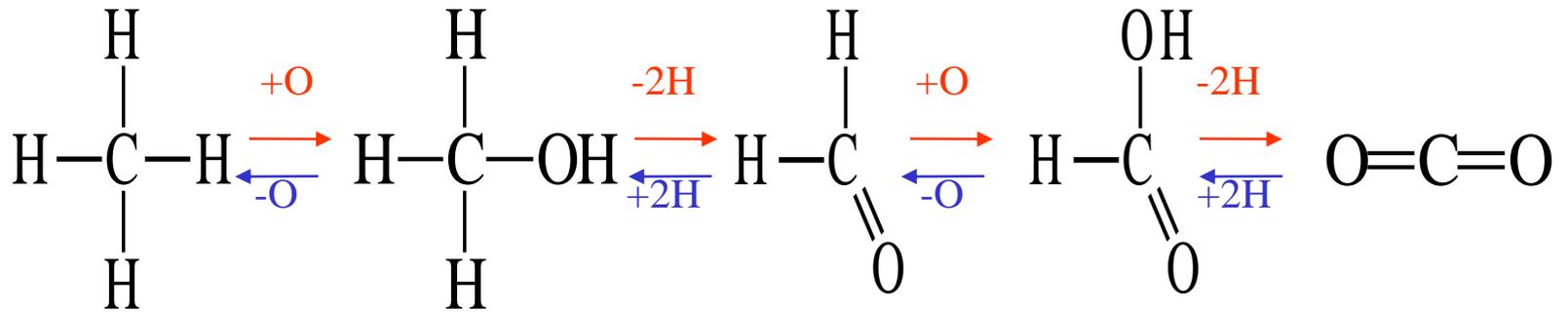
riducente

+ O₂ →

ossidante

2 MgO

ossidazione

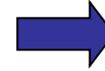


riduzione

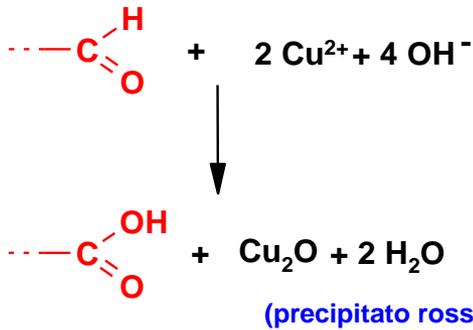
OSSIDAZIONE

Il gruppo carbonilico (aldeide o chetone) può essere facilmente ossidato

Zuccheri riducenti

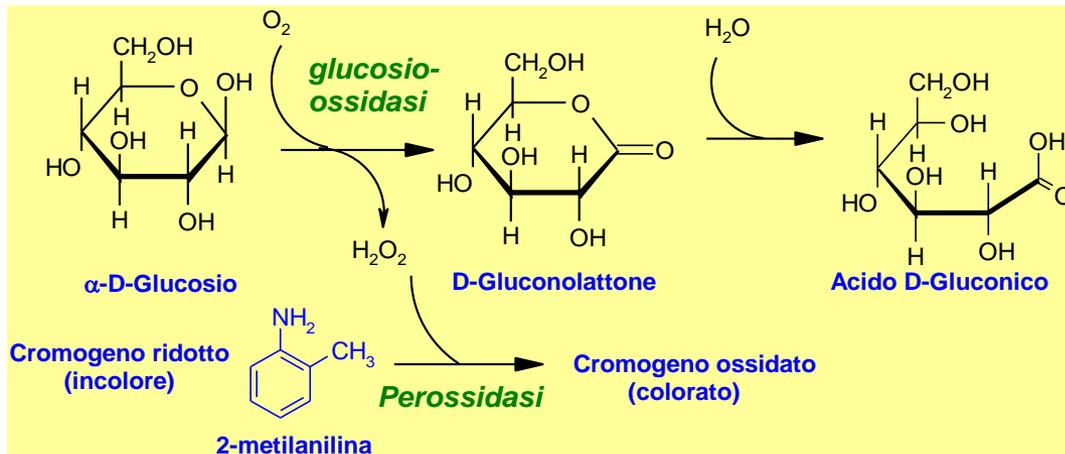


Molti saggi di rivelazione degli zuccheri sono basati su questa reazione



Reattivi di Fehling e Benedict

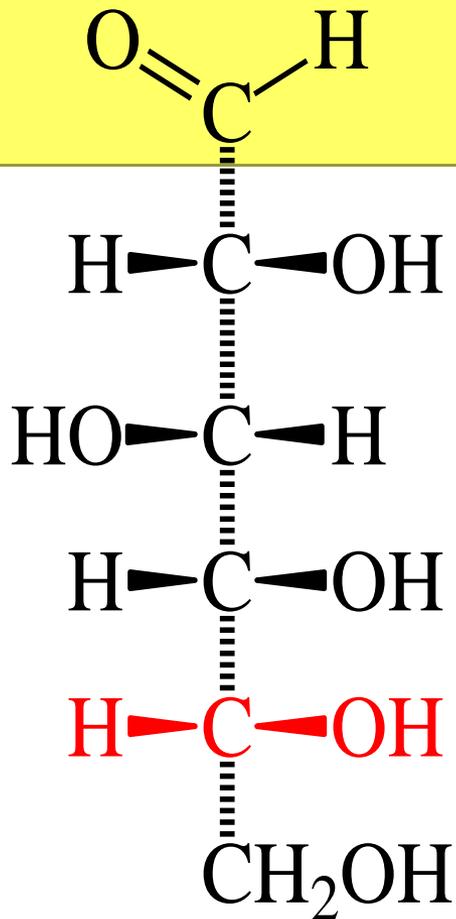
Determinazione quantitativa del glucosio per via enzimatica



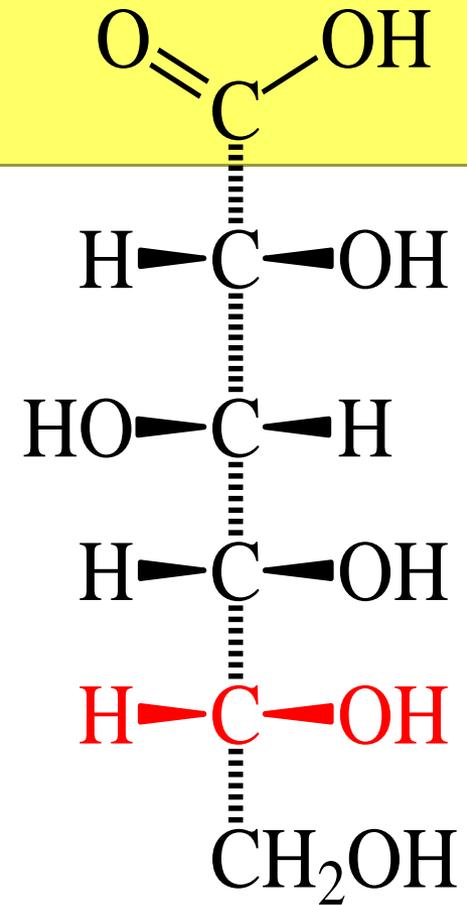
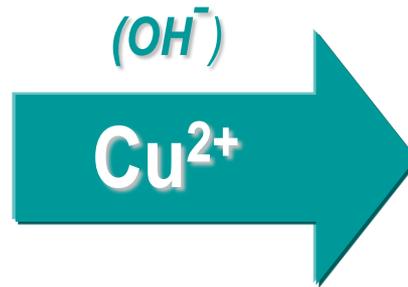
Utilizzata nel dosaggio del glucosio ematico nei pazienti diabetici

Numerose applicazioni in campo alimentare. Per es per eliminare tracce di glucosio da uova impiegate in pasticceria e limitare la reazione di Maillard.

Per ossidazione blanda,
dagli aldosi si ottengono acidi onici

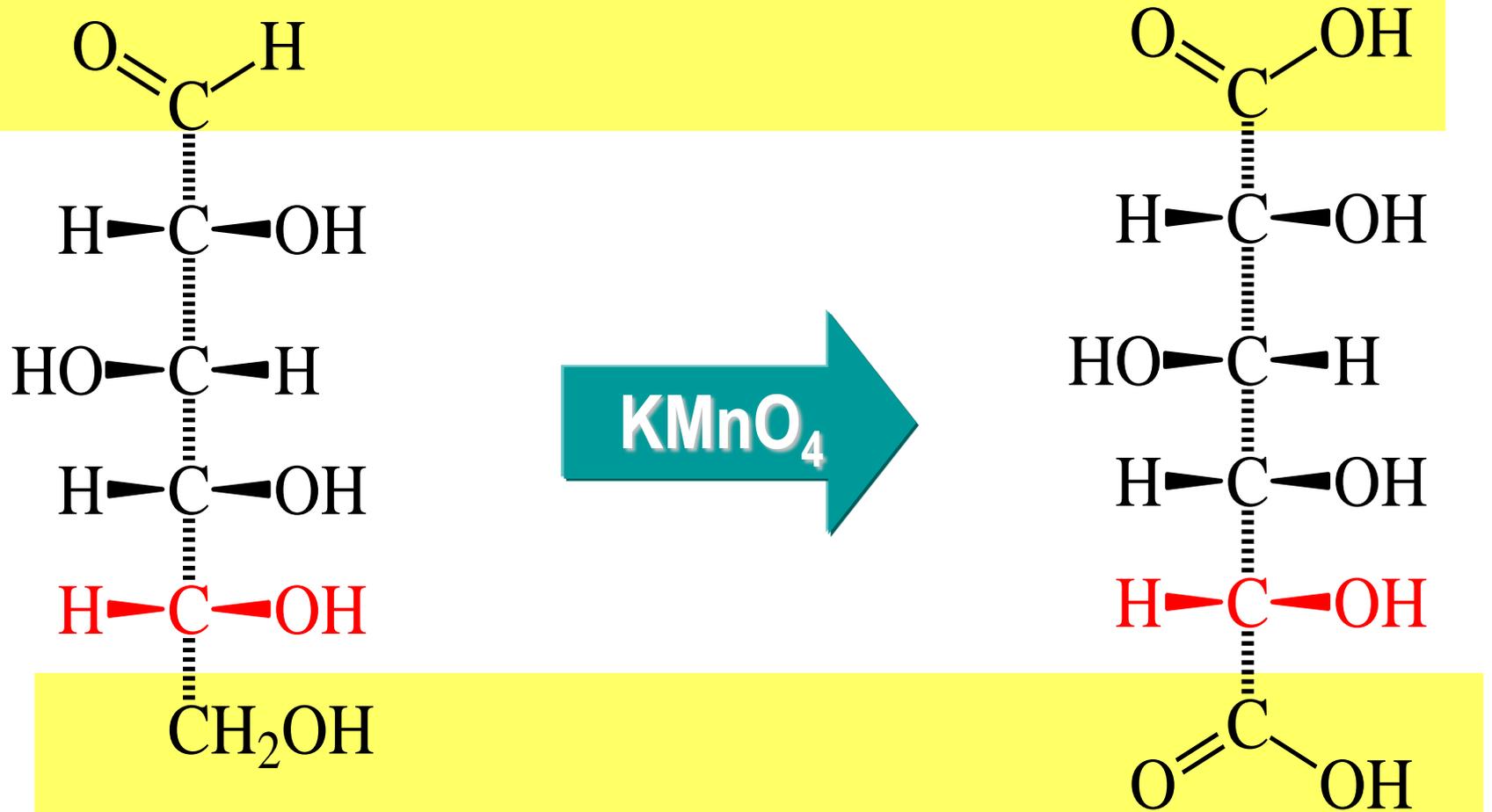


D-glucosio



acido D-gluconico

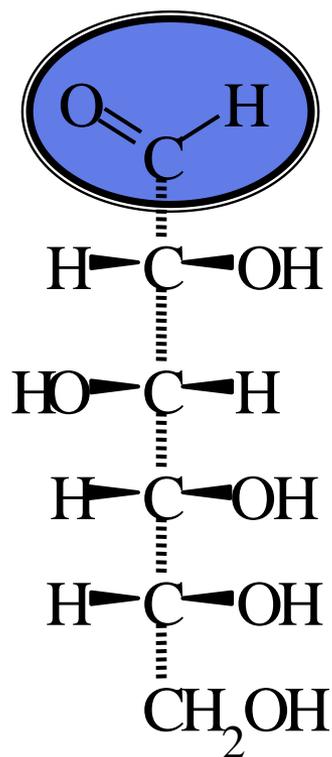
Per ossidazione energetica,
dagli aldosi si ottengono **acidi saccarici**



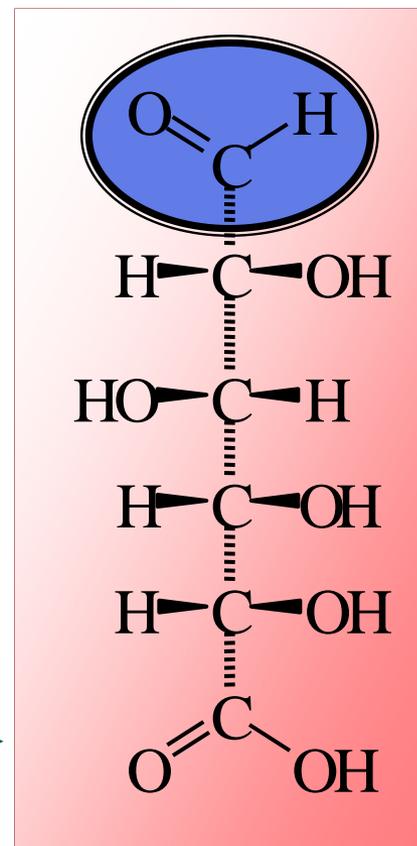
D-glucosio

acido D-glucarico

Proteggendo il gruppo aldeidico dall'azione dell'ossidante si ottiene un acido uronico



D-glucosio



Acido D-glucuronico

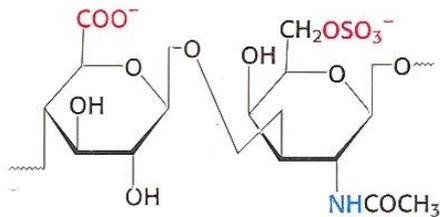
DERIVATI DEI MONOSACCARIDI

① Per **ossidazione** del **C aldeidico** si formano gli acidi polioossicarbossilici detti acidi aldonici. Ad esempio, dal D-glucosio si ottiene l'acido gluconico (il fosfogluconico è un importante intermedio del metabolismo dei carboidrati).

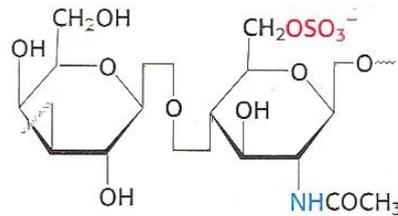
② Per **ossidazione** sia del **C aldeidico** che del **C del gruppo ossidrilico primario** si ottengono acidi aldarici (poliidrossidicarbossilici). (Questi acidi non hanno interesse in campo alimentare o significato biologico).

③ Una terza possibile via di ossidazione è quella in cui **soltanto C** che porta il **gruppo ossidrilico primario** viene **ossidato** ad acido carbossilico con formazione degli acidi uronici. (Gli acidi uronici sono componenti delle glicoproteine e delle pectine, quest'ultime sono polisaccaridi di interesse alimentare)↓

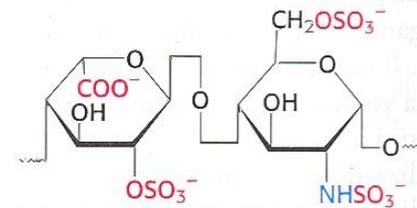
ACIDI GLUCURONICI



Condroitin 6-solfato



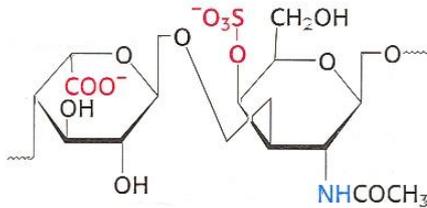
Cheratan solfato



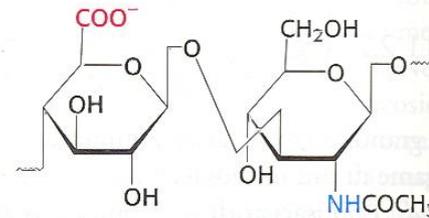
Eparina

Unità ripetitive nei glicosamminoglicani

Strutture di cinque unità ripetitive di importanti glicosamminoglicani illustrano l'ampia varietà di modificazioni che sono possibili. I gruppi amminici sono rappresentati in blu e i gruppi carichi negativamente in rosso. I gruppi SO_3^- sono stati omessi per ragioni di chiarezza. La struttura a destra è in ogni caso la glucosammina.



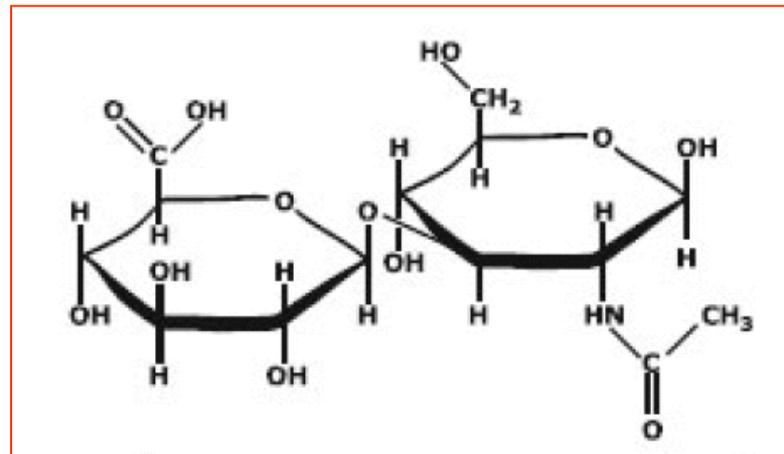
Dermatan solfato



Hialuronato

Acido ialuronico

L'**acido ialuronico** è un componente naturale dei tessuti (GAG della ECM), soprattutto della pelle, in grado di **svolgere un ruolo chiave nel processo di riparazione tissutale.**

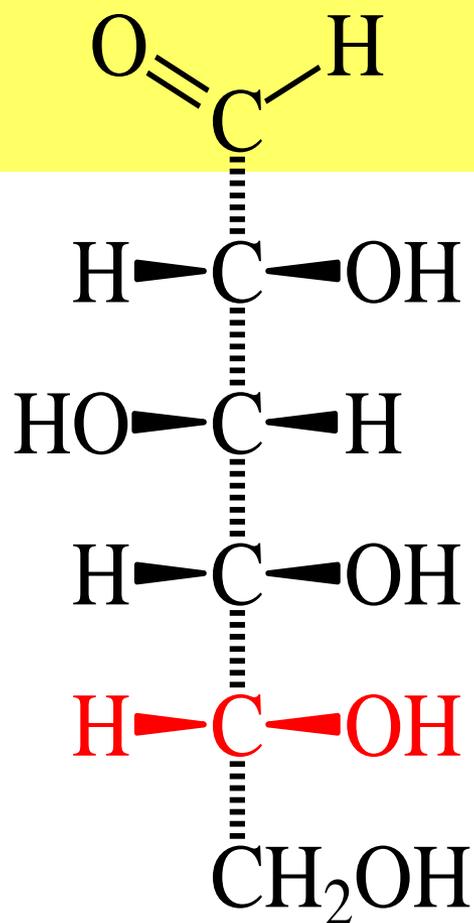


Pro

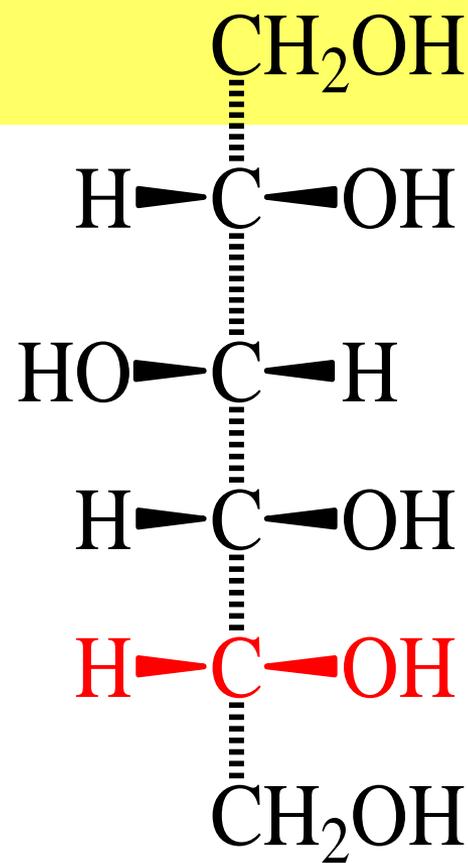
1. Glicosamminoglicano:
presente nei batteri e nell'uomo
2. Ubiquitario:
 - componente della ECM
 - lubrificante nelle articolazioni
 - regola adesione, crescita e migrazione

RIDUZIONE degli zuccheri

Per riduzione di un aldosesoso si ottiene un polialcol



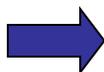
D-glucosio



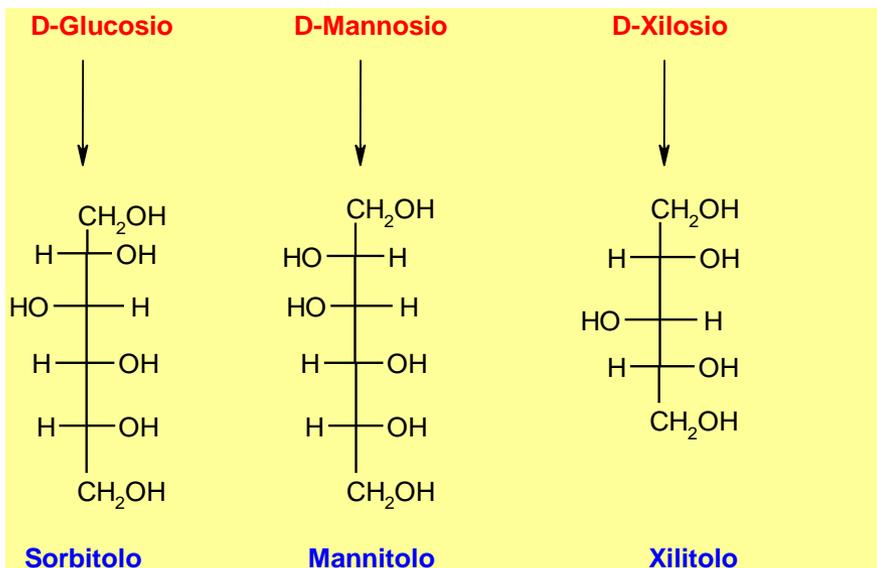
sorbitolo

Riduzioni

Il gruppo carbonilico (aldeide o chetone) può essere facilmente ridotto



Alditoli



Il sorbitolo è presente in piccole quantità in molti frutti



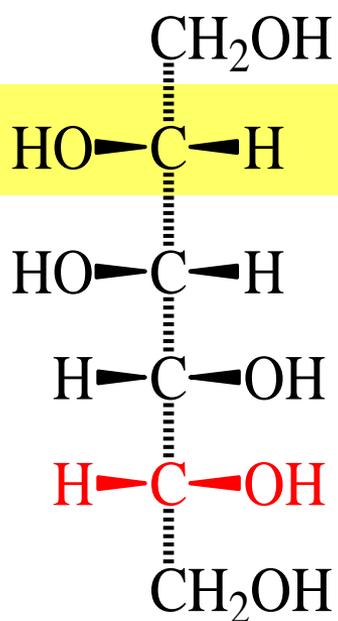
Gli alditoli vengono sintetizzati industrialmente per **idrogenazione catalitica degli aldosi**

Vengono impiegati come alternativa agli zuccheri **in alimenti dietetici o per diabetici**.

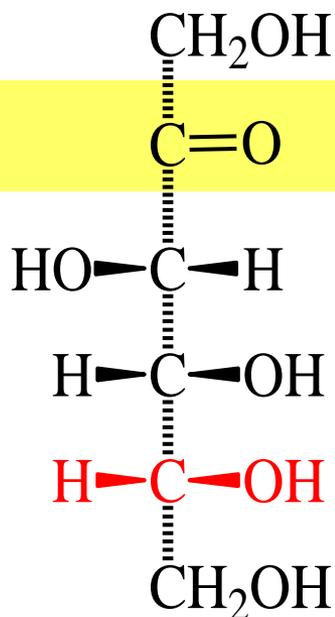
Infatti non sono assimilati a livello intestinale e non raggiungono la circolazione sanguigna.



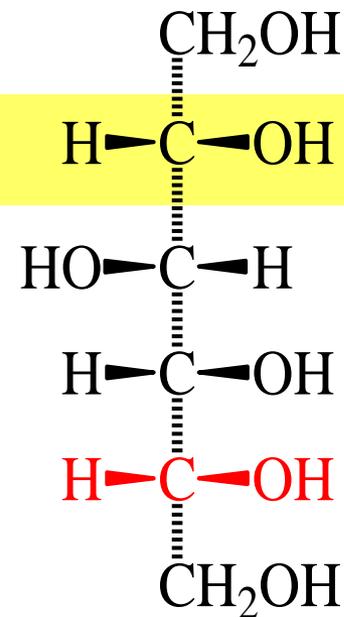
Per riduzione di un chetoesoso si ottengono
due polialcoli epimeri



mannitolo



fruttosio



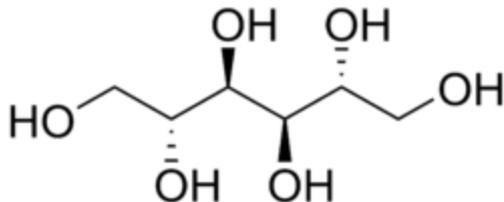
sorbitolo

POLIALCOLI edulcoranti naturali

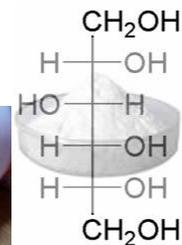
- Hanno un potere dolcificante uguale o di poco superiore al saccarosio, ma in genere non sono cariogeni e sono pertanto utilizzati in prodotti quali caramelle o chewing-gum "senza zucchero". **Il metabolismo dei polialcoli è indipendente dall'insulina; sono quindi indicati nei diabetici.**
- **In seguito all'assunzione di queste sostanze, si può manifestare un effetto lassativo, riconducibile ad un effetto di tipo osmotico a livello intestinale.**
- **Fra i polialcoli, i più utilizzati nell'industria alimentare sono: mannitolo, sorbitolo e xilitolo.**

• Il mannitolo

- A causa dello scarso potere edulcorante, è generalmente utilizzato per lo più per gli effetti lassativi.
- Il suo uso come dolcificante non appare molto vantaggioso. Questo in quanto possiede sì un contenuto calorico leggermente minore rispetto al saccarosio (2.4 kcal, contro le 4 , ma potere edulcorante anch'esso minore.
- Le dosi elevate di mannitolo tali da promuovere un normale effetto edulcorante possono rappresentare uno svantaggio nella dieta. Ricordiamo infatti che il mannitolo è sì un polialcol, ma un polialcol energetico, il cui processo metabolico è pressocchè uguale a quello del glucosio.

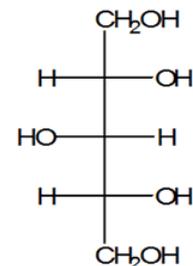


- **Il sorbitolo** ha un potere edulcorante inferiore al saccarosio e generalmente non viene utilizzato da solo, ma in associazione alla saccarina per mascherarne il retrogusto metallico.
- Come il mannitolo possiede una bassa cariogenicità e presenta effetti lassativi (alla dose di 50g/die).
- L'industria farmaceutica lo impiega per la sintesi di vitamina C (acido ascorbico).
- Anche se strutturalmente “affine” al mannitolo, presenta destino metabolico e effetti diversi sull'organismo. Innanzitutto ha un effetto lassativo meno spiccato del mannitolo, ed ha un destino metabolico differente rispetto a questo. Una volta giunto nell'intestino infatti, il sorbitolo viene convertito in fruttosio, che però non può essere assorbito dall'intestino.
- Poiché lo zucchero non viene assorbito a livello intestinale, fermenta, provocando tutti quegli effetti in cui alcuni di noi incorrono dopo avere assunto frutta subito dopo un pasto e cioè flatulenza, gonfiore di pancia, crampi e diarrea. L'accumulo di sorbitolo nell'occhio del paziente diabetico è implicato nella comparsa di cataratta.





xilitolo

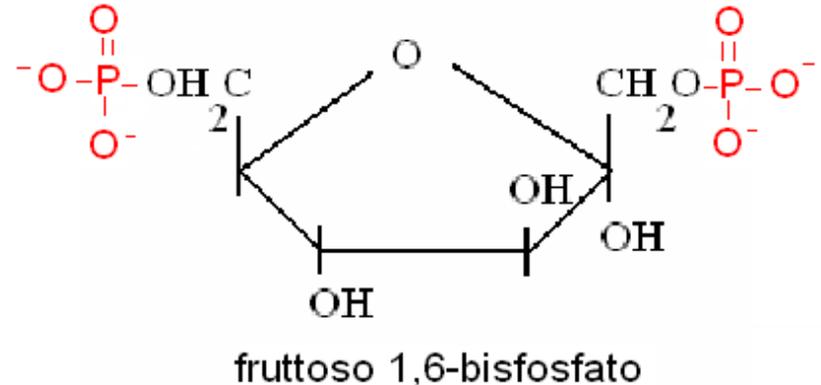
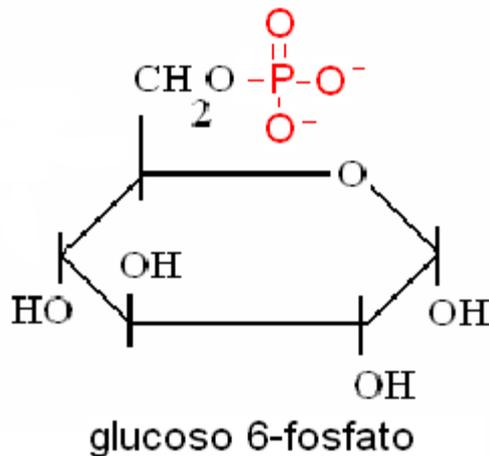


- L'uso di gomme da masticare senza zucchero presenta particolari vantaggi se contengono un poliolo particolare: lo xilitolo.
- Non solo lo xilitolo non viene fermentato dalla flora batterica ma a lungo termine seleziona un tipo di flora batterica meno cariogena. Ciò avviene in modo significativo se lo xilitolo è presente in quantità sufficiente, cioè circa il 30% in peso delle gomma da masticare.
- Lo xilitolo viene sempre combinato ad altri polioli: sorbitolo /mannitolo / maltitolo / isomalto. Quando appare per primo in etichetta lo xilitolo è presente per circa il 30% del peso del prodotto.

FOSFORILAZIONE DEGLI ZUCCHERI

Nella cellula, i monosaccaridi si trovano sempre esterificati con uno o più gruppi fosforici (fosforilati).

La **fosforilazione** ha il significato di impedirne l'uscita dalle cellule e di "attivarli", consentendone il metabolismo.



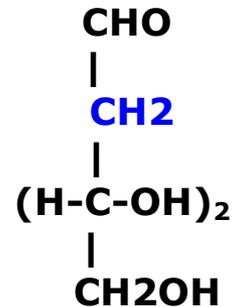
Glucoso 6-fosfato e fruttosio 1,6-bisfosfato sono intermedi della glicolisi e della gluconeogenesi

Il gruppo fosforico è donato dall'**ATP** in reazioni catalizzate da enzimi della classe delle **cinasi**:



Altri importanti derivati dei monosaccaridi sono **GLI ZUCCHERI FOSFATI**, presenti in tutte le cellule viventi,

I DEOSSI ZUCCHERI, largamente presenti in natura, quale **2-deossi-D-ribosio** costituente dell'acido deossiribonucleico ↓



GLI AMMINO ZUCCHERI, fra i quali la D-glucosammina componente principale della chitina, polisaccaride strutturale presente nell'esoscheletro degli insetti e dei crostacei.

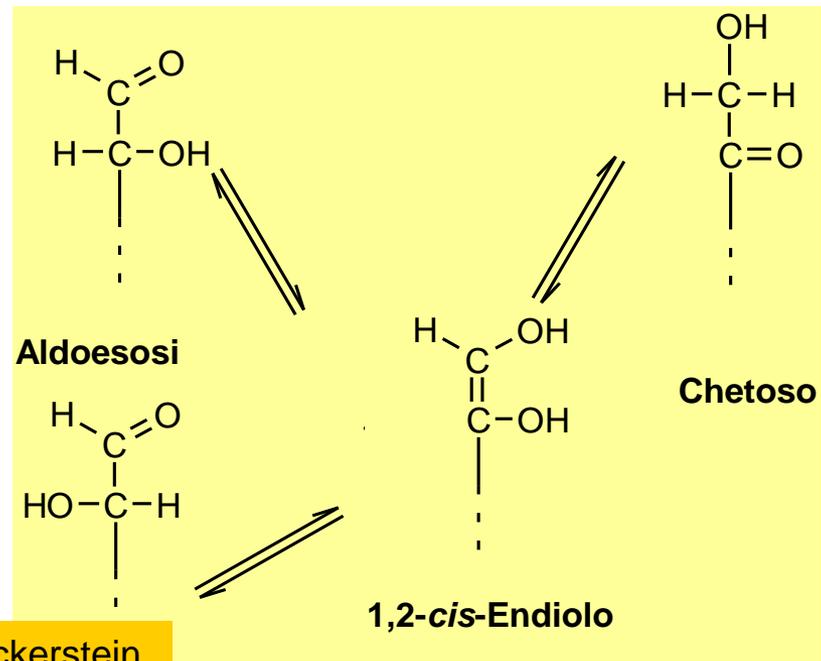
Processi di imbrunimento non enzimatico

Processi termici

A temperature superiori ai 100°C avvengono delle trasformazioni, note come reazioni di caramellizzazione che portano ad una ampia gamma di aromi e pigmenti bruni comunemente associati al caramello

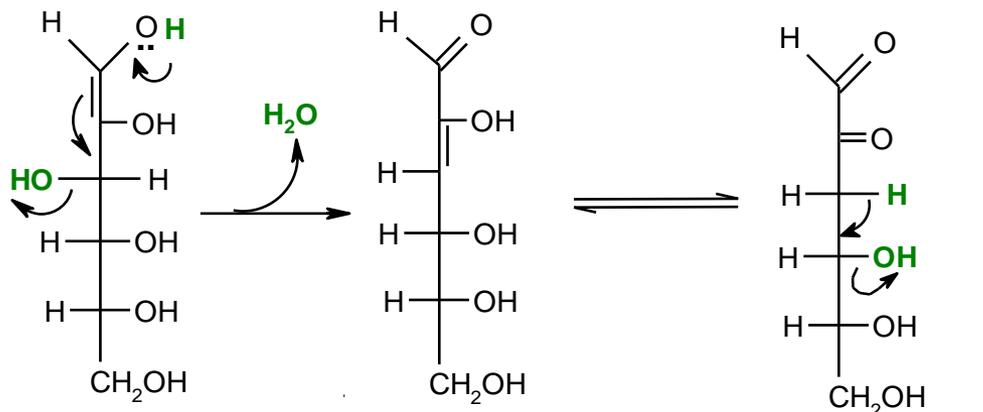


I Stadio.
Isomerizzazione
reversibile con
formazione di un endiolo

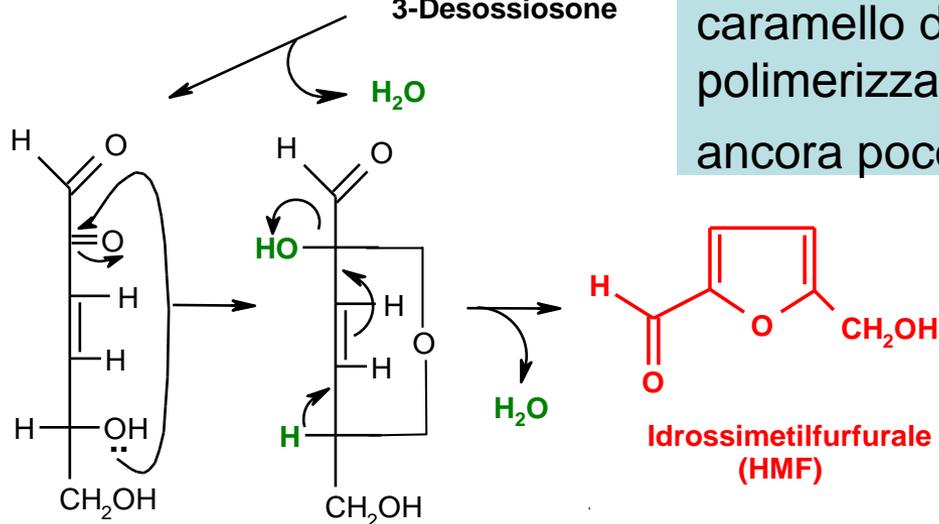


Trasformazione di Lobry de Bruyn-Alberda van Eckerstein

II Stadio. Disidratazione dell'endiolo con formazione di un derivato furanico.



3-Desossiosone



3,4-Didesossiosone

Oltre all'HMF questi processi danno luogo ad altri intermedi altamente reattivi (per es composti alfa-dicarbonilici).

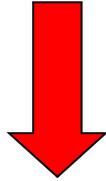
L'HMF è presente in prodotti ad elevato contenuto zuccherino. *E' anche marker di prodotti adulterati come miele addizionato di zucchero invertito.*

La colorazione bruna tipica del caramello deriva da reazioni di polimerizzazione dell'HMF in parte ancora poco note.

Idrossimetilfurfurale (HMF)

Reazione di Maillard

In presenza di **composti amminici** l'imbrunimento degli zuccheri avviene più rapidamente, in particolare in condizioni neutre o debolmente alcaline, a causa di una serie di processi noti come reazione di Maillard



La reazione è favorita a basse concentrazioni di acqua che permettono alte concentrazioni dei reagenti

La reazione di Maillard è responsabile dell'incurimento della crosta del pane...



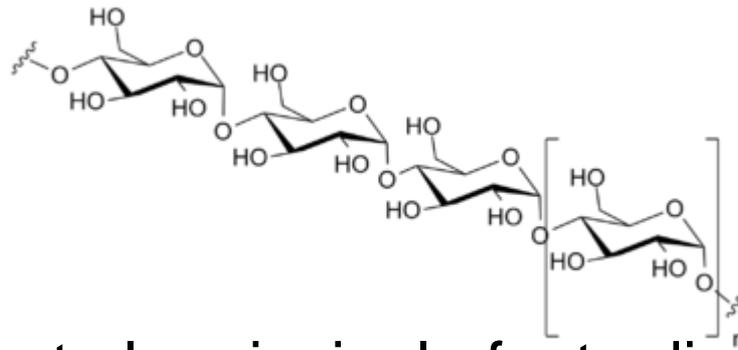
... ma anche di alimenti ad elevato contenuto proteico come latte ed uova . Lisina e istidina sono i residui amminoacidici maggiormente coinvolti in tali reazioni

POLISACCARIDI

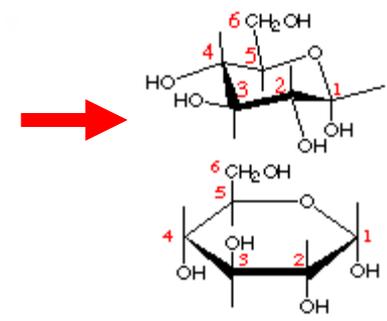
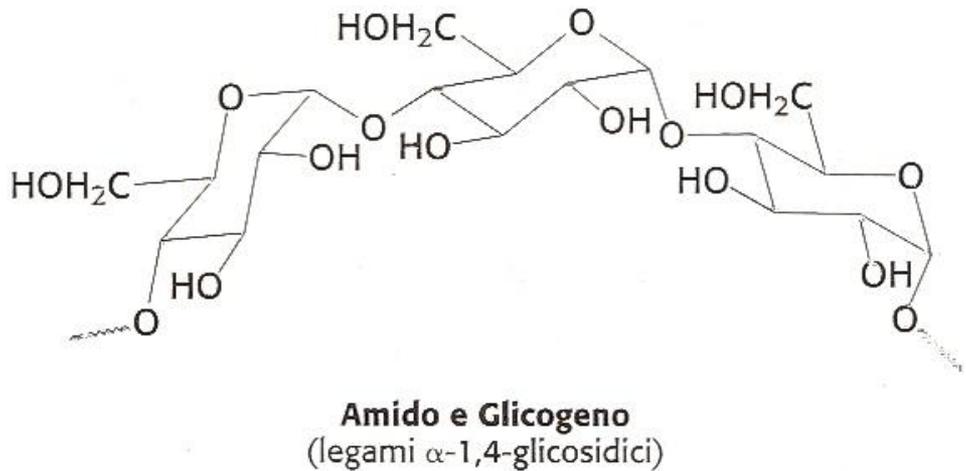
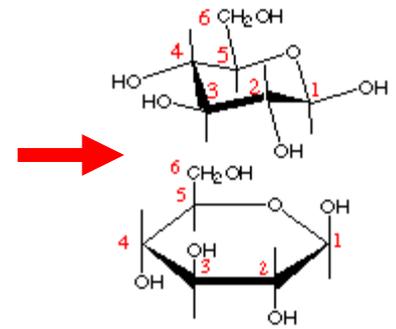
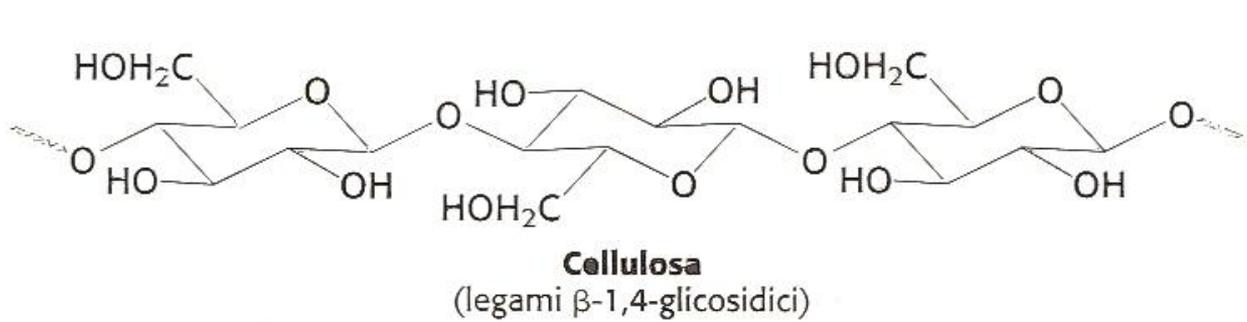
I polisaccaridi sono molecole complesse, formate da numerose unità monosaccaridiche.

Quelli di importanza fisiologica sono l'amido, il **glicogeno** e la **cellulosa**.

Sono tutti **omopolimeri** costituiti esclusivamente da **molecole di glucosio**, legate da **legami glicosidici**.



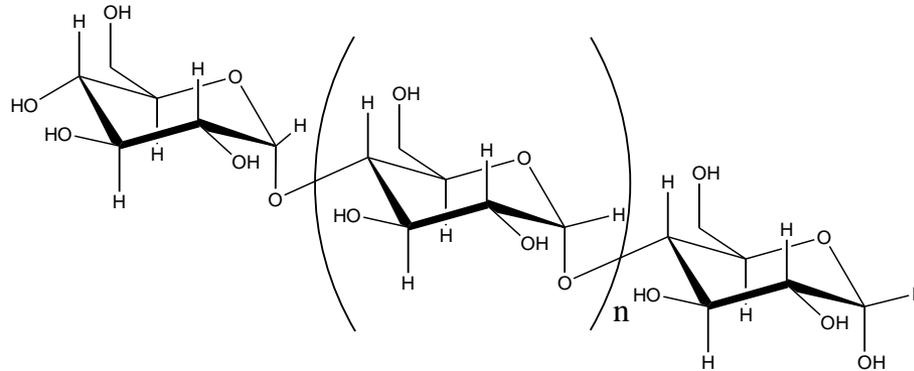
L'amido rappresenta la principale fonte di **carboidrati alimentari**.



Amido

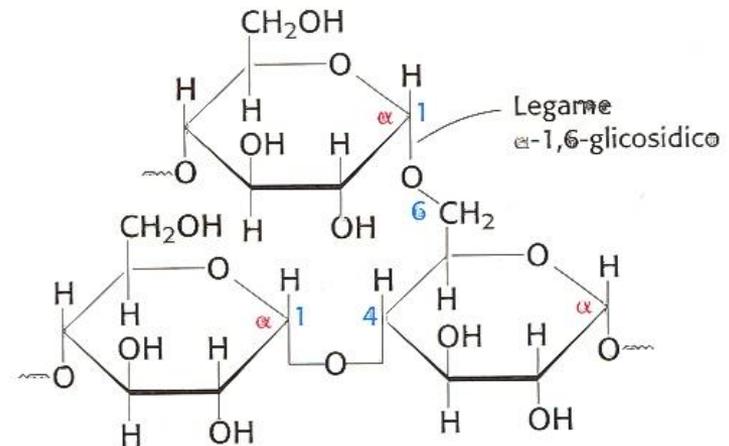
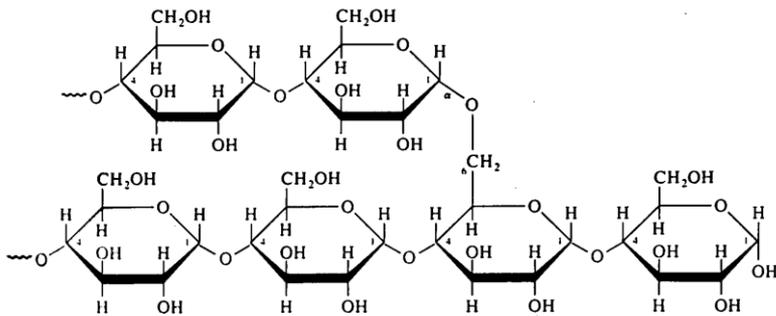
L'amido è un polisaccaride costituito da molecole di α -D-glucosio presente in quantità apprezzabili nei cereali, nei legumi secchi e nelle patate.

E' generalmente presente per un 20% come **amilosio**, polisaccaride costituito da lunghe catene prive di ramificazioni in cui le unità di glucosio sono unite da un legame glicosidico $\alpha(1-4)$. Le catene del polisaccaride assumono una conformazione a spirale (avvolgimento elicoidale dell' amilosio), in grado di conferire una intensa colorazione blu a soluzioni di iodio.



Solubile in acqua

Il restante 80%, chiamato amilopectina, è costituito da catene polisaccaridiche **altamente ramificate**. Tali ramificazioni sono originate da legami glicosidici $\alpha(1-6)$, che costituiscono i punti di ramificazione di tratti lineari in cui il glucosio è legato con legame $\alpha(1-4)$. La lunghezza media delle ramificazioni può essere costituita di 20-25 unità monosaccaridiche di glucosio a seconda della sua origine.

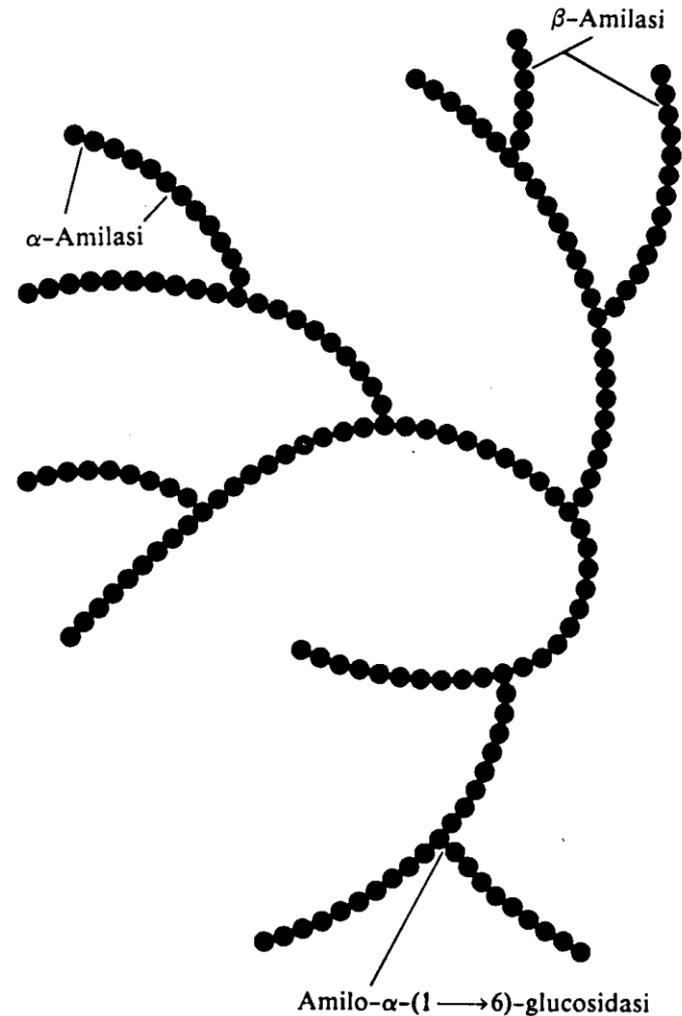


Insolubile in acqua

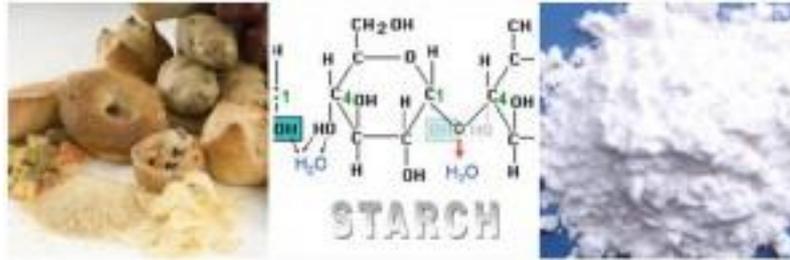
α -amilasi degradano i legami α -(1--- 4)

β -amilasi degradano i legami α -(1--- 4) rimuovendo il maltosio dalle estremità delle ramificazioni esterne

amilio α -(1—6)-glucosidasi idrolizzano i legami α -(1--- 6) delle ramificazioni



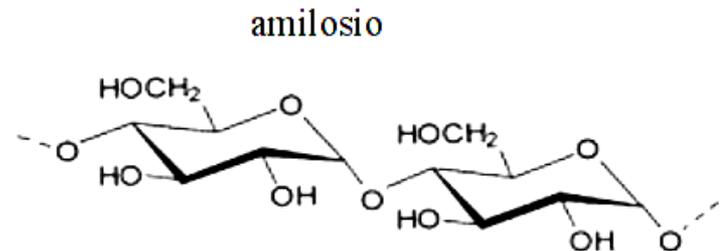
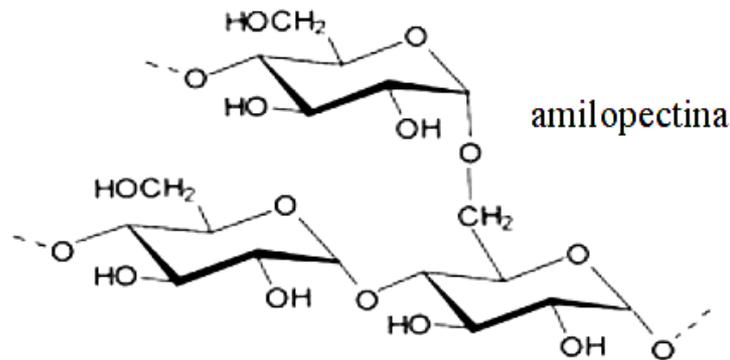
AMIDO



L'amido è un polisaccaride complesso insolubile in acqua, utilizzato come riserva nelle cellule vegetali. Rappresenta la più importante fonte di carboidrati disponibili all'assorbimento ed utilizzabili dal metabolismo cellulare umano.

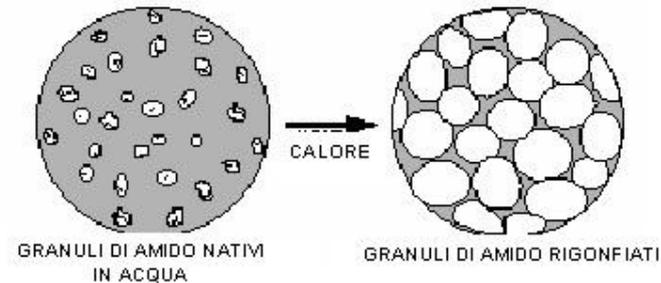
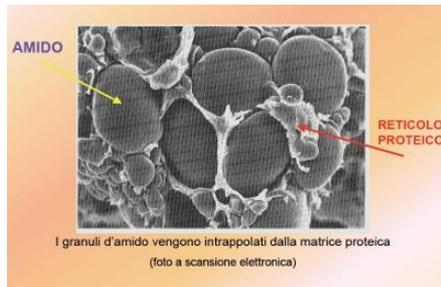
Si trova in gran quantità nei tessuti vegetali come tuberi, nei cereali e nei legumi in forma cristallina nei granuli di amido all'interno del citoplasma della cellula vegetale.

L'amido è costituito da amilosio (polimero lineare del glucosio) e amilopectina (polimero ramificato del glucosio). **Le ramificazioni presenti nell'amilopectina (ogni 10-20 residui) impediscono la formazione ad elica tipica dell'amilosio ma favoriscono la formazione di strutture ad albero** in cui su di uno scheletro formato prevalentemente da catene formate da circa **15 unità si innestano gruppi di catene più lunghe circa 40 unità**. Si suppone che l'amilopectina sia orientata radialmente nel granulo di amido con l'estremità riducente rivolta verso la parte interna del granulo



UTILIZZAZIONE DELL'AMIDO

Affinché l'amido presente nei granuli diventi digeribile è necessario che perda la sua struttura **semicristallina** e ordinata e passi ad una struttura disordinata, con le caratteristiche di un gel (**gelatinizzazione**).



Le **regioni amorfe** dei granuli di amido sono prevalentemente costituite da amilosio (polimero lineare del glucosio) e da parte delle catene di amilopectina (polimero ramificato del glucosio), mentre le **regioni cristalline** sono costituite dalle catene laterali dell'amilopectina, ordinate in direzione centro-periferia. La struttura complessiva del granulo vede una successione alternata di regioni amorfe e regioni cristalline concentriche.

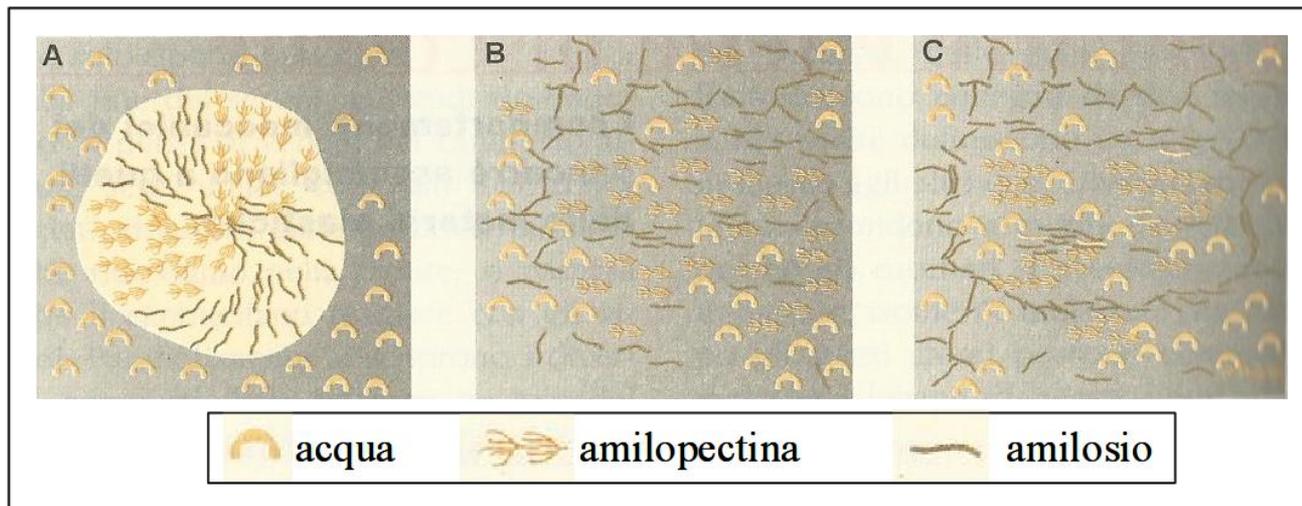
Il fenomeno della gelatinizzazione consiste nella disorganizzazione dei granuli d'amido in ambiente acquoso, a un'idonea temperatura, tra 50 e 70°C a seconda dell'origine vegetale dell'amido. Non si tratta, quindi, di una reazione chimica, ma di un processo fisico.

GELATINIZZAZIONE

Il processo di gelatinizzazione dell'amido a partire dai granuli d'amido è resa possibile grazie *al riscaldamento in ambiente acquoso*. In queste condizioni i granuli di amido, idratandosi progressivamente, si gonfiano, l'amido perde la sua struttura cristallina; l'amilopectina e l'amilosio entrano in soluzione formando legami con le molecole di acqua (**molecole solvate**). Il risultato si traduce in una diminuzione dell'acqua libera e con una viscosità più o meno consistente della sospensione. Tale fenomeno si può osservare quando si cuoce in acqua pasta, riso o farine e semole.

A seguito della gelatinizzazione le catene dell'amilosio e dell'amilopectina sono molto più esposte all'azione idrolitica degli enzimi digestivi rispetto che in un amido non gelatinizzato. Quindi questo processo è fondamentale per favorire e l'utilizzazione metabolica dell'amido contenuto negli alimenti.

La gelatinizzazione avviene perché, a caldo, le molecole di acqua dissolvono le molecole di amilosio e penetrano nei granuli di amido, disorganizzando i cristalli di amilopectina e facendo gonfiare notevolmente i granuli stessi. Durante questi movimenti i granuli si ammorbidiscono anche se si ostacolano reciprocamente, mentre la soluzione acquosa in cui sono dispersi diventa viscosa a causa della dissoluzione delle catene ingombranti di amilosio (per questo una salsa si addensa quando vi aggiungiamo un pò di farina e scaldiamo!). Raffreddando, la miscela forma una massa gelificata, perché le molecole di amilosio si associano localmente formando un reticolo tridimensionale che imprigiona l'acqua e i granuli di amido rigonfi.



Il rigonfiamento dell'amido (A), la sua gelificazione (B) e il suo indurimento (C)

• RETROGRADAZIONE

Il raffreddamento favorisce il ripristino della struttura ordinata con conseguente “**ricristallizzazione o retrogradazione**” dell’amido. Sebbene l’amido in realtà non riesca mai a tornare in una configurazione simile a quella iniziale, si forma una struttura intermedia rigida dovuta al riarrangiamento delle catene di amilosio e amilopectina ed esclusione di acqua. Un esempio di retrogradazione di amido si può osservare quando il pane diventa raffermo. L’amido retrogradato può essere nuovamente gelatinizzato sottoponendolo a calore.

.

I fattori di modifica dell'Indice Glicemico

La grande maggioranza dei glucidi abitualmente consumati dall'uomo sono glucidi complessi, composti essenzialmente da amido, e che appartengono quindi alla categoria degli alimenti amilacei, che si suddividono in quattro famiglie:

| Le diverse famiglie di amilacei | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------|
| Cereali | Tuberi | Leguminacee | Frutta |
| Grano tenero Grano duro Riso Mais Avena Orzo Segale Sorgo Miglio | Patata Patata dolce Manioca Igname Taro Tania | Fagioli Piselli Ceci Lenticchie Fave | Banane Mango Mele |

Tutti questi amidi, per essere assorbiti e passare nella circolazione sanguigna, devono essere trasformati in glucosio. Questo lavoro è realizzato dagli enzimi digestivi (in particolare le alfa-amilasi).

La digestione inizia in bocca con la masticazione e prosegue nell'intestino tenue, dopo aver transistato nello stomaco.

L'aumento della glicemia testimonia il livello di assorbimento del glucosio e, quindi, la digeribilità dell'amido.

L'indice glicemico rappresenta una misura indiretta delle caratteristiche di digeribilità e di assorbimento degli alimenti a base di amido che dipendono a sua volta dal contenuto di amilosio.

Il rapporto amilosio / amilopectina può essere molto diverso da una famiglia botanica all'altra, ma anche da una varietà all'altra all'interno di una stessa famiglia.

Gli amidi di cereali contengono in genere tra il 15 e il 28% di amilosio. Ma alcune varietà di mais ne contengono meno dell'1% (mais ceroso i cui estratti sono utilizzati nell'industria alimentare come ispessenti). Altre varietà di mais, invece, ne contengono dal 55 al 80%, ma sono poco coltivati dato che maggiore è la percentuale di amilosio, minore è il rendimento. Gli amidi dei tuberi (chiamati anche fecole), per esempio nel caso della patata, hanno un tenore di amilosio molto più basso (dal 17% al 22%). Per quanto riguarda gli amidi delle leguminose (lenticchie, fagioli secchi, ceci...), questi sono al contrario molto più ricchi di amilosio (dal 33 al 66%).

Occorre sapere che, più la proporzione di amilosio è bassa, maggiore è la gelatinizzazione, e viceversa.

Si è potuto dimostrare che più un amido si gelatinizza (per via della sua ridotta percentuale di amilosio) più è facilmente idrolizzabile dalle alfa-amilasi (enzimi digestivi dell'amido), maggiore è la sua propensione a trasformarsi in glucosio e più la glicemia ha, ovviamente, tendenza ad aumentare.

In altri termini se un amido contiene una piccola percentuale di amilosio, il suo [index glycémique](#) sarà più alto. Al contrario, con una maggiore presenza di amilosio la gelatinizzazione sarà inferiore, così come la trasformazione in glucosio, e l'[indice glicemico](#) sarà più basso.

In questo modo si può facilmente desumere perchè la patata, che presenta una bassissima percentuale di amilosio, ha invece un [indice glicemico](#) alto. Le lenticchie, invece, con una percentuale di amilosio più alta, hanno un [indice glicemico](#) molto basso.

Le variazioni dell'indice glicemico

L'[indice glicemico](#) di un alimento amidaceo è funzione di diversi parametri:

Il rapporto amilosio-amilopectina

Idratazione e calore

L'idratazione e il calore aumentano l'[indice glicemico](#) di un alimento. La carota, per esempio, ha un [indice glicemico](#) pari a 20 quando è cruda. Non appena la si fa bollire in acqua, il suo indice glicemico sale a 50, per via della gelatinizzazione del suo amido.

Alcuni processi industriali aumentano al massimo la gelatinizzazione. Ciò accade per esempio nella produzione dei fiocchi (purea di patate istantanea) o dei cornflake, ma anche dei leganti quali gli amidi modificati e gli amidi destrinizzati.

La «pastificazione» riduce l'indice glicemico

Esiste d'altra parte un processo tecnico naturale che tende a frenare l'idratazione dell'amido. È quanto accade con la «pastificazione» del grano duro. L'estrusione della pasta attraverso una filiera porta a un riscaldamento che si traduce con la costituzione di una pellicola protettiva, che contribuisce a rallentare la gelatinizzazione degli amidi durante la cottura.

Il contenuto di proteine e di fibre

Per alcuni glucidi, il contenuto naturale di proteine può essere all'origine di una minima idrolizzazione (digestione) degli amidi, e di conseguenza di una riduzione dell'[indice glicemico](#).

Ciò accade in particolare nella famiglia dei cereali.

Il fenomeno è particolarmente evidente nel caso della pasta alimentare. La presenza di glutine rallenta, infatti, l'azione delle amilasi digestive e ciò limita allo stesso modo l'assorbimento di glucosio

Il grado di maturazione e di invecchiamento

I frutti amilacei aumentano il loro [indice glicemico](#) in funzione del loro grado di maturazione. Il fenomeno è particolarmente vero per la banana (molto meno per la mela). Una banana acerba (verde) avrà un [indice glicemico](#) piuttosto basso (circa 40), mentre al termine della sua maturazione l'indice sarà molto più alto (65), per via della trasformazione del suo amido che, via via che il frutto matura, diventa sempre meno resistente. La cottura della banana verde dà origine allo stesso fenomeno.

La dimensione delle particelle

Quando un amilaceo è macinato, più le particelle di amido sono sottili, più l'idrolizzazione delle molecole di amido è favorita, il che comporta come conseguenza l'aumento dell'[indice glicemico](#).

Ciò è vero soprattutto per i cereali quando sono ridotti in farina.

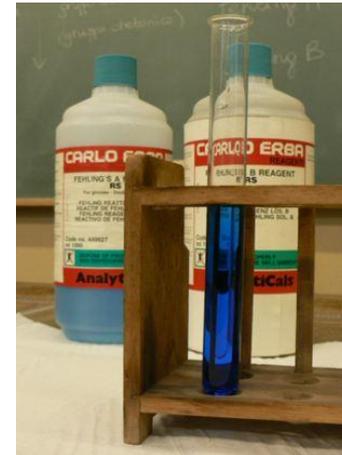
La farina di riso ha così un IG maggiore del riso originario.

Determinazione del contenuto di zuccheri

- È possibile riconoscere la presenza di zuccheri semplici o complessi negli alimenti.
- La presenza di zuccheri semplici viene rilevata trattando l'alimento con il **reattivo di fehling**.
- La presenza di amido viene invece evidenziata con il **reattivo di lugol**.

Zuccheri semplici e reattivo di Fehling

- Si preleva una punta di spatola di glucosio, la si introduce in una provetta e la si porta in soluzione con acqua distillata (soluzione incolore).
- Si prepara il reattivo di Fehling, unendo in una provetta simili quantità di Fehling A (soluzione azzurra) e Fehling B (incolore); il reattivo così ottenuto presenta colorazione blu intenso



reattivo di Fehling A: soluzione di solfato rameico pentaidrato **CuSO₄ · 5 H₂O**)
reattivo di Fehling B: soluzione di tartrato sodico-potassico e idrossido di potassio **KOH**



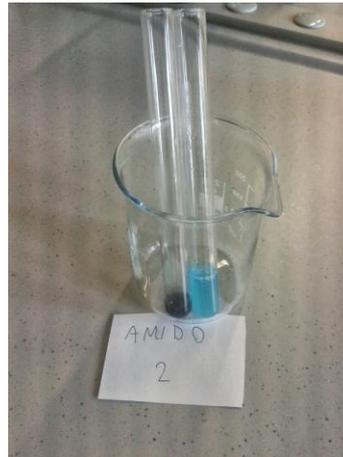
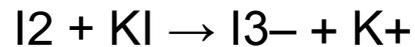
La reazione sfrutta il potere riducente del gruppo aldeidico presente nel glucosio (si avrebbe un fenomeno analogo con uno zucchero chetonico, per esempio il fruttosio).

In questo caso il rame **Cu²⁺** presente nella soluzione di solfato rameico pentaidrato (azzurro) è stato ridotto a rame **Cu⁺** (rossastro); precipita ossido rameoso (**Cu₂O**) rosso.

La reazione avviene in ambiente basico (infatti nel Fehling B è presente KOH)

AMIDO e reattivo di LUGOL

- Il reattivo è una soluzione acquosa iodo-iodurata di colore marrone chiaro, inodore in cui sono presenti ioni I_3^- .



L'amido è formato di due specie molecolari, l'amilosio e l'amilopectina. Lo ione I_3^- tende a complessarsi con l'amilosio, legandosi alla parte interna della catena elicoidale dello stesso. Il complesso risultante assorbe la luce, producendo una decisa colorazione verso il blu scuro tipo gli abissi

Parametri da valutare nell'analisi degli sfarinati di frumento

La produzione e commercializzazione degli sfarinati è regolata dal D.P.R. n° 187 del 9 febbraio 2001.

Nell'analisi degli sfarinati vanno essenzialmente valutati parametri che servono per la classificazione merceologica delle farine di frumento (umidità, ceneri, tenore proteico).

Altri parametri valutabili si riferiscono alle proprietà reologiche delle farine dalle quali dipende il comportamento, durante la lavorazione meccanica, degli impasti ottenuti con esse.

Caratteristiche di legge degli sfarinati di grano commercializzati in Italia

(legge n. 580, 4 luglio 1967 e successive modifiche, ultima revisione febbraio 2001)

Farina

E' denominato “**farina di grano tenero**” o semplicemente “**farina**” il prodotto ottenuto dalla macinazione e conseguente abburattamento del grano tenero liberato dalle sostanze estranee e dalle impurità.

E' denominato “**farina integrale di grano tenero**” il prodotto ottenuto direttamente dalla macinazione del grano tenero liberato dalle sostanze estranee e dalle impurità.

Le farine di grano tenero possono essere prodotte solo nei tipi “00”, “0”, “1”, “2” e “integrale” e devono presentare le seguenti caratteristiche:

| TIPO e Denominazione | Umidità massima % | % su sostanza secca | | |
|----------------------|-----------------------------|---------------------|------|-----------------------|
| | | Ceneri | | Proteine (N x 5.7) |
| | | min | max. | min. |
| Farina 00 | 14.50 | - | 0.55 | 9.0 |
| Farina 0 | 14.50 | - | 0.65 | 11.0 |
| Farina 1 | 14.50 | - | 0.80 | 12.0 |
| Farina 2 | 14.50 | - | 0.95 | 12.0 |
| Farina integrale | 14.50 | 1.30 | 1.70 | 12.0 |

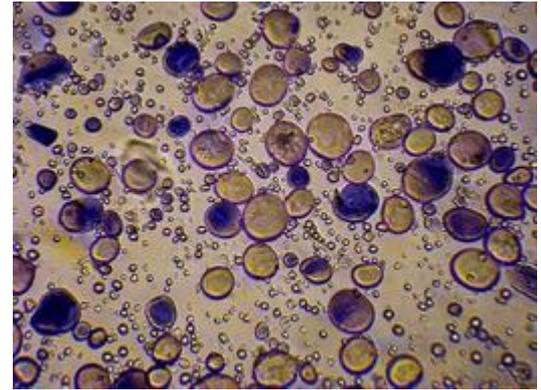
Parametri per la classificazione merceologica

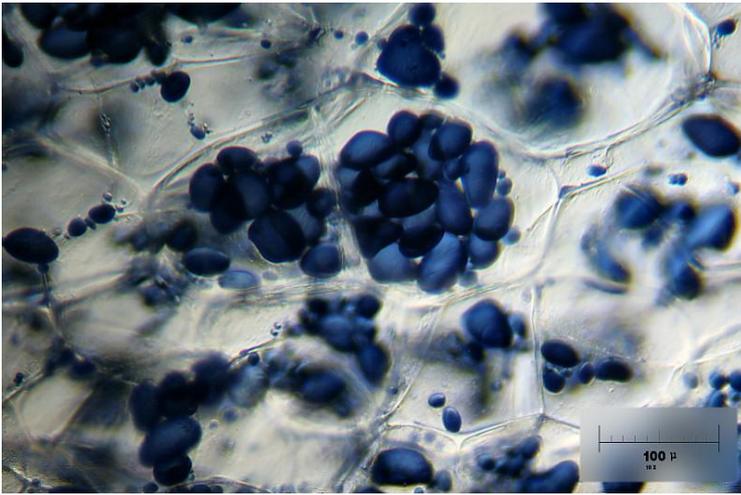
Esame microscopico

Questa analisi viene effettuata per individuare l'eventuale aggiunta alla farina di frumento di farine di altri cereali, di leguminose o di patate.

L'analisi è condotta osservando al microscopio le caratteristiche morfologiche dei granuli di amido che sono differenti in funzione della provenienza delle farine.

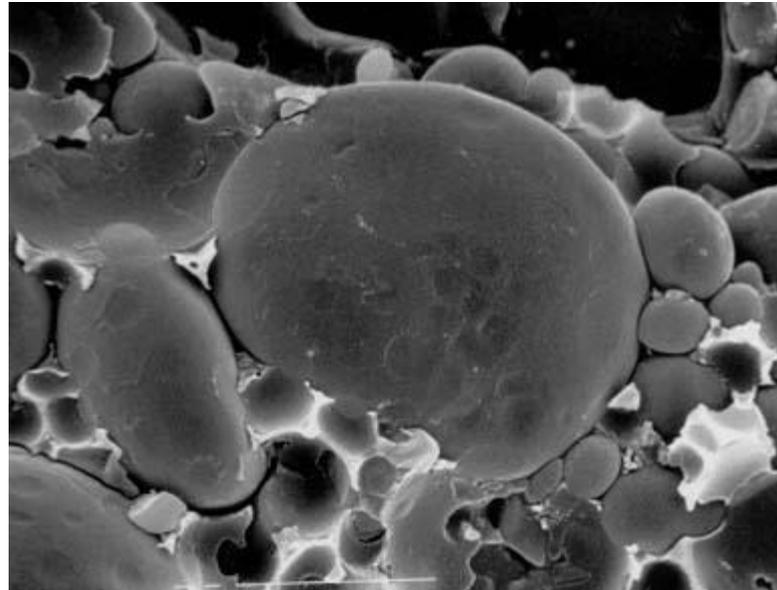
Per l'esecuzione dell'analisi 2 g di farina vanno addizionati con 30 mL di acqua distillata. Dopo 5' si recupera la frazione liquida lattiginosa e la si lascia decantare. Il sedimento così ottenuto viene, poi, analizzato al microscopio





Amido di patata

Amido di frumento



Determinazione dell'umidità

Il contenuto di umidità di una farina varia con la temperatura e l'umidità esterne e il quantitativo di acqua adoperato nel lavaggio e condizionamento del grano in fase di molitura.

Il tenore di umidità massimo tollerato per legge è di 14.5 %.

L'analisi viene eseguita riscaldando 10 g di farina a 100°-105°C in stufa.

A peso costante (la differenza tra due pesate non deve essere superiore a 1 mg), la differenza di peso prima e dopo il riscaldamento, riferita a 100 g di farina, rappresenta la % di umidità.

$$\% \text{ umidità} = (M - m) \times 100 / M$$

M = peso campione prima dell'evaporazione

m = peso campione dopo l'evaporazione

Determinazione delle ceneri

Il quantitativo di ceneri in una farina dipende dal tasso di abburattamento. Esso può variare tra 0.50 % e 0.95 % e può raggiungere il 2% nelle farine integrali

Le ceneri sono costituite prevalentemente da P_2O_5 (50 %) e K_2O (35 %)

Il saggio per determinare le ceneri viene eseguito riscaldando un campione pesato di farina (5 – 10 g), posto in capsula di platino, a 550 – 590 °C in muffola.

Il peso delle ceneri viene riferito a 100 g di sostanza secca

Determinazione dell'acidità

L'acidità si determina per valutare il grado di freschezza e lo stato di conservazione di una farina.

Per l'analisi si opera su 4 g di farina trattati con una soluzione acqua – etanolo. Trascorse 3 ore si determina l'acidità su 50 mL di filtrato mediante titolazione con NaOH in presenza di fenolftaleina.

Con questo metodo il grado di acidità esprime i ml di base 1 N necessari a neutralizzare 100 g di sfarinato secco.

Il campione può essere anche preparato mediante estrazione con etere (si determina anche l'acidità dovuta alla frazione lipidica) o per sospensione in acqua distillata

un pH acido della farina è indice della presenza di batteri o funghi, che provocano l'idrolisi dell'amido a glucosio e la sua successiva fermentazione ad acido lattico, butirrico, propionico o acetico!!



Determinazione del contenuto di fibra

Tale analisi ha lo scopo di valutare il grado di abburattamento di una farina e si basa sul fatto che la cellulosa non subisce l'attacco di enzimi idrolizzanti che invece degradano gli altri costituenti della farina consentendo il loro allontanamento mediante ripetuti lavaggi.

Un campione di farina viene enzimaticamente digerito in presenza di α -amilasi, stabile al calore, proteasi ed amiloglucosidasi, per rimuovere le proteine e l'amido; si precipita con etanolo. Il peso del residuo dopo filtrazione, da cui va detratta la quantità di ceneri e proteine rimanenti, rappresenta il peso della fibra totale presente nel campione

AMIDO COME MATERIALE BIO- ECO COMPATIBILE

- Strategie per sviluppare materiali suscettibili di biodegradazione

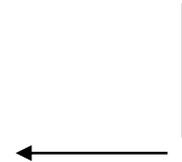
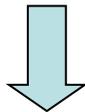
Miscele polimeriche

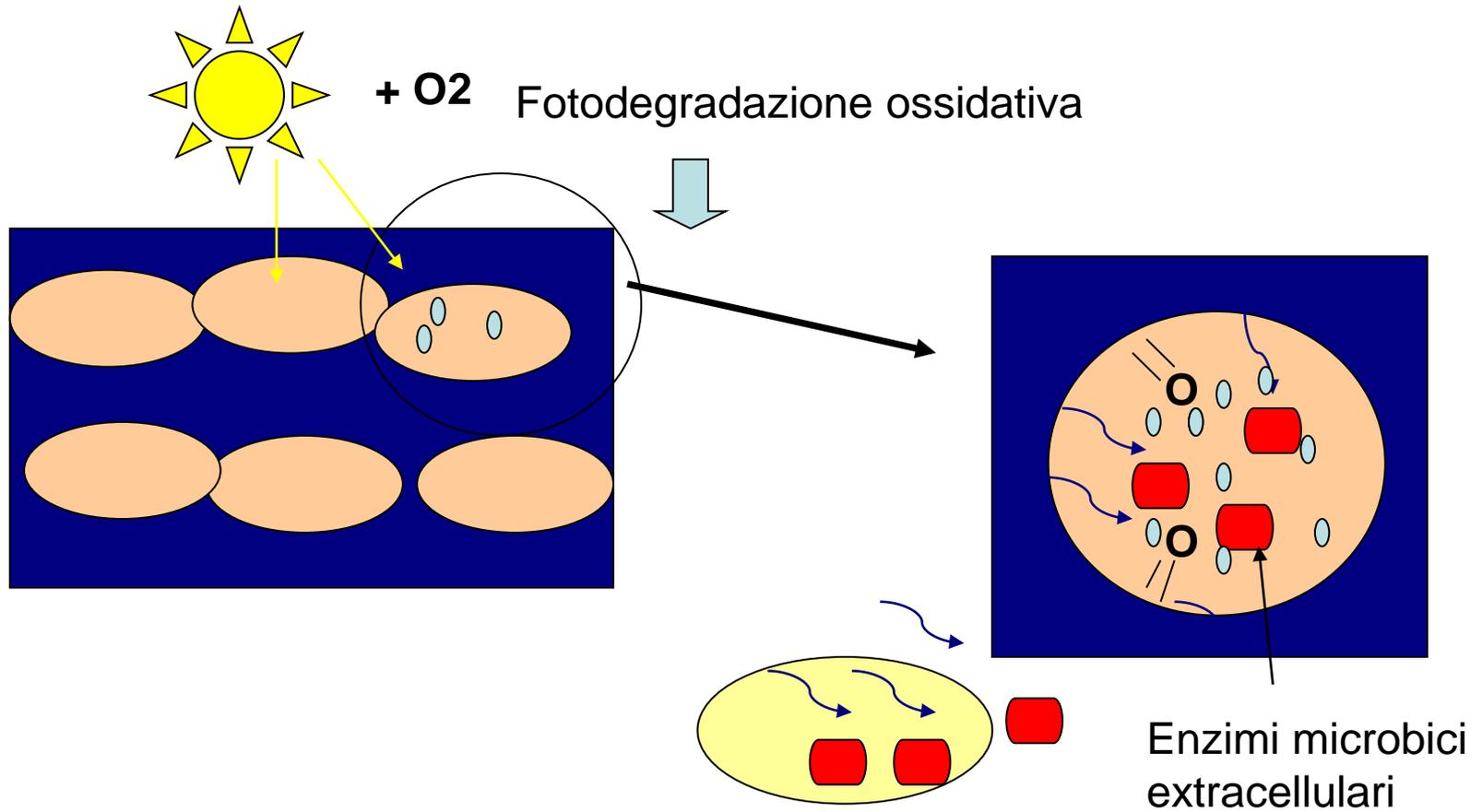
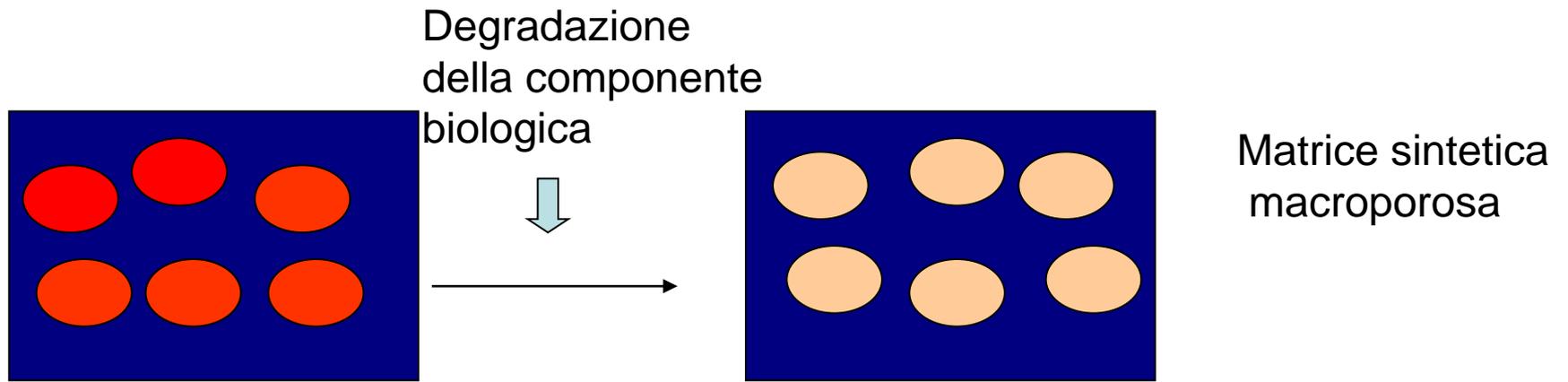
- Una tecnica utilizzata per rendere biodegradabile una plastica consiste nel caricare il polimero sintetico con sostanze naturali (amido, cellulosa) sicuramente biodegradabili. Si tratta di miscele polimeriche bioartificiali dove la componente sintetica garantisce proprietà chimico, fisiche e meccaniche adeguate mentre il componente biologico garantisce la biodegradabilità del materiale risultante.

- Una volta nel terreno il componente biologico verrebbe degradato creando una matrice sintetica microporosa e di superficie specifica molto più grande
- più facilmente fotossidabile →

Catene più corte
Terminali idrofilici
- più igroscopica →

Morfologicamente
chimicamente
- più facilmente attaccabile dagli enzimi demolitori





Studio dei sistemi biodegradabili

Materiali impiegati

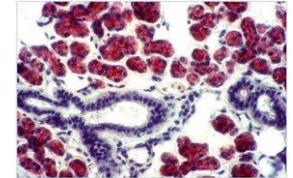
Polimeri sintetici:

- Copolimero etilene-vinil alcool (EVAL)
-



Componenti Naturali:

- Enzima α -amilasi
 - Capacità di disgregare l'amido riducendolo a maltosio.
 - Tra i più stabili
- Amido
 - Naturale conseguenza della scelta precedente.

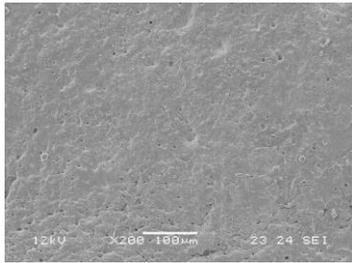


Preparazione delle spugne

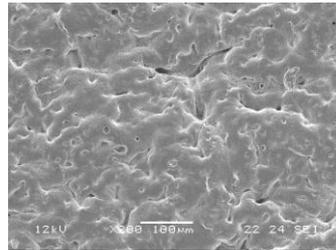
Solubilizzazione, miscelamento, congelamento, inversione e liofilizzazione

Analisi dell'attività enzimatica

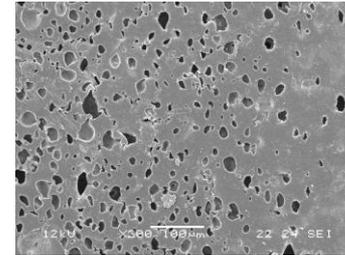
Micrografie dell'attività enzimatica



0 ore

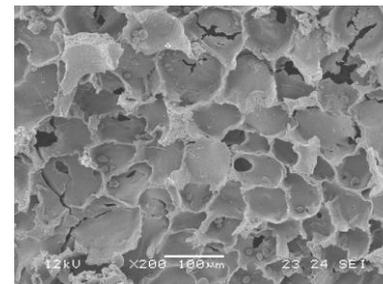
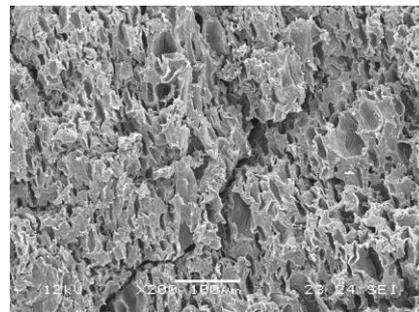
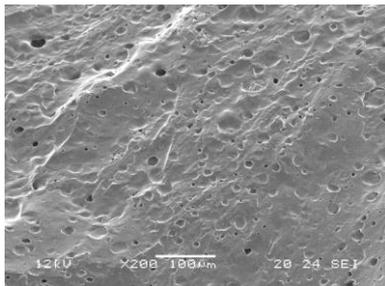


15 ore



45 ore

superficie



sezione

Amidi modificati: sono sostanze modificate **chimicamente o fisicamente**.

L'amido, infatti, non tollera tutti i processi di lavorazione tipici dell'industria e per questo motivo viene modificato, ossia si interviene in modo mirato sulle sue proprietà in maniera tale da migliorarne **l'attivazione a freddo**, **la resistenza alla cottura**, la sterilizzazione, **la stabilità rispetto agli acidi**, alle condizioni climatiche.

Queste modifiche non hanno nulla a che vedere con la tecnologia genetica, quindi non rientrano nella categoria OGM (organismi geneticamente modificati).

Gli amidi modificati si impiegano in numerosi prodotti come gelificanti ed addensanti, per esempio nei dessert a base di latte (yogurt) e in salse (es. ketchup). Agiscono soprattutto sulla consistenza del prodotto.

L'amido modificato è un prodotto molto utilizzato dall'industria alimentare, come addensante, stabilizzante, gelificante, emulsionante

L'amido modificato viene prodotto essenzialmente in tre modi:

-tramite processi chimici: tipicamente tramite aggiunta di gruppi acetato, idrossipropilato, adipato, per eterificazione o esterificazione, oppure tramite trattamento con acidi o basi, o ancora per sbiancamento con perossido di idrogeno;

-tramite processi fisici, ad esempio con trattamento ad alta temperatura in ambiente acquoso, per **pre-gelatinizzare** l'amido;

-tramite processi enzimatici, per produrre maltodestrine e destrine.

Gli amidi modificati sono additivi alimentari, e quindi vengono indicati con la lettera E, seguita da un numero, anche se questi additivi, negli alimenti nei quali vengono utilizzati, sono quasi sempre riportati con il loro nome, probabilmente perché non evocativo di un prodotto non genuino.

Ecco gli amidi modificati più utilizzati: E1400 (destrine), E1402, E1403 (amido sbiancato), E1404 (amido ossidato), E1405 (maltodestrina e ciclodestrina), E1410, E1412, E1413, E1420, E1440, E1442, E1450, E1451.

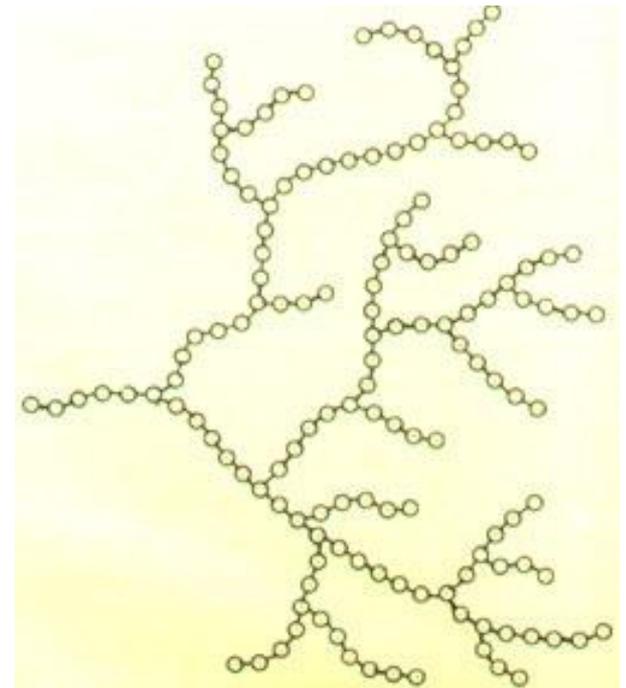
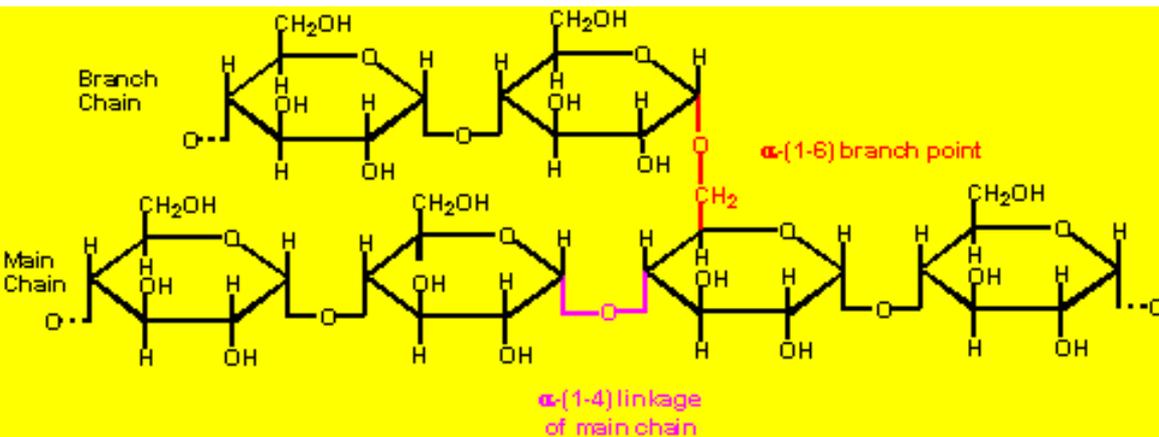
L'amido pregelatinizzato è utilizzato nei preparati per dolci al cucchiaio istantanei: in questi prodotti è sufficiente aggiungere acqua fredda (o latte) al preparato in polvere per ottenere un composto denso e cremoso, mentre con l'amido nativo occorrerebbe il riscaldamento.

L'amido modificato viene utilizzato in moltissimi prodotti light, per sopperire alla ridotta quantità di nutrienti (soprattutto di grassi), che vengono sostituiti "fisicamente" dall'amido gelatinizzato, che apporta sì calorie, ma occupa molto spazio a parità di calorie.

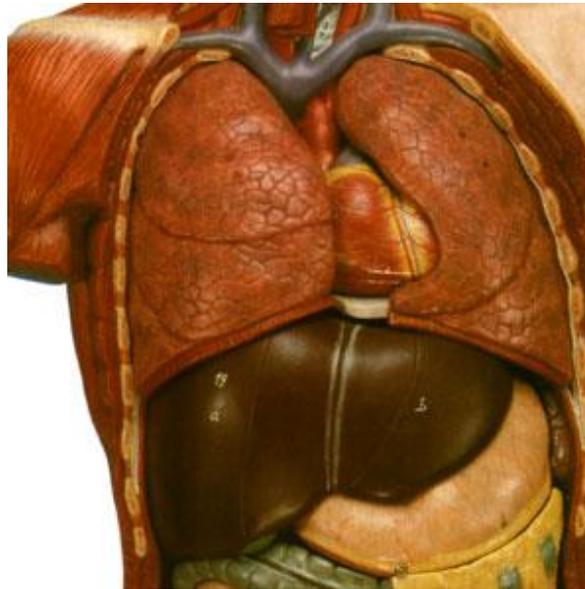
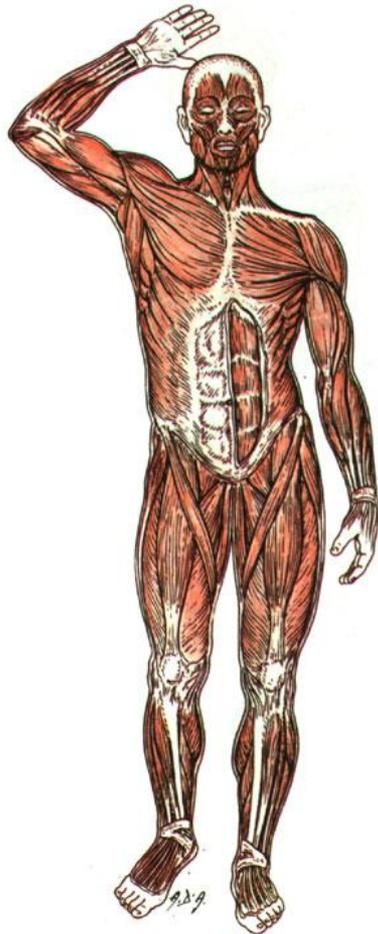
Gli amidi modificati trovano utilizzo anche nei prodotti non alimentari, per esempio nell'industria degli adesivi, nell'industria tessile, in quella cartiera e in quella farmaceutica, per produrre le capsule che contengono i medicinali.

GLICOGENO COME RISERVA DI DIFESA NEGLI ANIMALI

GLICOGENO: polisaccaride
composto da lunghissime catene
ramificate, formate da molecole di
glucosio;



- Il glicogeno è il principale polisaccaride di riserva degli animali, si accumula nei muscoli e nel fegato



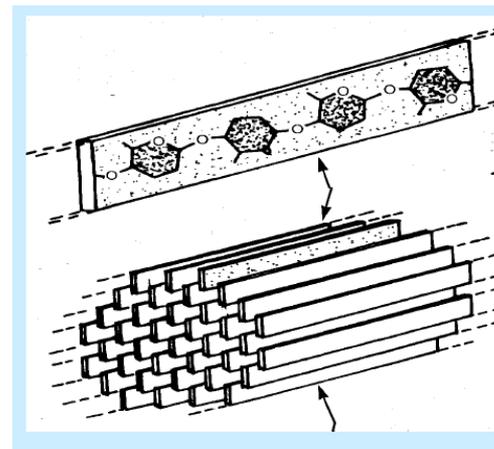
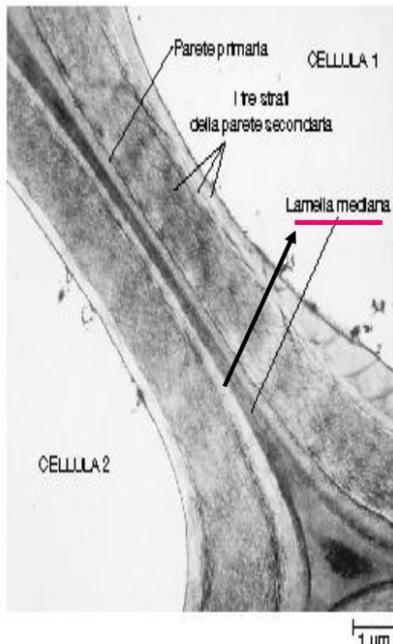
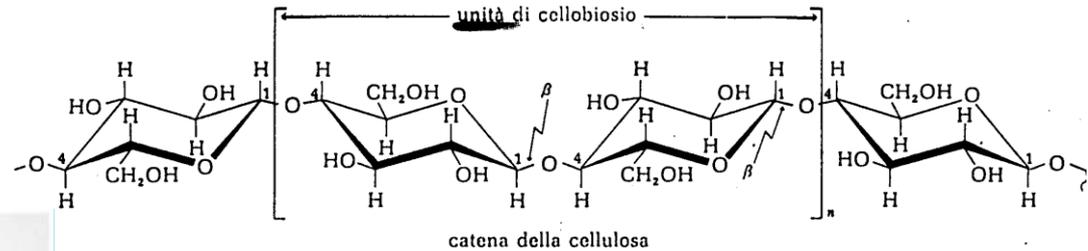
I sistemi di riserva possono presentarsi in forme diverse ma ubbidiscono tutti al principio generale di salvaguardare gli organismi dalla improvvisa mancanza di carburante fondamentale: il

GLUCOSIO

Qualora l'organismo richieda Glucosio, nel fegato, attraverso una serie di reazioni chimiche, il Glicogeno viene scisso in Glucosio che, messo in circolo nel sangue, viene utilizzato sottoforma di energia

Cellulosa

è un polisaccaride costituito da molecole di β -D-glucosio, unite mediante legami $\beta(1-4)$, presente in quantità apprezzabili nelle piante e nei fiocchi di cotone (che possono essere costituiti fino al 95% di cellulosa pura).



La cellulosa è il componente principale delle cellule delle piante e costituisce circa il 50% in peso del legno e delle radici, mentre il restante 50% è costituito da emicellulose e lignina.

L'uomo non possiede nel corredo enzimatico del sistema digestivo gli enzimi in grado di scindere il legame β -glicosidico, mentre possiedono quelli in grado di idrolizzare il legame α -glicosidico dell'amido. Per questo motivo la cellulosa non è utilizzabile come alimento, ma solamente come fibra.

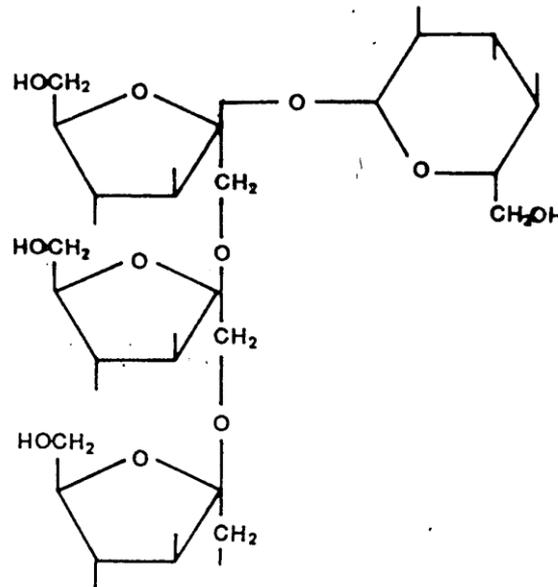
Molti microrganismi contengono gli enzimi in grado di idrolizzare la cellulosa (cellulasi) Ciò consente ad esempio ai ruminanti di nutrirsi della cellulosa presente nelle piante ingerite a seguito della presenza nel rumine di batteri e protozoi in grado di produrre gli enzimi necessari all'idrolisi della cellulosa.

- Altri polissaccaridi interessanti

Inulina

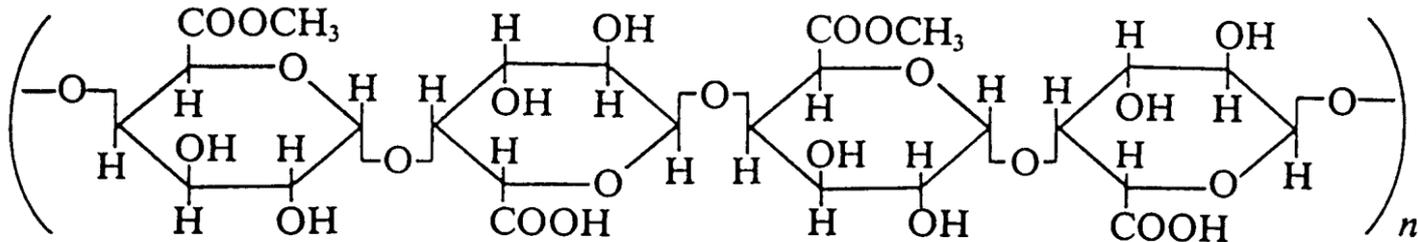
È la riserva glucidica di alcuni vegetali che non sono in grado di accumulare l'amido, come la dalia, la patata dolce, etc.

è un polisaccaride, non ramificato, costituito da molecole di β -D-fruttosio, unite mediante legami $\beta(2\rightarrow1)$, con la presenza di una molecola di glucosio all'inizio e al termine della catena



Pectine

sono polisaccaridi costituiti da alcune centinaia di molecole di acido galatturonico con legame $\alpha(1\rightarrow4)$ variamente esterificato con alcool metilico,.



Si trovano in natura combinate con la cellulosa negli spazi intercellulari dei tessuti vegetali. Molti tipi di frutta e verdura come mele, pere, carote, patate, ecc., devono la loro consistenza proprio alla presenza di questi polisaccaridi.

Le pectine sono estratte dalle bucce delle arance, che ne contengono in media il 3% (della buccia fresca), e dalla polpa di mela spremuta.

Le pectine fanno parte della frazione “gel forming” della fibra e devono le loro proprietà gelificanti alla presenza dei gruppi metossilici

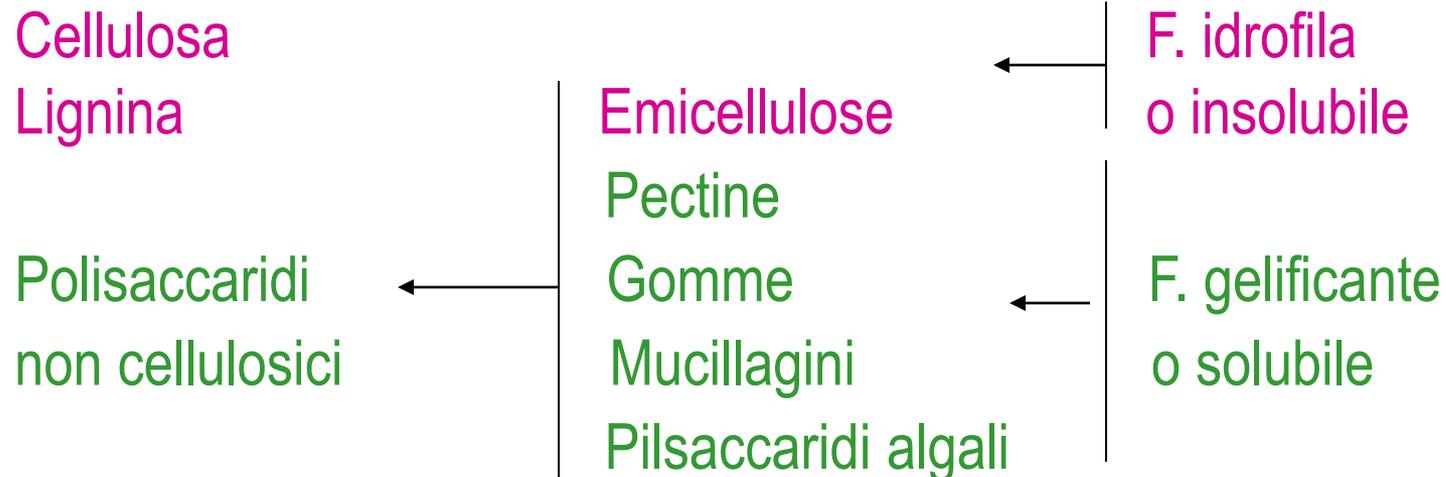
Le pectine altamente metossilate, con circa il 70% di acido galatturonico esterificato, vengono usate in commercio come tali per la preparazione di marmellate e gelatine altamente zuccherose.

Le pectine scarsamente metossilate, (grado di esterificazione 30% circa) che gelificano in presenza di ioni Ca^{++} ed in assenza di saccarosio od altri soluti, si usano sempre più per la preparazione di gelatine a basso contenuto calorico.

Fibra alimentare o dietetica

si definisce la frazione degli alimenti vegetali, che costituisce la parete cellulare delle piante, priva di interesse nutrizionale.

La fibra alimentare è costituita di:



La fibra alimentare è un importante componente della dieta umana e, pur non potendosi considerare un nutriente, esercita effetti di tipo funzionale e metabolico (**migliora la funzionalità intestinale**).

Il fabbisogno giornaliero stabilito dai LARN è di 30 g/die,

AZIONI DELLA FIBRA A LIVELLO GASTRICO

- **Aumento del volume del bolo**
- **Si raggiunge più rapidamente il senso di sazietà**
- **Contenuto gastrico più viscoso: rallenta lo svuotamento dello stomaco e quindi anche la digestione e l'assorbimento dei nutrienti**
- **Curva glicemica post prandiale abbassata**

AZIONI DELLA FIBRA A LIVELLO INTESTINALE

Rende il contenuto intestinale abbondante e morbido

Accelera il transito intestinale

Interagisce con i meccanismi di digestione e assorbimento dei nutrienti:

- 1. sequestrando acqua rallenta le reazioni di idrolisi**
- 2. formando gel rallenta l'incontro enzima substrato**
- 3. diminuendo il tempo di permanenza rende l'assorbimento meno rapido e completo**

Sequestra cationi Zn, Fe, Mg, Ca.

Ha un'azione disintossicante ed anticancerogena