

Polisaccaridi non amidacei (NSP)

Fibra solubile:

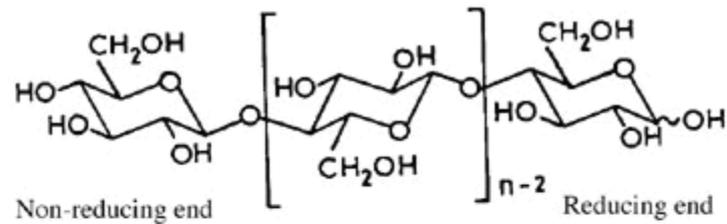
- pentosani
- β -glucani
- gomme

Fibra insolubile:

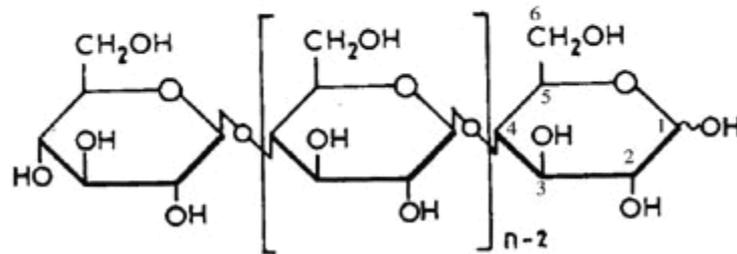
- cellulosa
- emicellulosa
- pentosani
- lignina
- pectine

Cellulosa

- Polimero lineare costituito da molecole di glucosio legate da legami β 1,4 glucosidici
- Struttura cristallina, non idrolizzabile



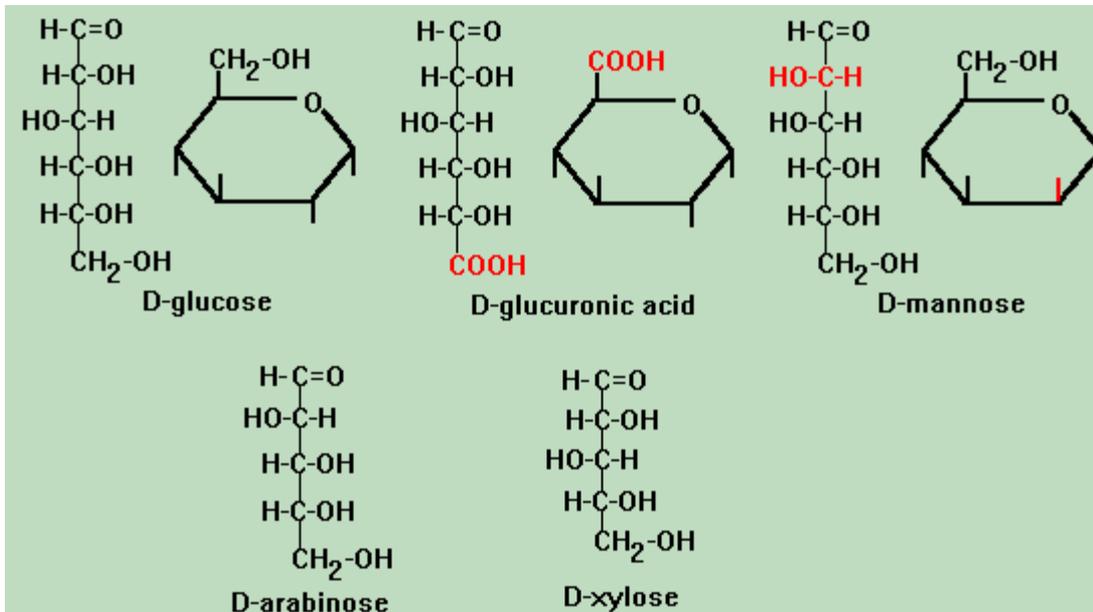
Sometimes shown as



Cellulose

Eemicellulosa

- Termine applicabile ad una larga varietà di polimeri
- Costituita da diversi tipi di monomeri:



- A differenza della cellulosa è amorfa e idrolizzabile
- Eemicellulosa e pectina sono legate alla cellulosa con legami intermolecolari e vanno a formare la fibra insolubile

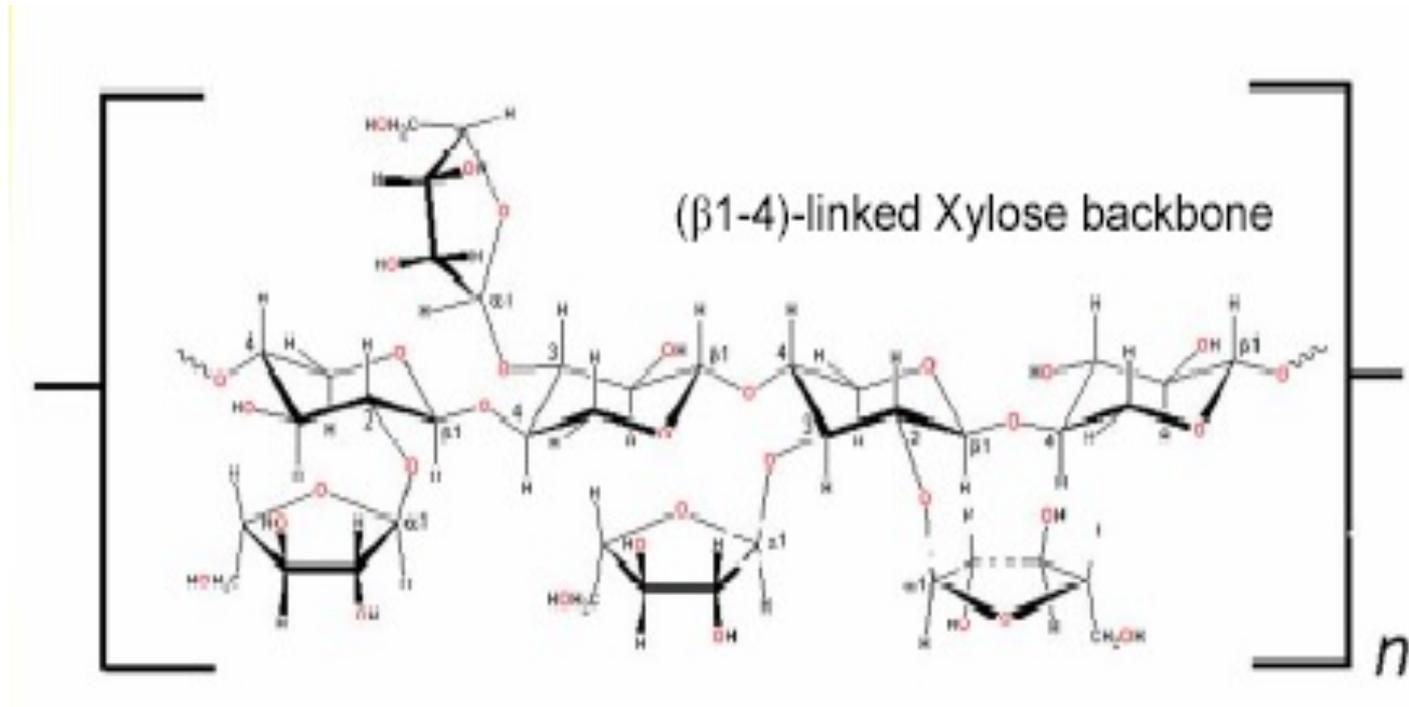
Emicellulosa

L' emicellulosa include:

- xilani (polimeri dello xilosio legato da legami β 1,4 glucosidici)
- glucuronoxilani (ramificati con ac. glucuronico)
- arabinoxilani (ramificati con arabinosio)
- glucomannani (polimeri del mannosio ramificati con glucosio)
- xiloglucani (polimeri del glucosio ramificati con xilosio)

Arabinoxilano : è il pentosano più rappresentativo del frumento

Arabinoxilano



Costituito da uno scheletro di xilosio ramificato in posizione 2 o 3 con un pentoso: arabinosio

Mw: 22.000 – 5.000.000

Pentosani

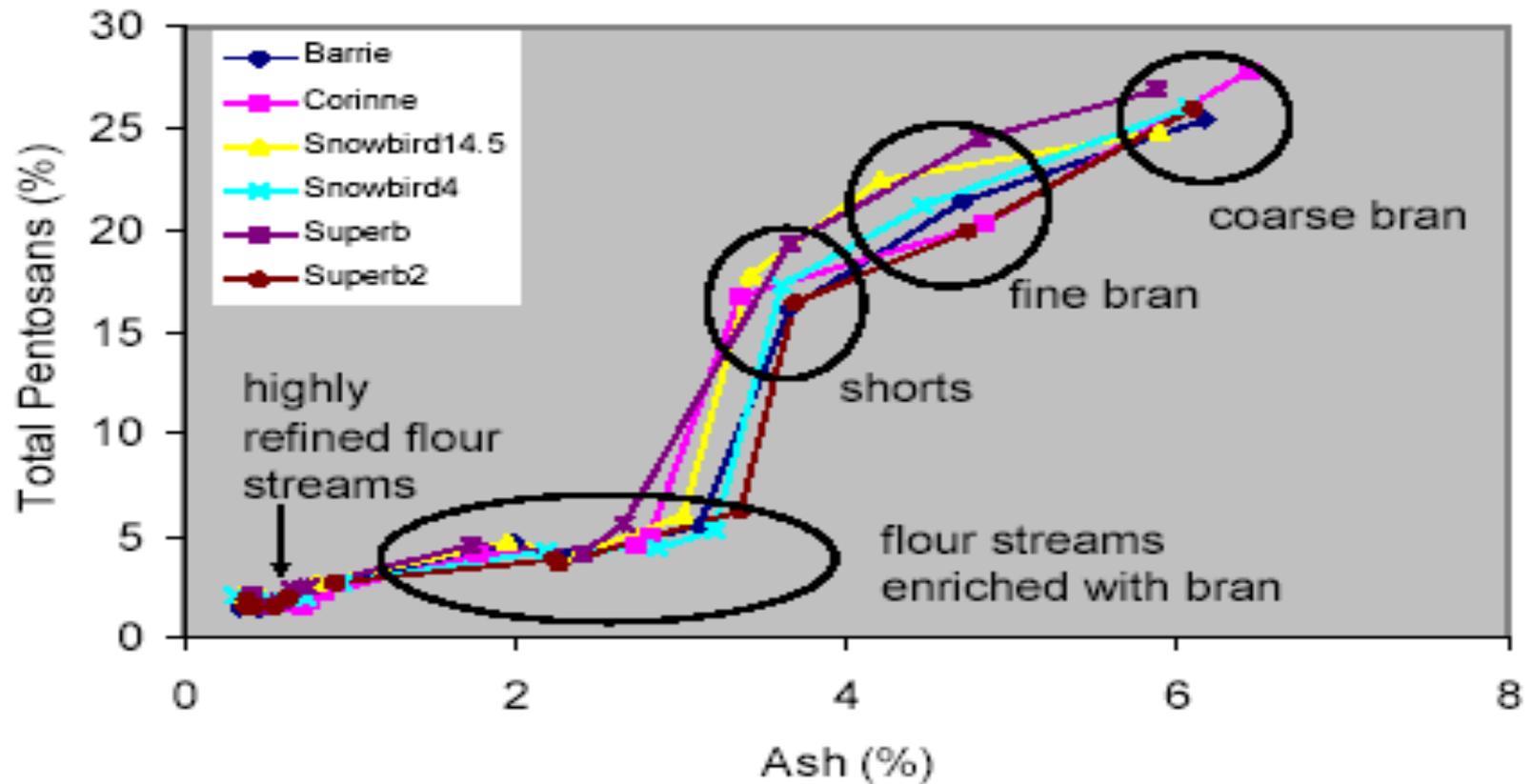
Si dividono in:

- Solubili (25 %)
- Non solubili (75 %)

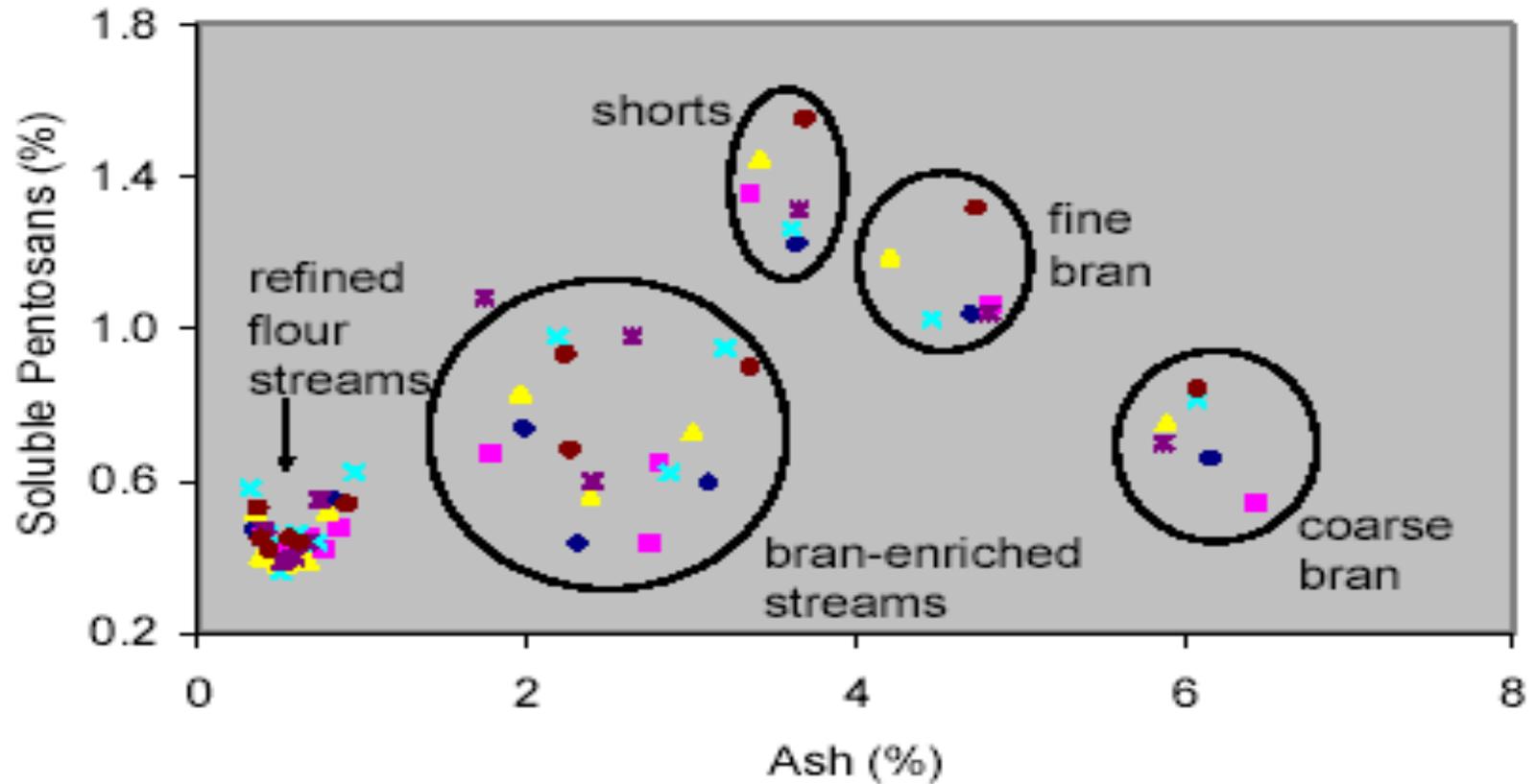
A seconda del peso molecolare

Lo scheletro di xilosio è insolubile ma diventa tanto più solubile quanto maggiore è la percentuale di arabinosio

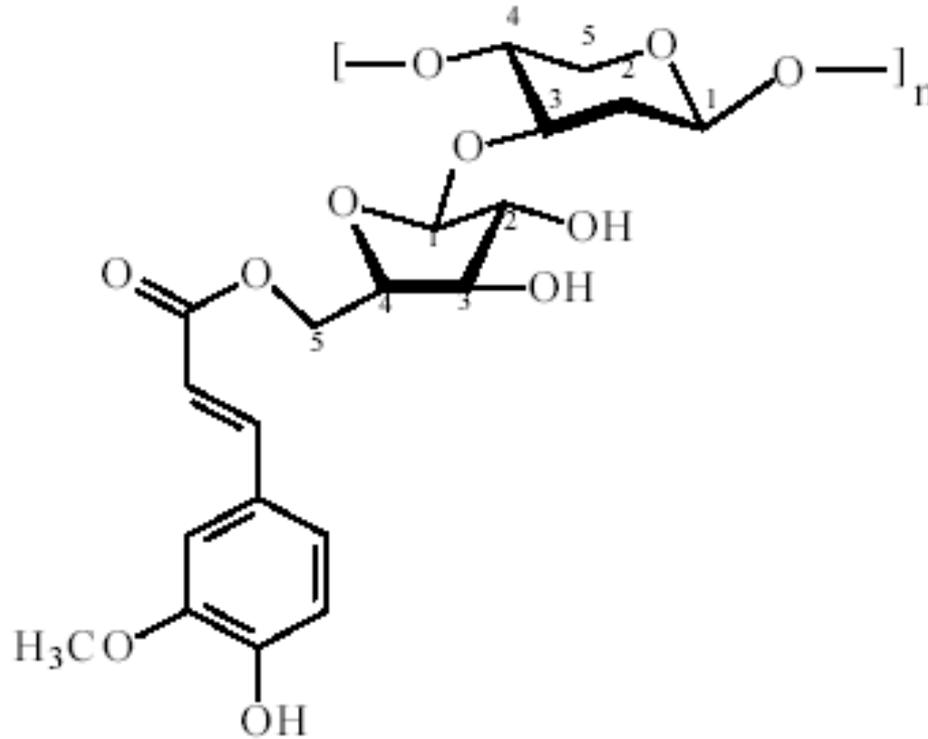
Distribuzione dei pentosani



Distribuzione dei pentosani solubili



Arabinosio può essere esterificato con acido ferulico



acido ferulico è concentrato nelle pareti cellulari dello strato esterno

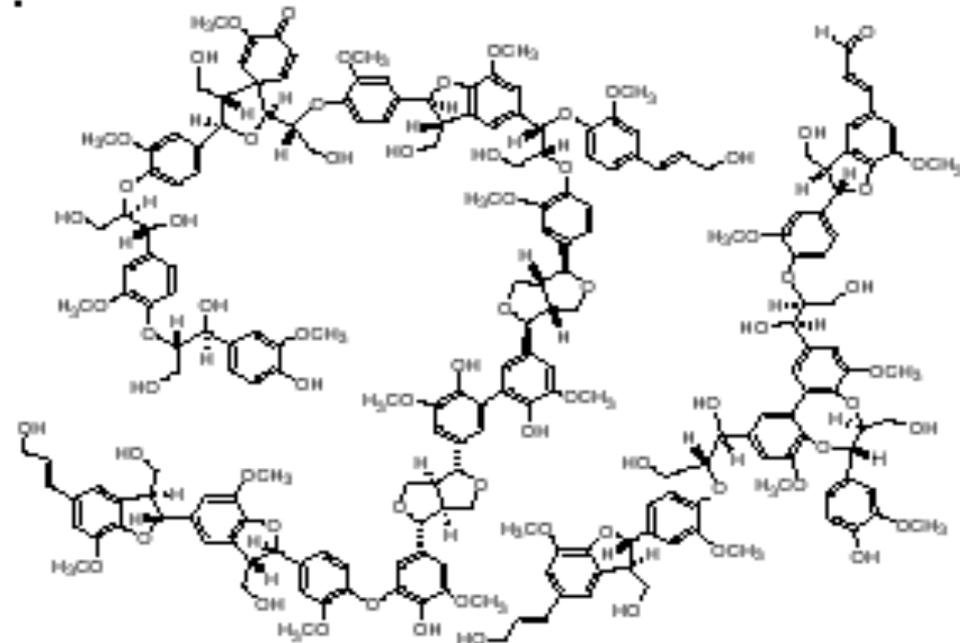
Lignina

Polimero costituito dalla polimerizzazione di derivati dell'alcol cinnamico, queste unità danno luogo ad una complessa struttura reticolare rigida ancora non definita

Alcol cinnamico



Ipotesi di struttura della lignina [delle conifere]



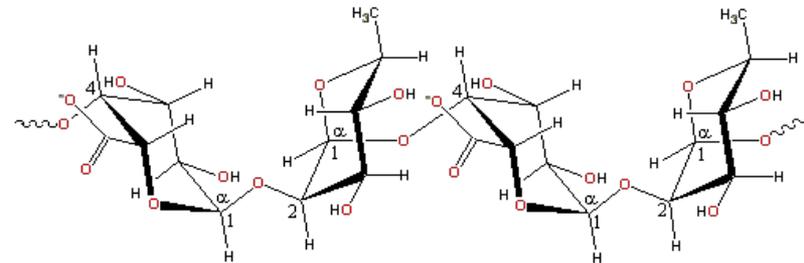
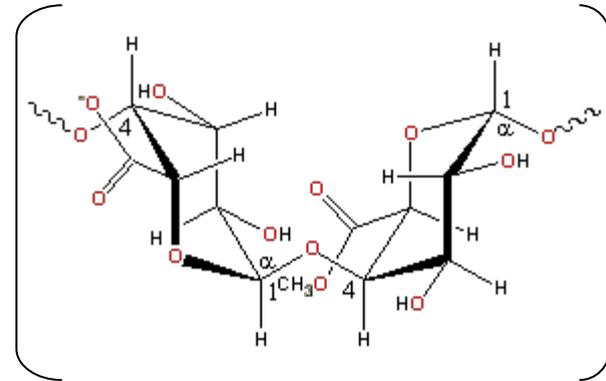
Pectina

Polimero costituito da
molecole di acido

D-galatturonico legate con
legame α -1,4 glucosidico

Le catene possono essere
intervallate da

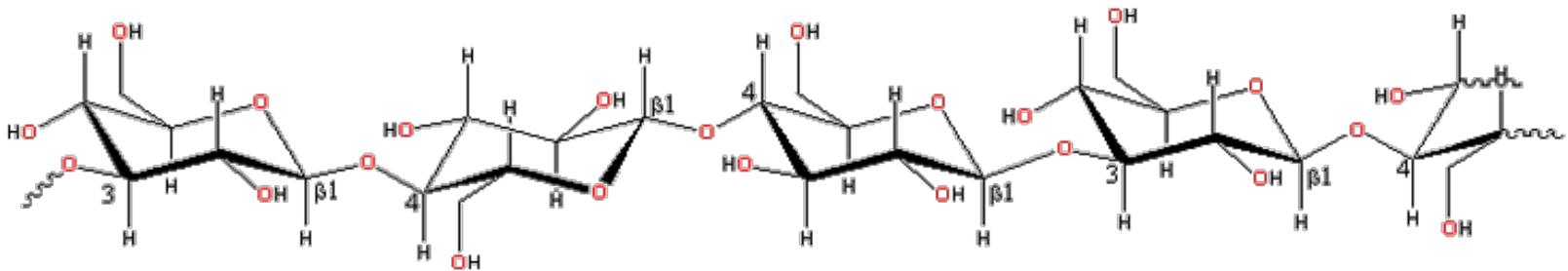
L-ramnosio alternando
legami α -1,2 ramnosidici a
legami α -1,4 glucosidici



Le pectine possono essere più o meno metilate

β -Glucani

Composti solo da glucosio, alternano unità con legami α -1,4 glucosidici a unità con legami α -1,3 glucosidici



Fibra solubile

Arabinosilani e β -glucani sono concentrati nello strato aleuronico ma sono presenti anche nell'endosperma farinoso.

In alcuni casi sono considerati contaminanti delle farine.

I pentosani solubili sebbene presenti in basse concentrazioni possono influire sulle caratteristiche reologiche e dell'impasto e sulla qualità del prodotto finale grazie alla loro abilità di 'legare' molta acqua.

I pentosani insolubili influiscono negativamente sulle caratteristiche dell'impasto e dei prodotti.

Ricorso a enzimi che idrolizzano pentosani (pentosanasi) in caso di alta concentrazione di pentosani insolubili.

Lipidi

Liberi (estraibili in esano)

Legati (estraibili in etanolo)

Non polari (trigliceridi e acidi grassi liberi)

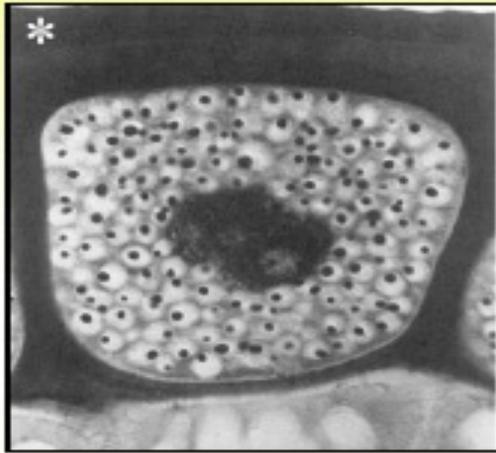
Polari (glicolipidi e fosfolipidi)

mono- e di-galattosil digliceridi i più presenti

Nella frazione lipidica sono presenti:

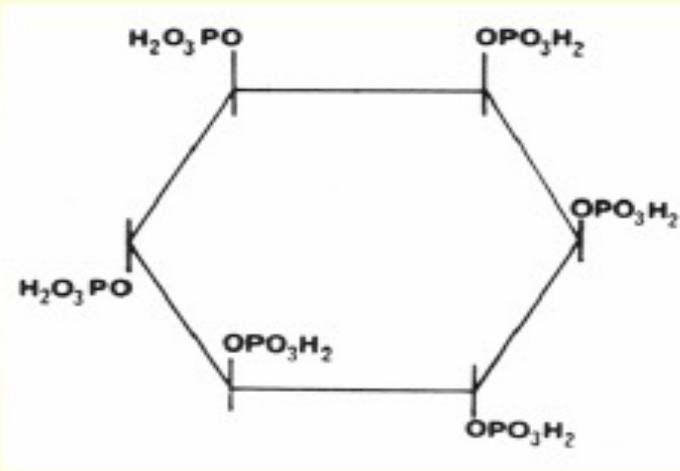
- Tocoferoli
- Carotenoidi (pigmenti responsabili del colore giallo)

Fitati



Aleurone cell with inclusion bodies containing protein and phytin

Phytic acid
Myoinositol hexaphosphate



La maggior parte del fosforo contenuto nel grano è legato in una molecola di fitato.

Fitati chelano metalli quali calcio e magnesio rendendoli indisponibili

Enzimi

- Amilasi
- Proteasi
- Lipasi
- Lipossigenasi
- Pentosanasi
- Fitasi
- Polifenolossidasi

Amilasi

Diastasi, enzimi distatici, enzimi liquefacenti
Sono delle idrolasi e idrolizzano il legame
 α -1,4 glicosidico. Si dividono in:

- α -amilasi

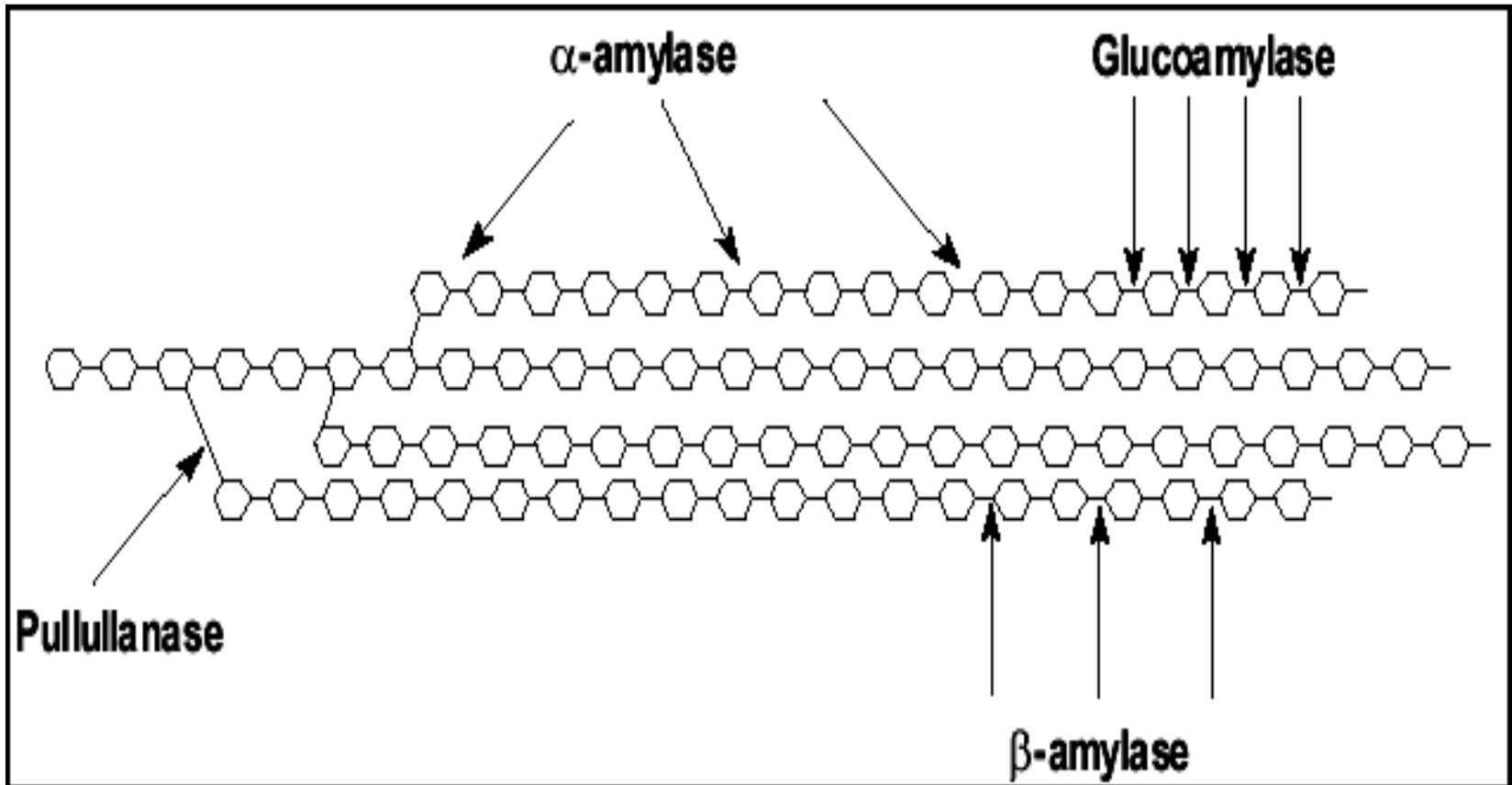
Endoamilasi, enzima destrinizzante

- β -amilasi

Esoamilasi, distaccamento di due unità di glucosio
(maltosio) dalla parte terminale dell' amido

α -amilasi più efficiente della β -amilasi per quanto
riguarda la velocità di idrolisi

Meccanismo di azione delle amilasi



Attività delle amilasi endogene

- Attività amilasica ($\text{mg glucosio min}^{-1} \text{g}^{-1} - \text{UI}$)
- Viscoamilogramma*
- Falling number*

* metodi indiretti

Proteasi

Idrolasi che rompono il legame peptidico frammentando il glutine ed indebolendo il reticolo glutinico.

Attività delle proteasi della farina è generalmente bassa

Lipasi e lipossigenasi

Lipasi: idrolasi che rompono il legame tra acidi grassi e glicerolo, possono accelerare irrancidimento (non desiderabili)

Lipossigenasi: ossidasi che catalizzano reazioni di ossidazione dei lipidi ma anche di antiossidanti lipofili (carotenoidi)

Pentosanasi

Diverse idrolasi che rompono legami nei pentosani, si dividono in xylanasi e arabinasi.

Possono influenzare l'attitudine della farina a trattenere acqua (pentosani legano molta acqua).

Fitasi

Enzimi di importanza nutrizionale perché idrolizzano i fitati liberando inositolo.

Fitati fattori antinutrizionali. Inositolo è una vitamina.

Il metabolismo umano non è in grado di idrolizzare fitati.

Polifenolossidasi

Enzimi che catalizzano ossidazione e polimerizzazione dei polifenoli. Portano alla formazione di pigmenti scuri.