

CARBOIDRATI: monosaccaridi

(a)

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$$

(b)

$$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$$

Struttura chimica dei due
triosi: gliceraldeide (a)
e idrossiacetone (b)

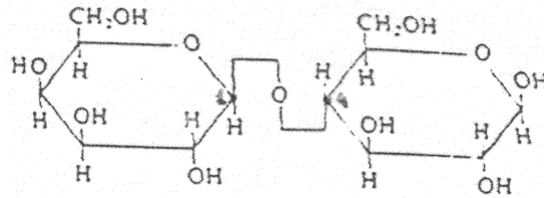
D-glucosio L-glucosio

D-fruttosio L-fruttosio

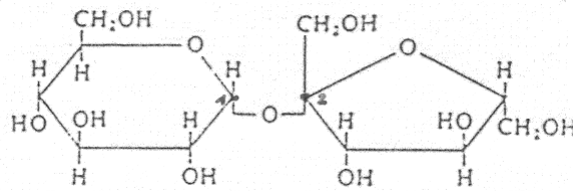
Esempi di 2 enantiomeri
fra gli aldo-esosi
e i cheto-esosi

Enantiomeri: due stereoisomeri simmetrici (speculari)
(diverso senso di rotazione della luce polarizzata)

CARBOIDRATI: disaccaridi

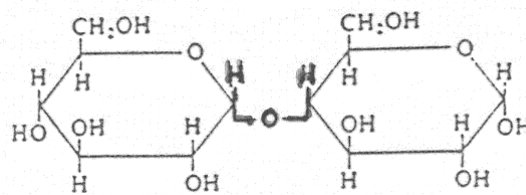


Lattosio: β -galattosio + β -glucosio

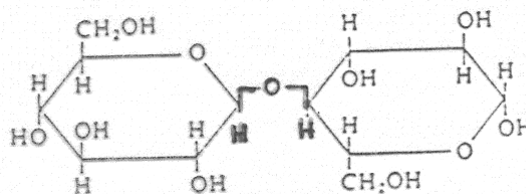


Saccarosio: α -glucosio + β -fruttosio

CARBOIDRATI: disaccaridi

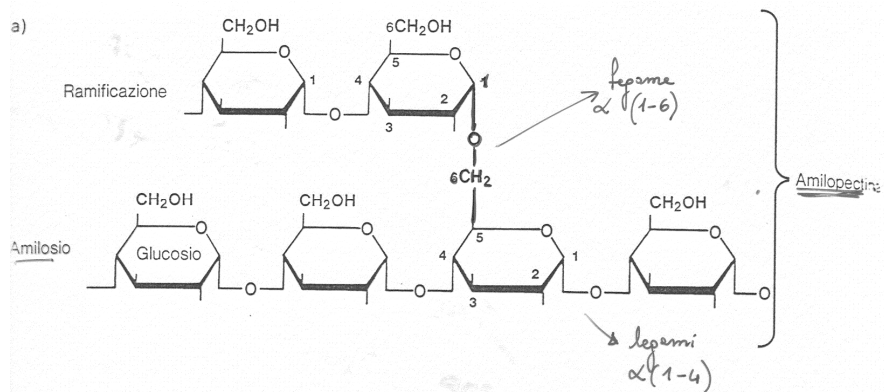


Maltosio: legame α -1-4



Cellobiosio: legame β -1-4

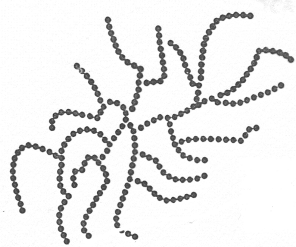
CARBOIDRATI: polisaccaridi



Amido: struttura lineare dell'amilosio in cui le unità di glucosio sono legate da legami α -1-4.

La ramificazione che avviene con legami di tipo α -1-6 da origine alla amilopectina

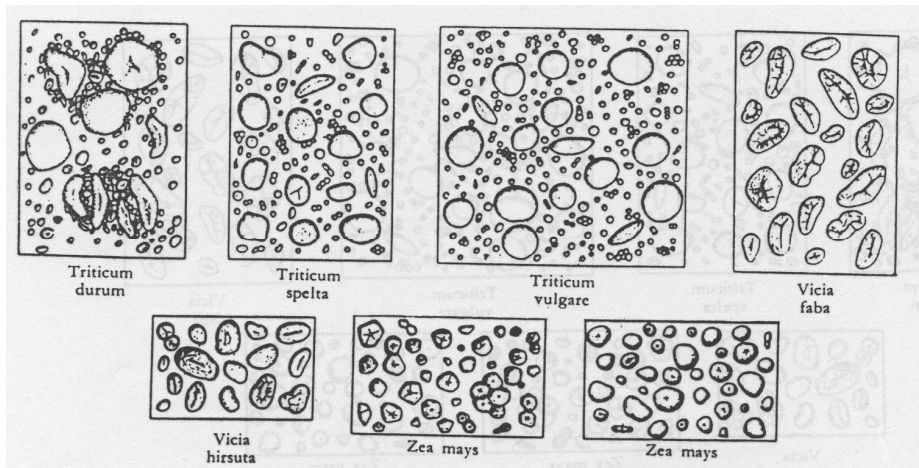
CARBOIDRATI: polisaccaridi



Fonte	Amiloso (%)	Amilopeptina (%)
Mais	24	70
Frumento	25	75
Riso	18.5	81.5
Tapioca	16.7	83.3
Patata	20	80

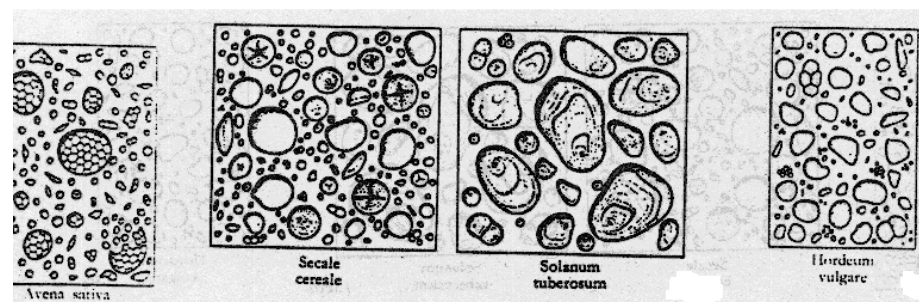
Amido: più elevato è il tenore di amiloso, tanto maggiore è il tempo richiesto per la digestione

CARBOIDRATI: polisaccaridi



Amido: nelle piante è presente come granuli semicristallini, diversi per dimensione, forma e quantità di altri composti (es. proteine) associati.

CARBOIDRATI: polisaccaridi



Amido: granuli di amido presenti in diversi alimenti.

La struttura dei granuli di amido influenza la velocità di digestione dell'amido stesso da parte degli enzimi

L'amido dei legumi è digerito e assorbito più lentamente di quello dei cereali

CARBOIDRATI: amido resistente

Definizione: è la frazione di amido presente negli alimenti che potenzialmente resiste all'attacco enzimatico nel piccolo intestino.

Dal punto di vista analitico

E' la quota di amido che rimane dopo che un campione ha subito un'incubazione in una soluzione contenente pancreaticina e amiloglucosidasi per una durata di 100 minuti

CARBOIDRATI: digestione dell'amido

Tipo di amido	Fonte amilacea	Digestione enzimatica intestinale
Amido rapidamente digeribile	Alimenti amilacei cotti, estrusi	Rapida e completa
Amido lentamente digeribile	Cereali crudi	Lenta e completa
Amido resistente: - RS ₁ Fisicamente inaccessibile (nella parete vegetale) - RS ₂ Granuli resistenti (amido nativo) - RS ₃ Amido ri-cristallizzato (amido retrogradato)	- Semi parz. macinati - Patata e banana crudi - Patata cotta, pane (dopo raffreddamento)	-Resistente -Resistente -Resistente

CARBOIDRATI: fibre prebiotiche

Frutto-oligo-saccaridi (FOS)

Polimeri che contengono meno di 9 unità monomeriche di fruttosio. Non vengono attaccati dagli enzimi digestivi nel piccolo intestino (legame di tipo β) ed arrivano al colon, dove costituiscono il substrato di alcuni batteri (Bifidobacteria, Lactobacillus spp).

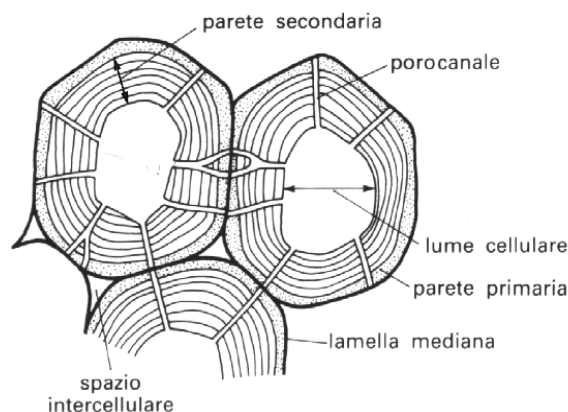
Inulina

E' un set polidisperso di molecole glucidiche con grado di polimerizzazione compreso tra 2 e 60, costituite generalmente da catene lineari di monomeri di fruttosio, uniti tra loro da legami glucosidici di tipo β .

Effetti

Utilizzando questi substrati I bifidobatteri producono acidi grassi a corta catena (SCFAs) che diminuiscono il pH intestinale e inibiscono la crescita di batteri patogeni

CARBOIDRATI STRUTTURALI: la parete cellulare

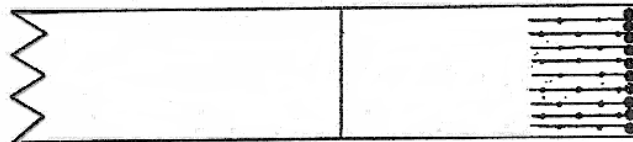


Struttura semplificata di una cellula vegetale

CARBOIDRATI STRUTTURALI: la fibra

• **Contenuto cellulare**

• **Pareti cellulari**



Acqua -

✓ **PROTEINE e aa.**

✓ **LIPIDI**

✓ **ZUCCHERI**

✓ **AMIDO**

✓ **ACIDI ORGANICI**

✓ **AZOTO NON PROTEICO**

✓ **MINERALI SOLUBILI**

✓ **VITAMINE**

PECTINE

- **EMICELLULOSE**

- **CELLULOSA**

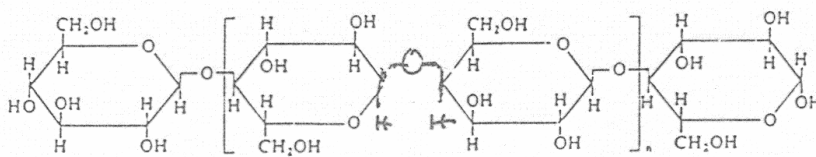
LIGNINA

CUTINA

SILICE

Collocazione dei diversi componenti chimici nella cellula vegetale

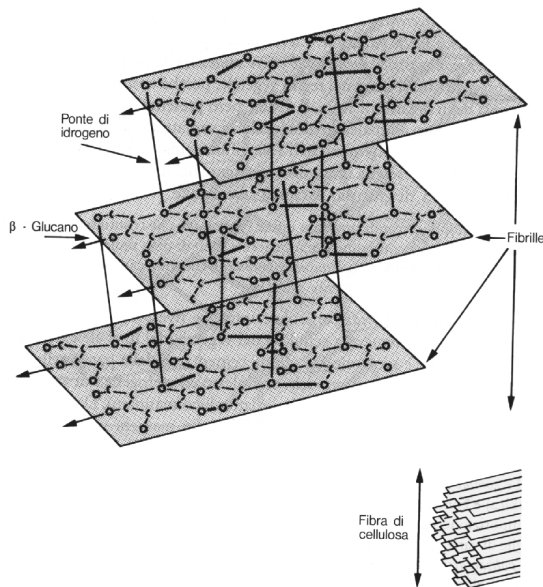
CARBOIDRATI STRUTTURALI: la cellulosa



Cellulosa

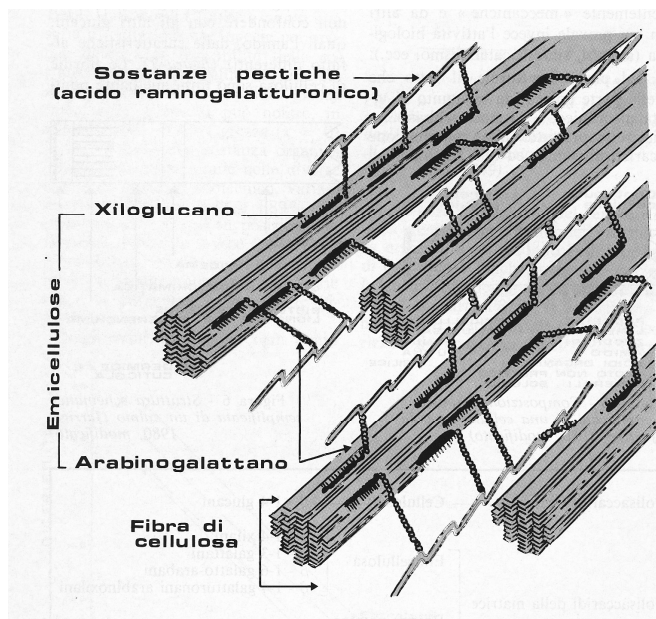
La cellulosa è formata da unità di glucosio legate con legami di tipo β -1-4. Le catene lineari di cellulosa possono essere costituite da 10.000 fino a 15.000 monomeri.

CARBOIDRATI STRUTTURALI: la cellulosa



Le fibrille di cellulosa si uniscono attraverso legami idrogeno per formare le fibre

CARBOIDRATI STRUTTURALI: la cellulosa



Le fibre vanno a costituire un reticolo cristallino nella parte centrale mentre nella parte periferica si trovano altri composti (emicellulose, cutina, lignina, pectine)

CARBOIDRATI STRUTTURALI: emicellulose

Le emicellulose sono complessi (50-200 monomeri) di polisaccaridi comprendenti pentosi (arabinosio e xiloiso) ed esosi (galattosio, mannosio, glucosio, acido glucuronico, acido galatturonico), uniti da legami di tipo β 1-4, formando catene che possono essere lineari o ramificate

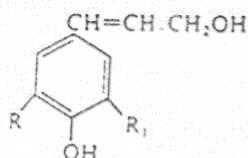
Sono strettamente legate alla lignina e alla cellulosa (funzione di adesione e di prensione delle fibre)

CARBOIDRATI STRUTTURALI: la lignina

La lignina è un polimero aromatico complesso costituito da macromolecole di composizione non perfettamente conosciuta. Le unità molecolari che la caratterizzano sono derivate dal fenilpropano.

E' praticamente indigeribile

Conferisce rigidità alle pareti cellulari e le connette saldamente fra loro.



- (1) Alcool cumarilico, dove $R = R_1 = H$
- (2) Alcool coniferilico, dove $R = H$, $R_1 = OCH_3$
- (3) Alcool sinapilico, dove $R = R_1 = OCH_3$

CARBOIDRATI STRUTTURALI: altri componenti (insolubili)

La CUTINA è un polimero costituito da acidi grassi idrossilati, legati tenacemente tra loro. Il suo contenuto è elevato nelle glume di riso e di cotone (10, 20%)
E' indigeribile e ha caratteristiche di idrofobicità.

La SILICE è assorbita dal terreno attraverso le radici (può essere presente negli alimenti contaminati con terreno). E' molto presente nelle glume e paglia di riso.
Riduce la digeribilità dei componenti fibrosi.

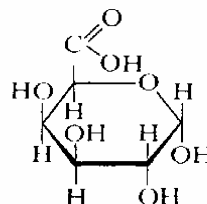


Lolla di riso

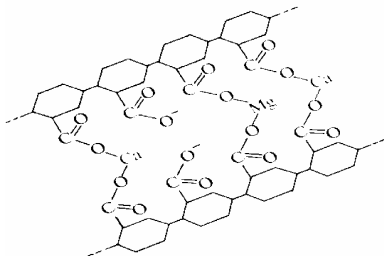
CARBOIDRATI STRUTTURALI: pectine

Le sostanze pectiche sono esteri metilici dell'acido pectico; per idrolisi acida si separano in acido galatturonico, alcol metilico, galattosio e arabinosio.

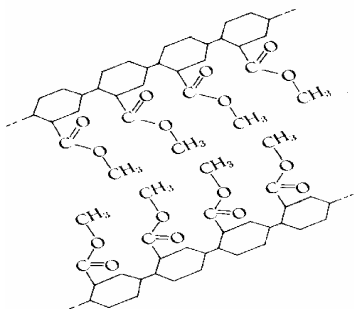
In parte si trovano nel lume cellulare (pectine propriamente dette) e in parte nella parete cellulare dove svolgono azione cementante (protopectine)



CARBOIDRATI STRUTTURALI: pectine



Le pectine possono legarsi a Ca e Mg per formare pectati, oppure essere metilate



Le sostanze pectiche sono facilmente solubili in acqua.

Gelificano con il riscaldamento

Sono in grado di aumentare fino a 50 volte il proprio volume (alta WHC: water holding capacity)

CARBOIDRATI STRUTTURALI: pectine

Contenuto di pectine negli alimenti (g/kg ss)

Farina di mais	2.44
Crusca di frumento	3.47
Polpe secche di bietola	49.82
Medica disidratata	37.36
Fagioli	13.25
Patate con buccia	9.61
Carote	31.76
Lattuga cappuccia	34.64
Spinaci	33.48
Mela con buccia	34.29
Pera con buccia	33.54



CARBOIDRATI STRUTTURALI: altri componenti (solubili)

I β -GLUCANI sono omo-polisaccaridi contenenti legami β -glucosidici, come la cellulosa, ma contrariamente a questa, sono ramificati.

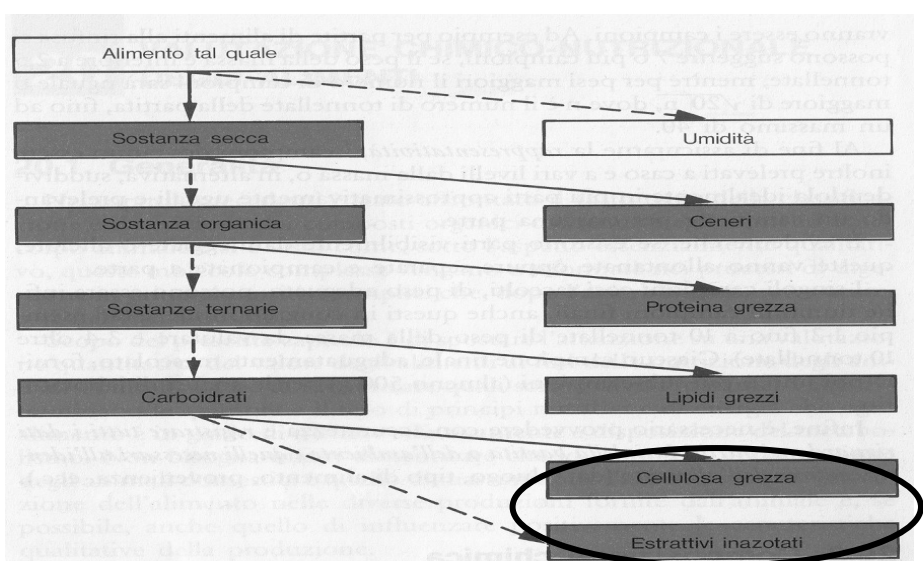
Sono contenuti in funghi, alghe e, fra le piante superiori, orzo e avena

Le GOMME e MUCILLAGINI sono dei polisaccaridi (soprattutto galatto-mannani), isolati da semi di varie piante. Elevata viscosità e capacità di assorbire acqua .

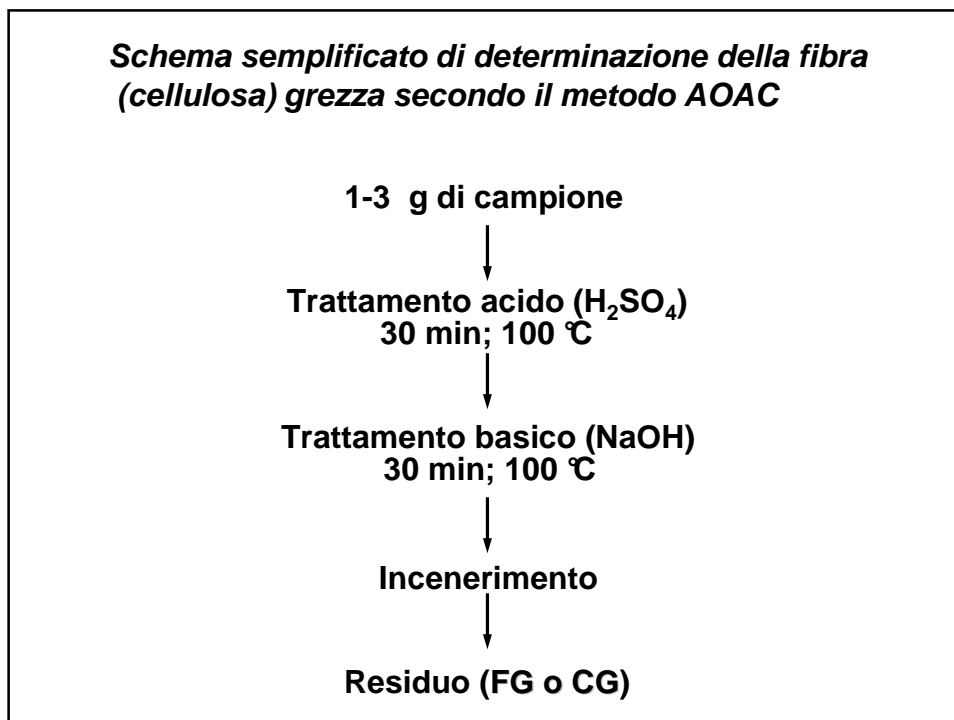


Avena

CLASSIFICAZIONE DEI CHO SECONDO L'ANALISI TIPO (o WEENDE)



Schema semplificato di determinazione della fibra (cellulosa) grezza secondo il metodo AOAC

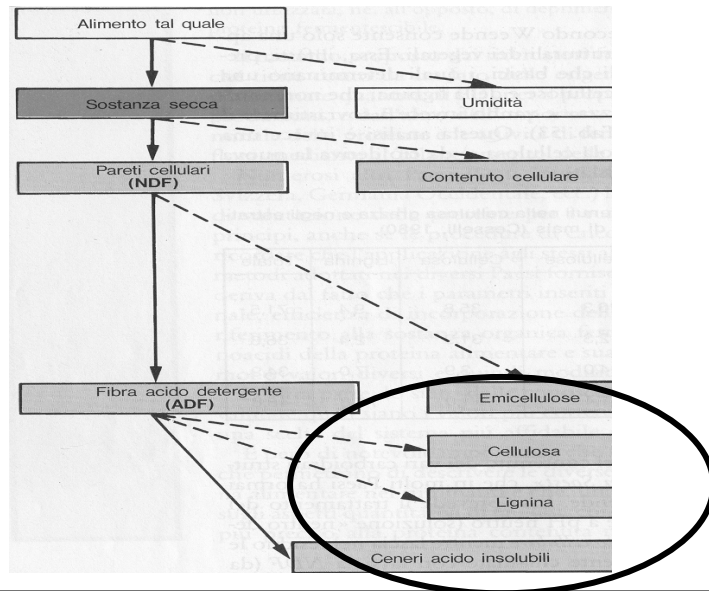


Componenti della fibra solubilizzati e quindi "persi" nella determinazione della FG (Van Soest, 1982)

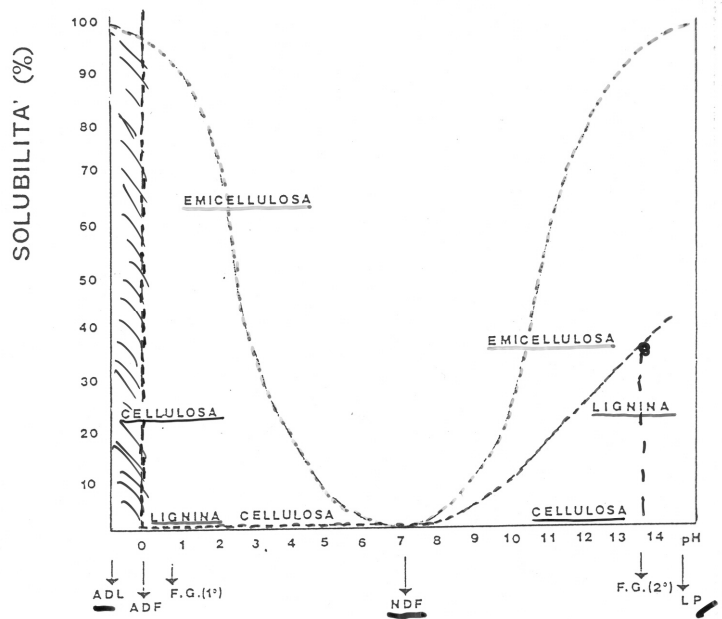
	Pectine	Lignina (%)	ARABANI, - XILANI, ... Pentosani (%)	Cellulosa (%)
Leguminose	100	30 (8-62)	63 (21-86)	28 (12-30)
Graminacee	100	82 (53-90)	76 (64-89)	21 (5-29)
Altre ⁽¹⁾	100	52 (10-84)	64 (43-84)	22 (7-32)

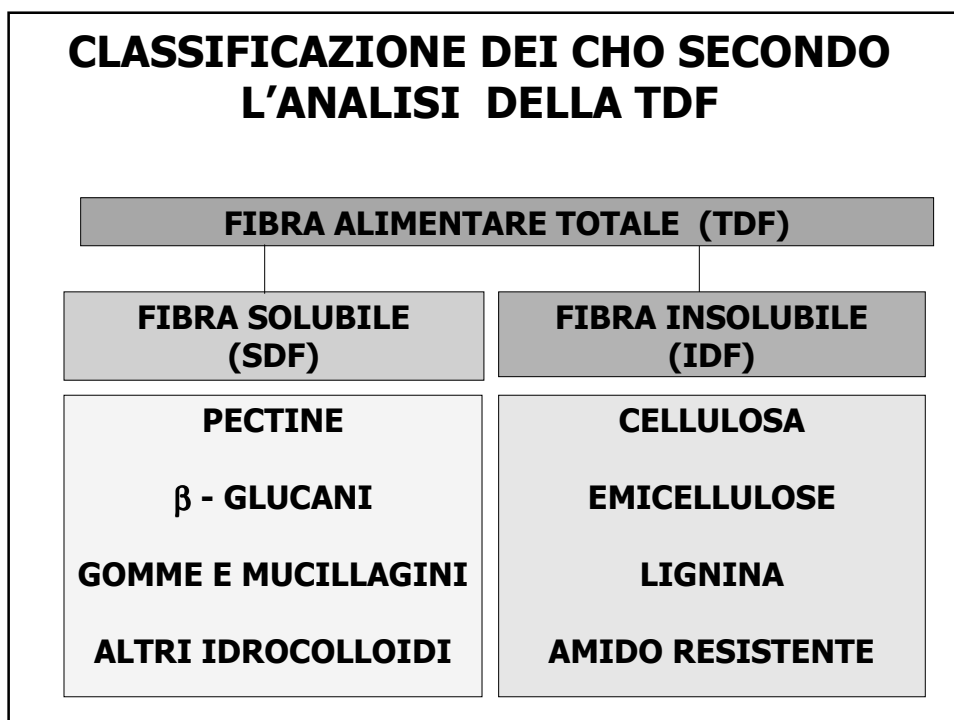
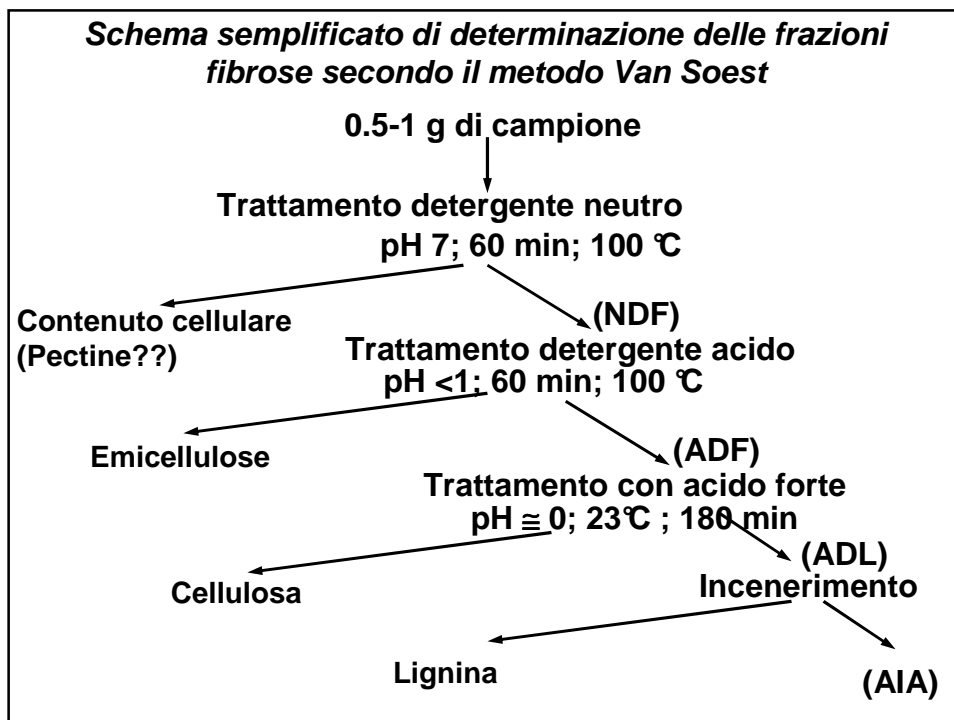
(1) Gimnosperme e angiosperme ad eccezione di leguminose e graminacee.

CLASSIFICAZIONE DEI CHO SECONDO L'ANALISI DI VAN SOEST

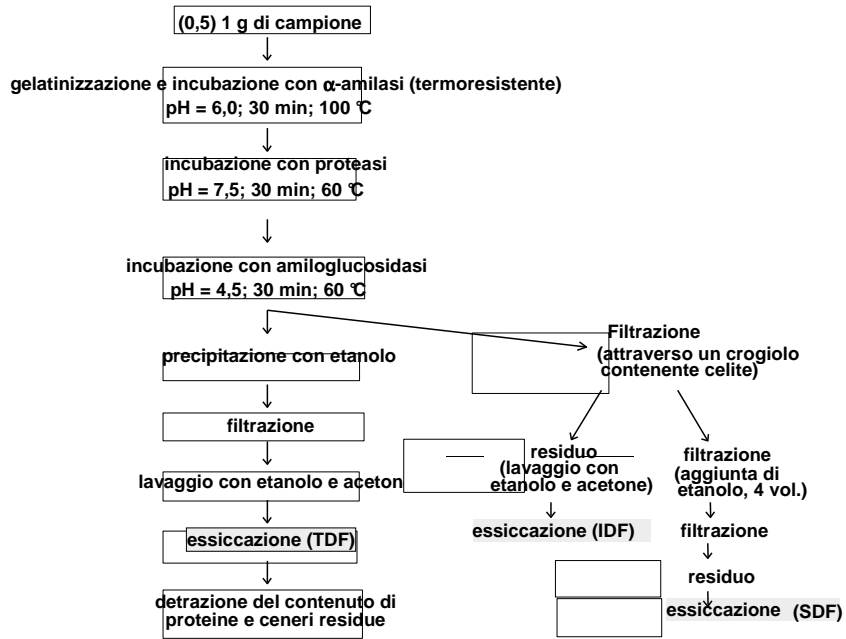


ANALISI VAN SOEST: solubilità





Schema semplificato di determinazione della fibra alimentare totale, solubile e insolubile secondo il metodo AOAC (Lee et al. 1992)



FIBRA ALIMENTARE TOTALE (TDF)

FIBRA SOLUBILE (SDF)

AUMENTO VISCOSITA' DIGESTA

RALLENTAMENTO SVUOTAMENTO GASTRICO (Senso di sazietà)

CAPTAZIONE DI ALCUNE MOLECOLE DURANTE IL TRANSITO INTESTINALE (Colesterolo, acidi biliari)

FIBRA INSOLUBILE (IDF)

AUMENTO RITENZIONE ACQUA (25-30 g H₂O/g di fibra)

AUMENTO VOLUME FECI

RIDUZIONE CONSISTENZA FECI

AUMENTO VELOCITA' DI TRANSITO INTESTINALE (peristalsi)

SUBSTRATO PER FERMENTAZIONI BATTERICHE INTESTINALI (A.G.V. o SCFA)

Composizione chimica della crusca di frumento in relazione alla metodica analitica adottata

