POR PUGLIA FESR – FSE 2014 – 2020

ASSE X - Avviso Pubblico n. 6/FSE/2017, DGR n. 1417 del 05/09/2017 (BURP n. 107/2017)

Corso ITS VII Ciclo

"Tecnico superiore per il Marketing dei Prodotti Agroalimentari"

(Acronimo: TE.M.PR.A)

Docente: DOTT. CARMINE SUMMO

AREA:…….

UF: Processi produttivi delle principali filiere (vino;
olio; cereali, carne e derivati; lattiero caseari, post raccolta prodotti freschi ortofrutticoli)"

Frumento

Triticum Durum (2n = 28)

Semola

Pasta

Triticum Vulgare (2n = 42)

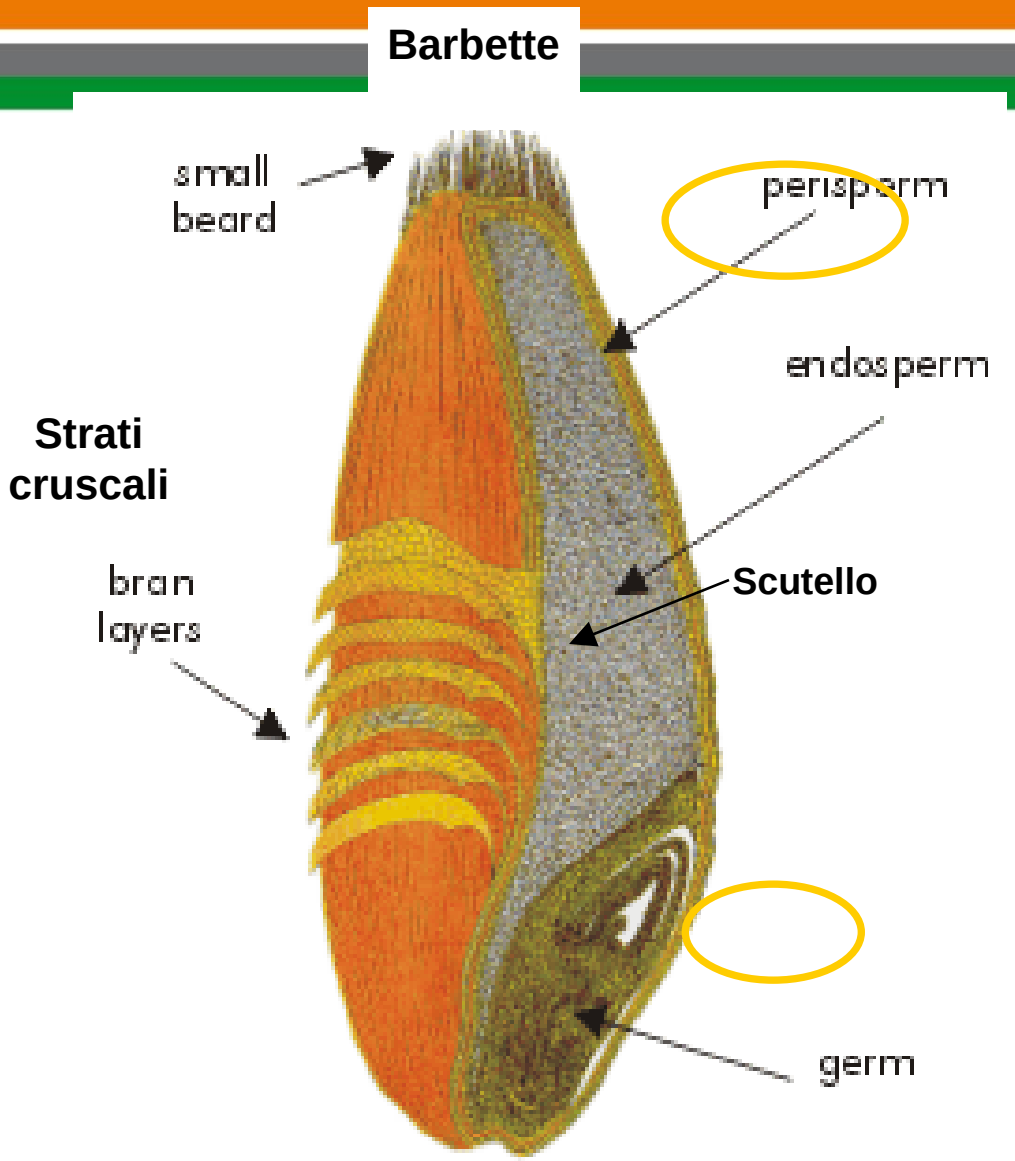
Farina

Pane

Frumento

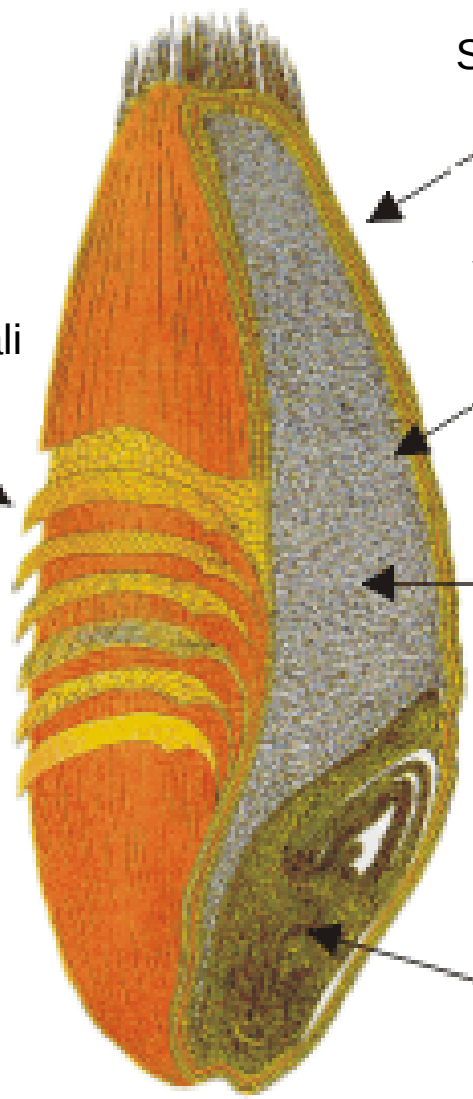
Parte corticale (dall'esterno verso l'interno):

- **Pericarpo**
  - Epicarpo
  - Mesocarpo
  - Endocarpo
- **Perisperma**
  - Tegumento seminale (testa)
  - Strato jalino



Composizione della cariosside

Pericarpo e perisperma
(cellule morte con pareti cellulosiche e molti sali minerali)

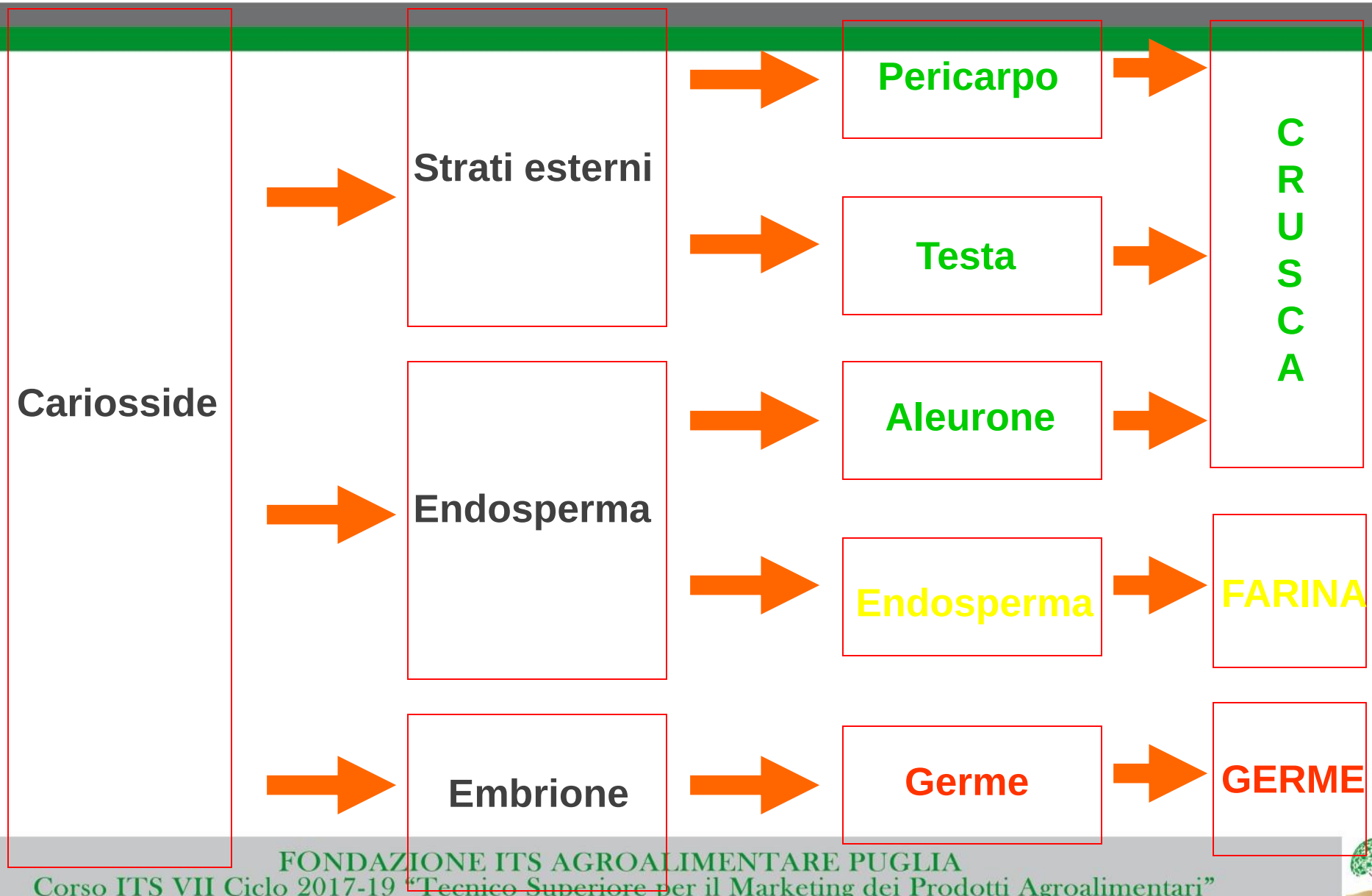


Strato aleuronico
(proteine ad alto VB)

Endosperma
(granuli di amido inglobati da proteine protoplasmatiche)

Germe
(proteine, lipidi)

Destinazione dei vari componenti in molitura



Resa di macinazione

(o tasso di estrazione
o resa in semola)

Rapporto tra la quantità di prodotto (semola o farina) e quantità di grano macinato (%)

Composizione cariosside:

- Parte corticale 12,5% →
- Endosperma 85,0% Resa max 85%
- Germe 2,5%

Distribuzione prodotti di molitura:

- farina o semola 75-78%
- farinette e farinaccio 2,5-3%
- crusca, cruschello e tritello 20-22%

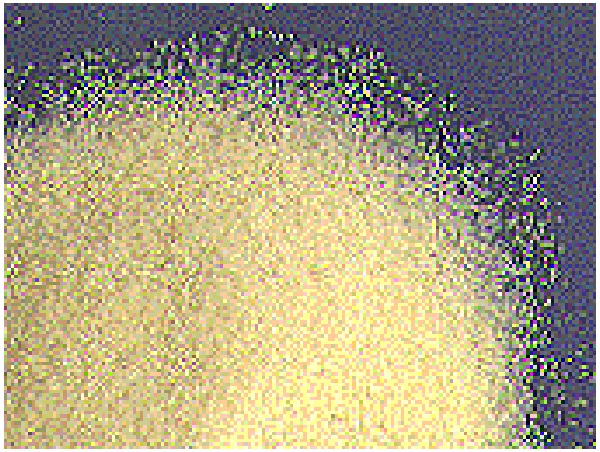
Classificazione dei prodotti di macinazione

Grano tenero:

- Farina 00 (basso tasso di estrazione), 0, 1, 2, integrale (alto tasso di estrazione)

Grano duro:

- Semola, semolato, semola rimacinata per panificazione



Requisiti legali:

- Ceneri
- Sostanze azotate
- Glutine
- Granulometria

Farina 00

Crusca

Semola

Farina integrale

Qualità molitoria, pastificatoria, panificatoria

La qualità molitoria è collegata alla RESA in macinazione

La qualità pastificatoria o panificatoria, cioè la qualità tecnologica, è collegata alle proprietà dell'impasto

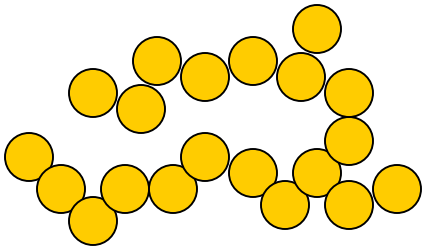
Proprietà del glutine

Glutine

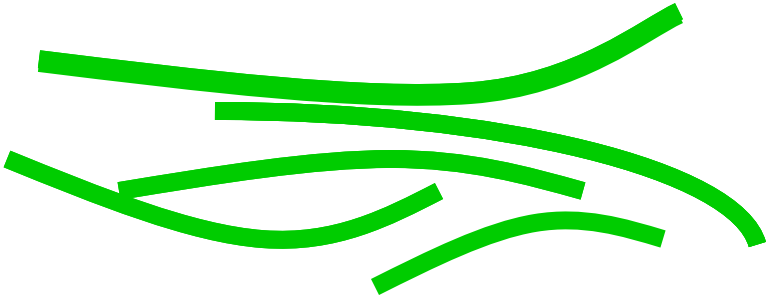
Il glutine è un complesso proteico che si forma per interazione di gliadine e glutenine (con legami a idrogeno, forze di van der Waals e legami idrofobici) in seguito all'idratazione ed all'azione meccanica dell'impastamento.

La rete proteica tridimensionale che si forma costituisce l'impalcatura dell'impasto fra le cui maglie sono dispersi granuli d'amido e aria.

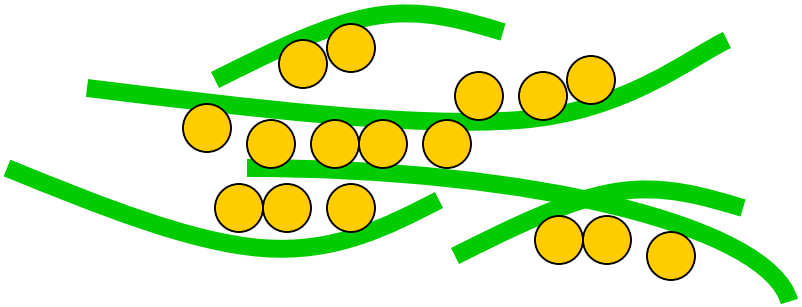
Interazioni tra gliadine e glutenine



Gliadine



Glutenine



Glutine

Carboidrati

amido

pentosani

β-glucani

glucofruttani

cellulosa

Amido

TABLE 1-1. Characteristics of Amylose and Amylopectin

Characteristic	Amylose	Amylopectin
Shape	Essentially linear	Branched
Linkage	α-1,4 (some α-1,6)	α-1,4 and α-1,6
Molecular weight	Typically <0.5 million	50–500 million
Films	Strong	Weak
Gel formation	Firm	Non-gelling to soft
Color with iodine	Blue	Reddish brown

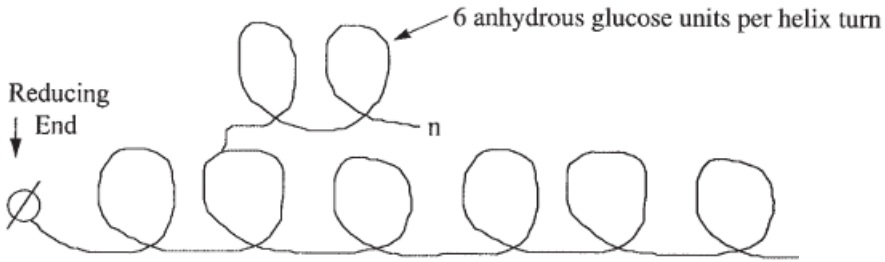


Fig. 1-4. Amylose models. Amylose can be depicted as either a straight cl
helix.

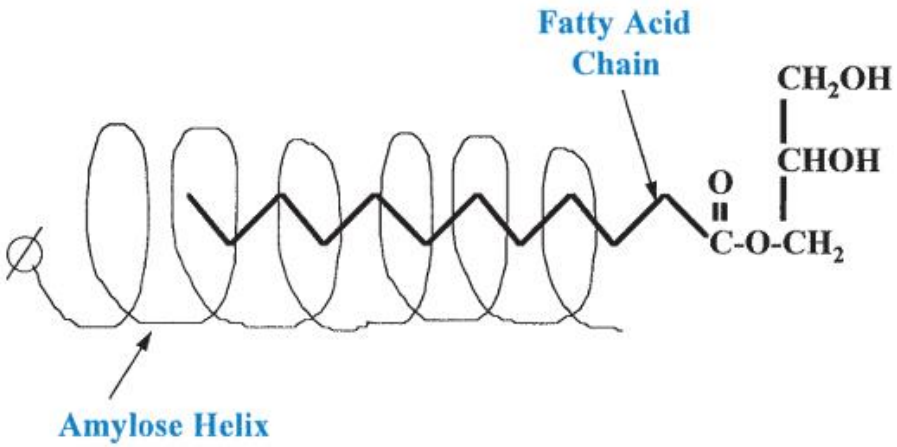


Fig. 1-5. Starch-lipid inclusion complex. An amylose helix is complexed with the fatty acid chain of a monoglyceride.

Amido

TABLE 1-2. Approximate Amylose and Amylopectin Content of Common Food Starches

Starch Type	Amylose Content (%)	Amylopectin Content (%)
Dent corn	25	75
Waxy corn	<1	>99
Tapioca	17	83
Potato	20	80
High-amylose corn	55–70 (or higher)	45–30 (or lower)
Wheat	25	75
Rice	19	81

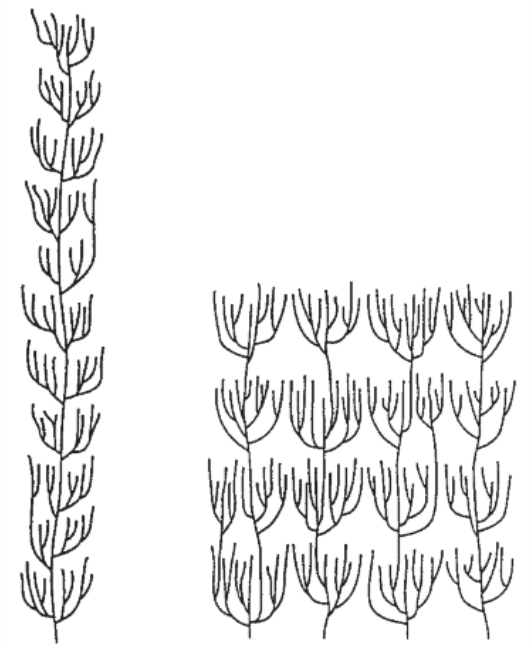


Fig. 1-6. Representation of a portion of an amylopectin molecule (left) and enlargement of typical packed clusters (right). Individual chains are helical, and pairs of chains are double helical. (Reprinted from Whistler, R. L., and BeMiller, J. N., 1997, *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists,* American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN)

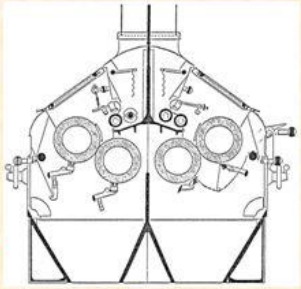
Molitura

TRASFORMAZIONE DEL FRUMENTO IN SFARINATI

PULITURA

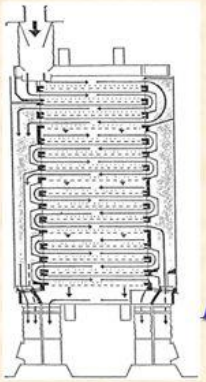
CONDIZIONAMENTO

MACINAZIONE

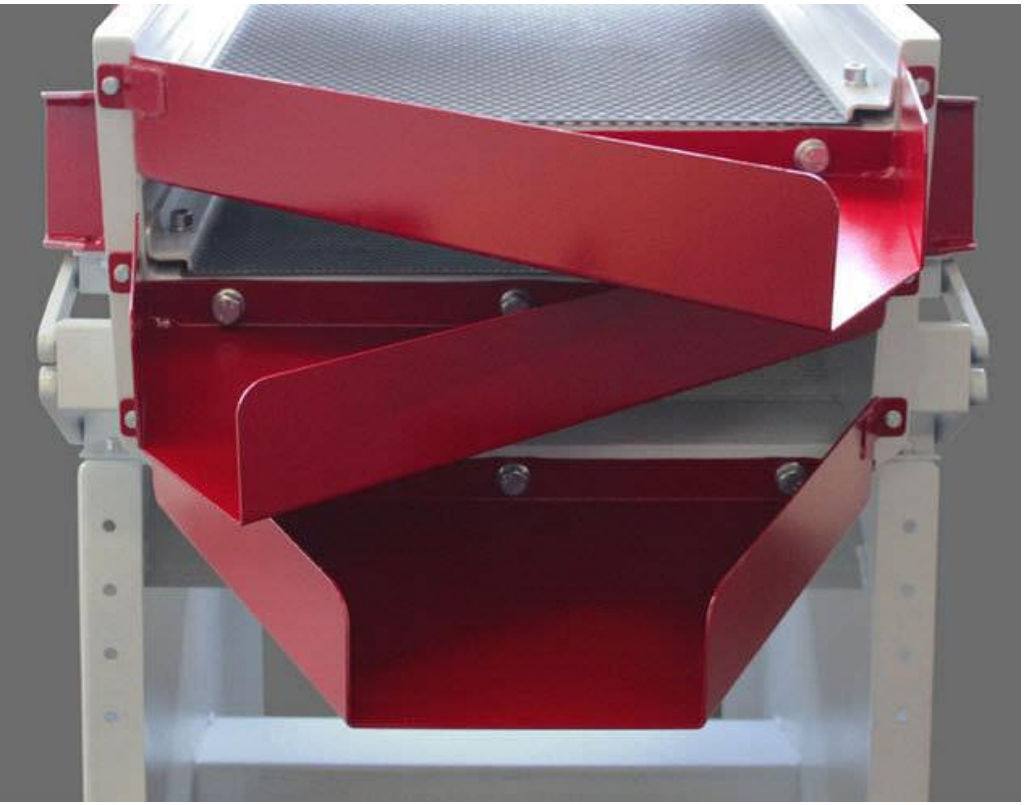


Laminatoio a cilindri

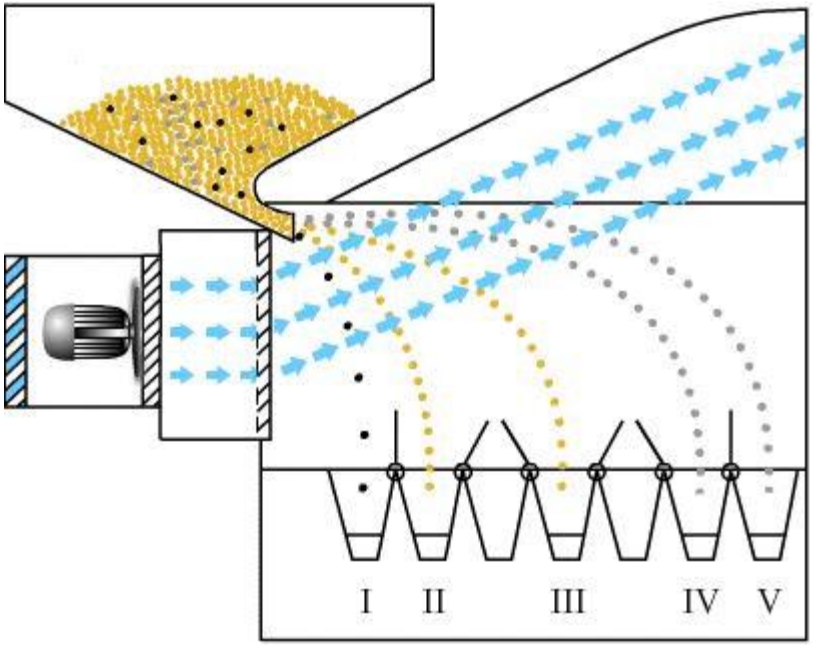
SETACCIAMENTO



Plansichter

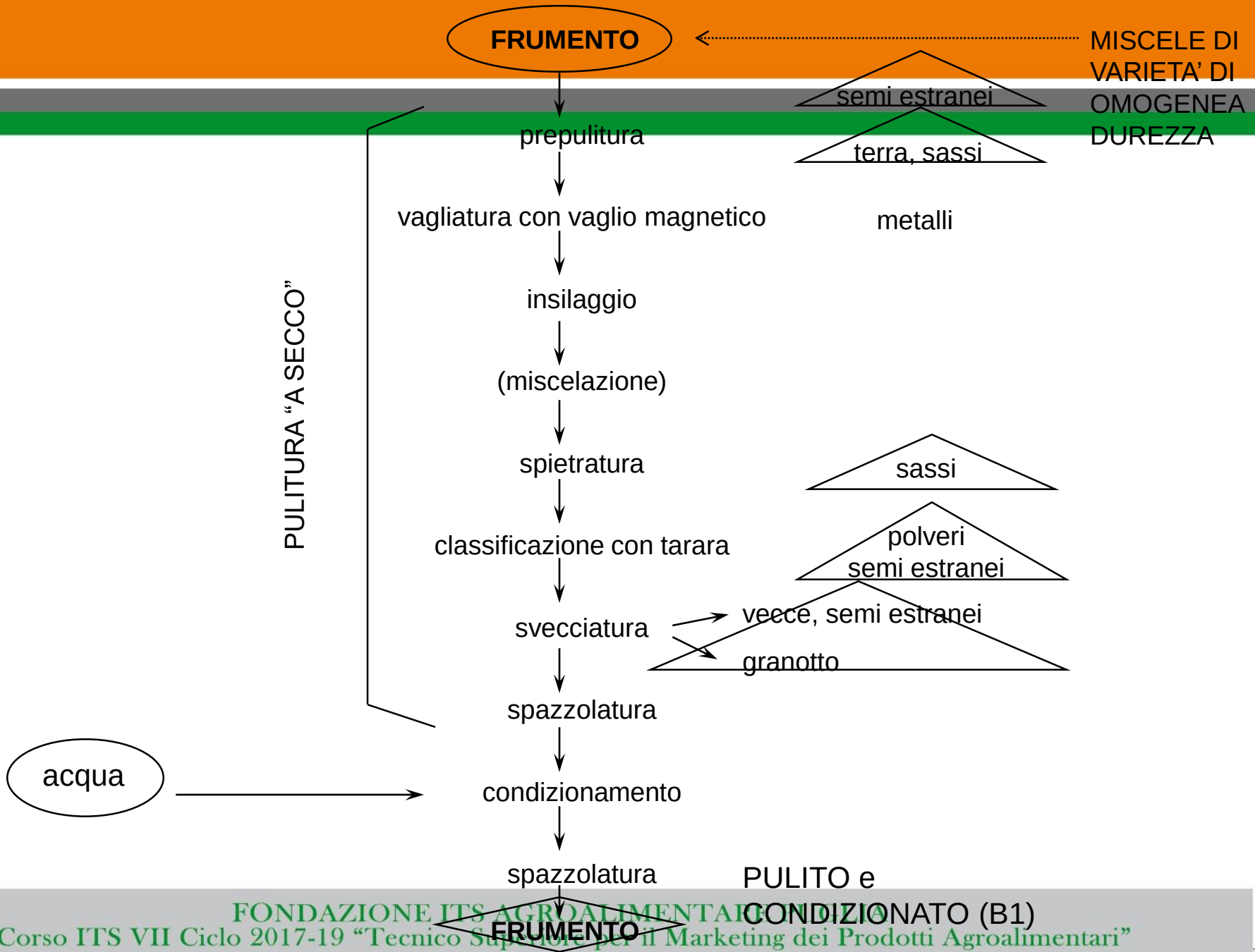


Vaglio vibrante



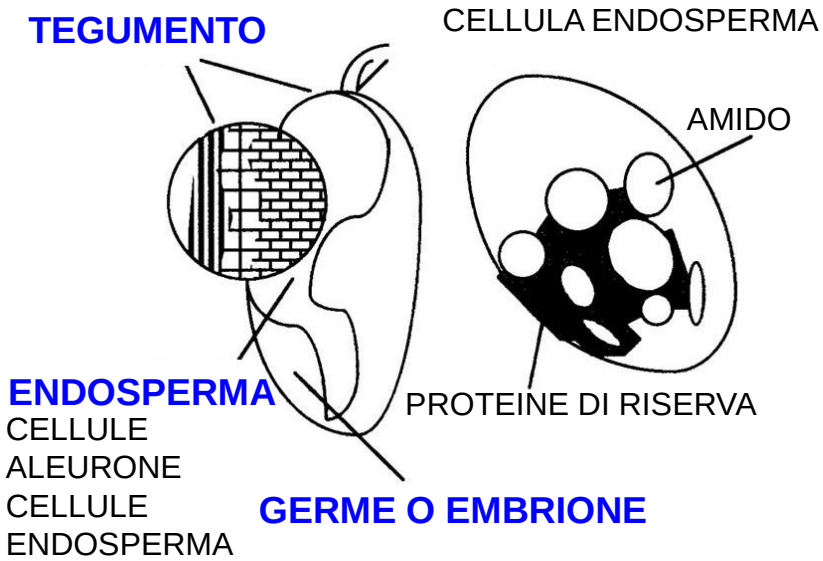
Pulitore separatore ad aria

Diagramma operazioni pre-macinazione



Macinazione

STRUTTURA CARIOSSIDE



	AMIDO	PROTEINE	FIBRA	CENERI	LIPIDI
ENDOSPERMA (84)	85	11	1,5	0,5	2
ALEURONE (8)	12	32	38	10	8
TEGUMENTI (1)	10	16	58	12	4
PERICARPO (4)	16	12	67	4	1
GERME (3)	20	38	22	5	15

TRE REGIONI ANATOMICHE

↓

DIVERSA COMPOSIZIONE CHIMICA

↓

DIVERSO COMPORTAMENTO MACINAZIONE

OBIETTIVI MACINAZIONE

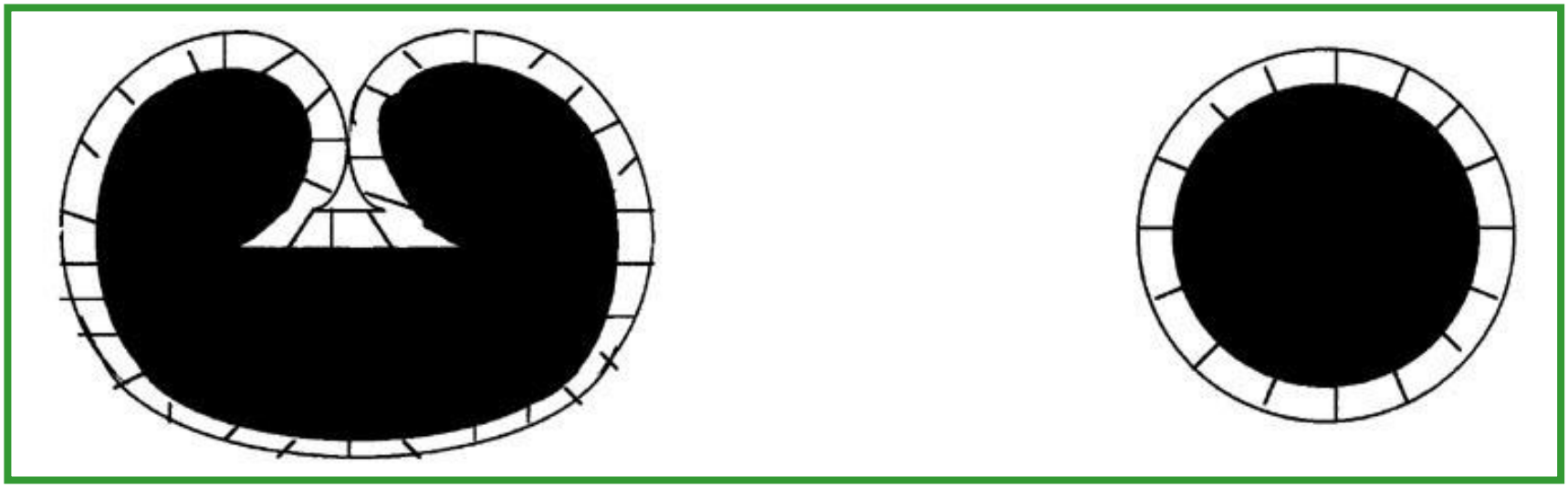
1. SEPARAZIONE **DELL'ENDOSPERMA AMILACEO** DA TEGUMENTO E GERME
2. RIDUZIONE **DIMENSIONI ENDOSPERMA**

EFFETTI MACINAZIONE

1. SEPARAZIONE **NON E' QUANTITATIVA**
2. SFARINATO HA **COMPOSIZIONE CHIMICA DIVERSA** DA QUELLA DELLA CARIOSSIDE (ARRICCHIMENTO DI ALCUNI COMPONENTI IMPOVERIMENTO DI ALTRI)
3. PRODUZIONE; **SEMOLA** DA GRANO DURO (DIMENSIONI MEDIE: 300 - 600 μm) FARINA DA GRANO TENERO (DIMENSIONI MEDIE 100 μm)
4. **"DANNEGGIAMENTO DELL'AMIDO"**

Macinazione

FRUMENTO **RISO**



PRESENZA DI SOLCO **ASSENZA DI SOLCO**

ELIMINAZIONE DELL'INVOLUCRO

DALL'INTERNO VERSO L'ESTERNO

DALL'ESTERNO VERSO L'INTERNO

CONDIZIONI NECESSARIE

FLESSIBILITA' E ELASTICITA' DELL'INVOLUCRO

DUREZZA E VETROSITA' DEL SEME

Condizionamento

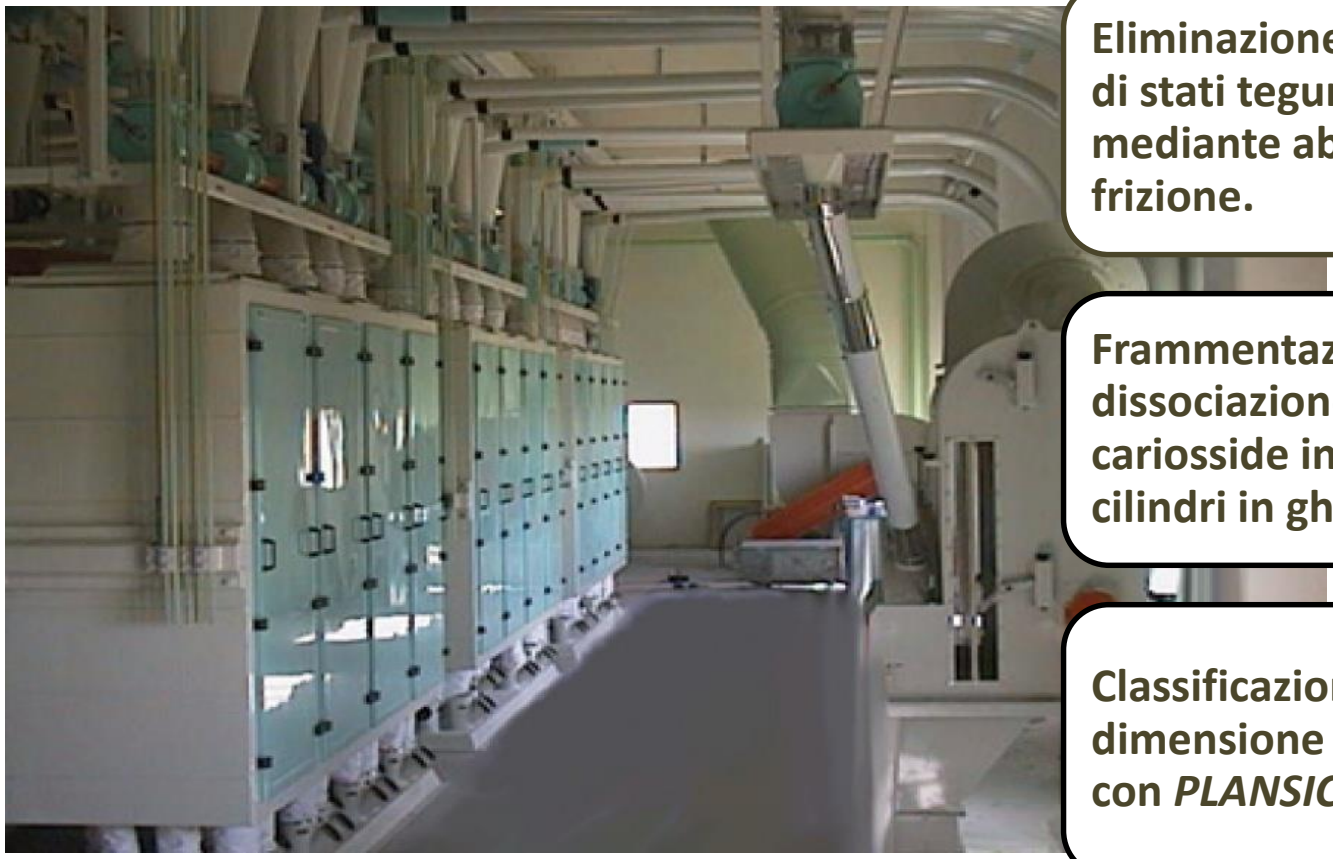
OBIETTIVO

- ridurre attraverso l'umidificazione, la friabilità che le parti tegumentari presentano allo stato secco evitando una loro eccessiva frammentazione ;

- rendere più friabile l'endosperma amilaceo facilitandone la separazione dai tegumenti.

CONDIZIONI

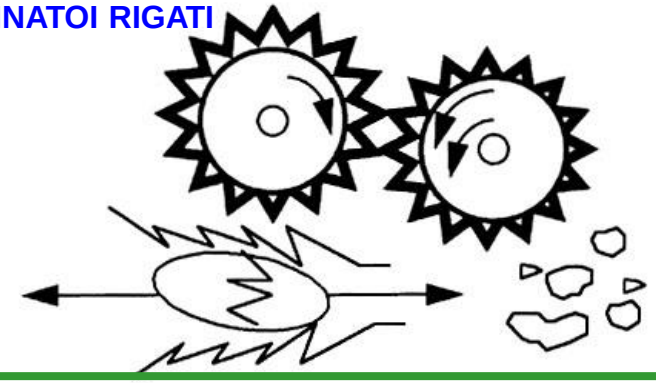
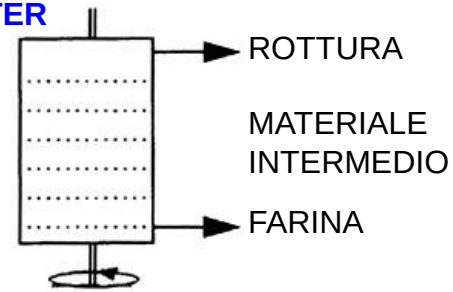
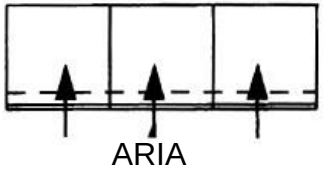
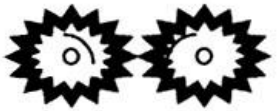
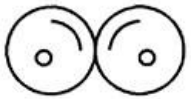
	TEMPO (ore)	UMIDITA' INIZIALE (%)	UMIDITA' FINALE (%)
Grano Tenero "Hard" e "Di Forza"	24-36	10-12	16-17
Grano Tenero " Soft"	8-10	11-13	15-15,5
Grano Duro (generalmente in più passaggi)	6-10	10-11	15,5-16



Eliminazione preventiva di stati tegumentali mediante abrasione e frizione.

Frammentazione e dissociazione della cariosside in laminatoi a cilindri in ghisa.

Classificazione per dimensione effettuata con *PLANSICHTERS.*

OPERAZIONE	OBIETTIVO	MACCHINA
ROTTURA (B-BREAKING) (B-BROYAGE)	"APERTURA" CHICCO AZIONE: COMPRESSIONE STIRAMENTO TAGLIO	**LAMINATOI RIGATI** 
CLASSIFICAZIONE PER DIMENSIONI	RIPARTIZIONE FRAMMENTI IN BASE ALLE DIMENSIONI	**PLANSICHTER** 
CLASSIFICAZIONE PER DIMENSIONI E PESO SPECIFICO	RIPARTIZIONE FRAMMMENTI A SECONDA DELLA ZONA DELLA CARIOSSIDE	**SEMOLATRICE** (S) 
SVESTIMENTO (D-DETACHING) (D-DESAGGREGAGE)	SEPARAZIONE PARTI TEGUMENTALI DA ENDOSPERMA	**LAMINATOI RIGATI** 
RIMACINA (R-REDUCTION) (C-CONVERTISSAGE)	RIDUZIONE DIMENSIONI FINO ALLA GRANULOMETRIA DESIDERATA	**LAMINATOI LISCI** 

Tipo e Denominazione	Umidità massima %	Su cento parti di sostanza secca		
		Ceneri		Proteine min. (azoto x 5,70)
		minimo	massimo	
Farina di grano tenero tipo 00	14,50	-	0,55	9,00
Farina di grano tenero tipo 0	14,50	-	0,65	11,00
Farina di grano tenero tipo 1	14,50	-	0,80	12,00
Farina di grano tenero tipo 2	14,50	-	0,95	12,00
Farina integrale di grano tenero	14,50	1,30	1,70	12,00

Tipo e Denominazione	Umidità massima %	Su cento parti di sostanza secca		
		Ceneri		Proteine min. (azoto x 5,70)
		minimo	massimo	
Semola*	14,50	-	0,90	10,50
Semolato	14,50	0,90	1,35	11,50
Semola integrale di grano duro	14,50	1,40	1,80	11,50
Farina di grano duro	14,50	1,36	1,70	11,50

LA PASTA

- Secondo la legge italiana (580/67 del 4 luglio 1967) sono denominati *pasta di semola* e *di semolato di grano duro* i prodotti ottenuti dalla trafilazione, laminazione e conseguente essiccamento d'impasti preparati rispettivamente esclusivamente con semola di grano duro e acqua e semolato di grano duro e acqua.

- TIPI DI PASTA

PASTA SECCA

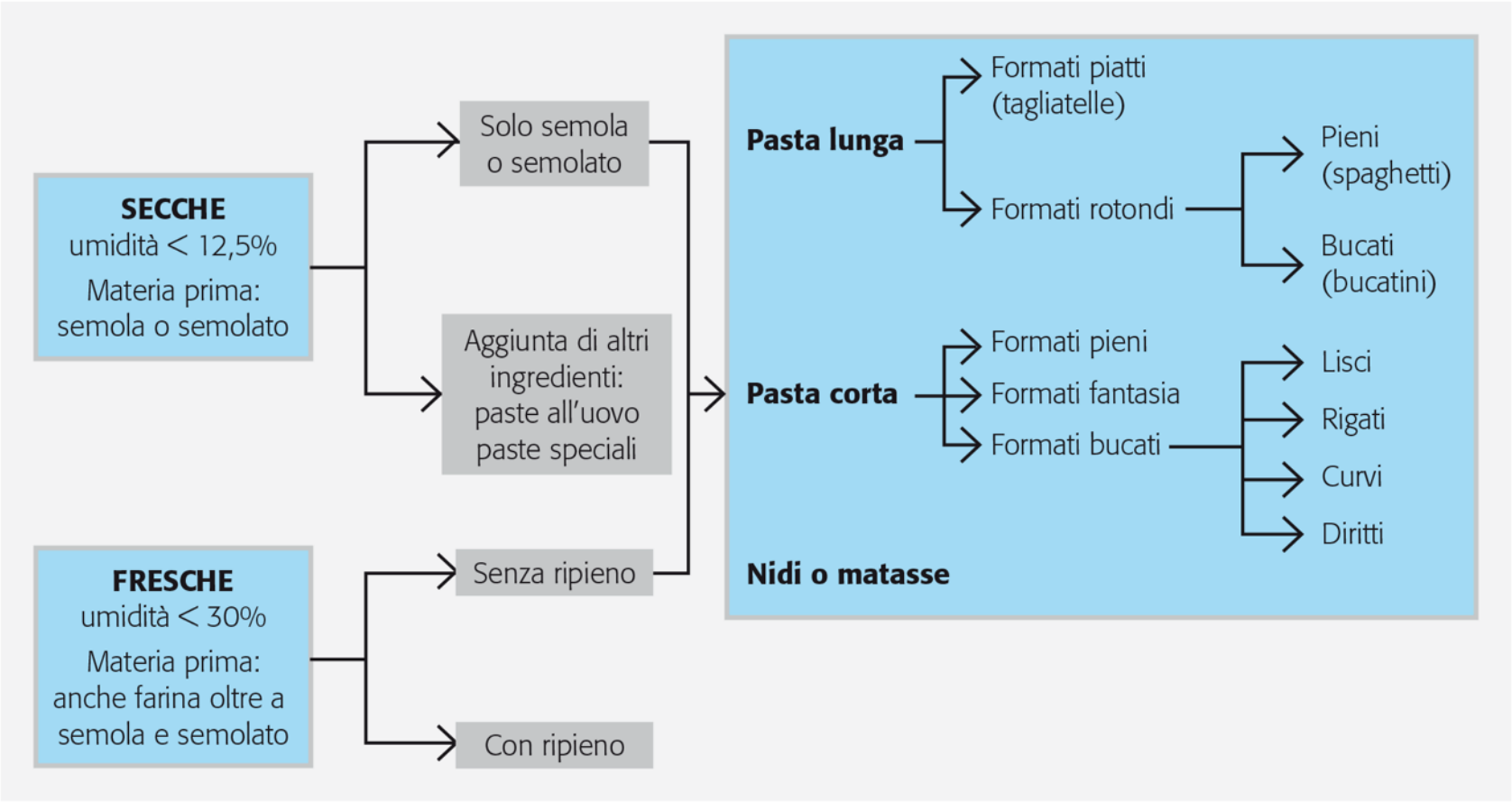
PASTA ALIMENTARE FRESCA

PASTA ALL'UOVO

PASTE DIETETICHE

PASTE SPECIALI DI GRANO DURO

LA PASTA


SECCHE
umidità < 12,5%
Materia prima: semola o semolato
FRESCHE
umidità < 30%
Materia prima: anche farina oltre a semola e semolato
Solo semola o semolato
Aggiunta di altri ingredienti: paste all'uovo paste speciali
Senza ripieno
Con ripieno
Pasta lunga
Formati piatti (tagliatelle)
Formati rotondi
Pieni (spaghetti)
Bucati (bucatini)
Pasta corta
Formati pieni
Formati fantasia
Formati bucati
Lisci
Rigati
Curvi
Diritti
Nidi o matasse

LA PASTA

TIPO E DENOMINAZIONE (18)	UMIDITA' MASSIMA PER CENTO	SU CENTO PARTI DI SOSTANZA SECCA			
		CENERI			
		MINIMO	MASSIMO	PROTEINE (azoto x 5,70 minimo)	ACIDITA' ESPRESSA IN GRADI MASSIMO *
Pasta di semola di grano duro	12,50	-	0,90	10,50	4
Pasta di semolato di grano duro	12,50	0,90	1,35	11,50	5
Pasta di semola integrale di grano duro.....	12,50	1,40	1,80	11,50	6

DPR n. 187 del 9/2/2001

LA PASTA: PROCESSO DI PRODUZIONE

Impastamento e trafilatura

↓

Essiccazione

↓

Confezionamento

LA PASTA: PROCESSO DI PRODUZIONE

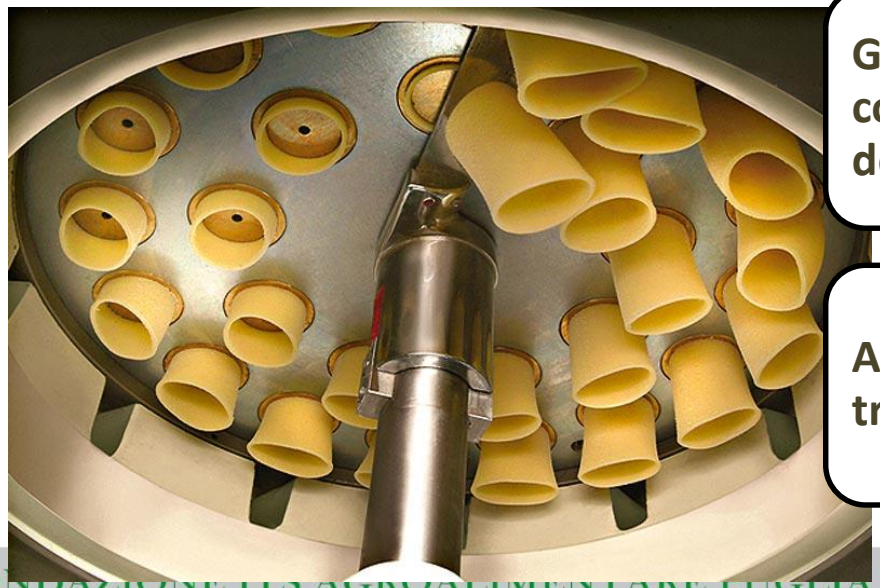
Impastamento e trafilatura

Essiccazione

Confezionamento

Dosaggio di semola e acqua in arrivo nella pressa

Impasto dei componenti tramite macchina impastatrice



Gramolatura e compattamento dell'impasto

Acquisizione forma voluta tramite le trafile

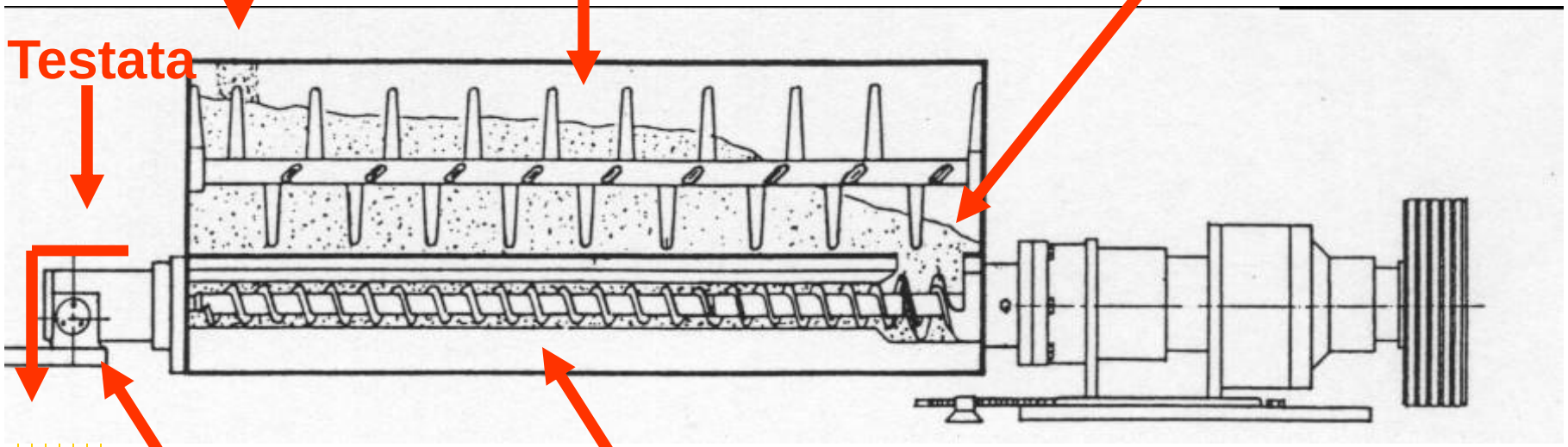
Impastatrice e camera di estrusione

Alimentazione

Impastatrice

Passaggio alla camera di estrusione

Testata



Trafila

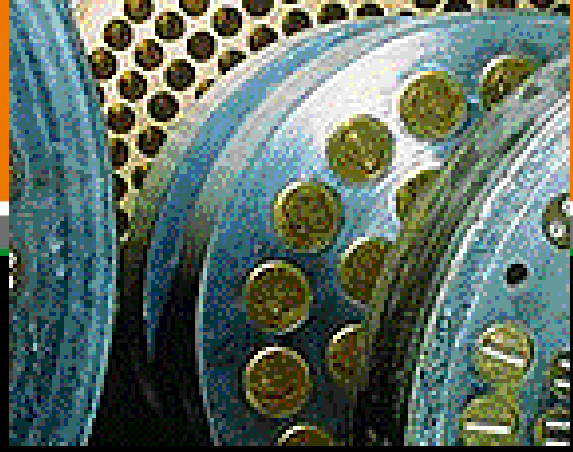
Pasta in uscita

Estrusore (cilindro e vite di compressione)

esegue la compattazione dell'impasto ed è raffreddato con camicia d'acqua

Estrusione e trafilatura

Trafila

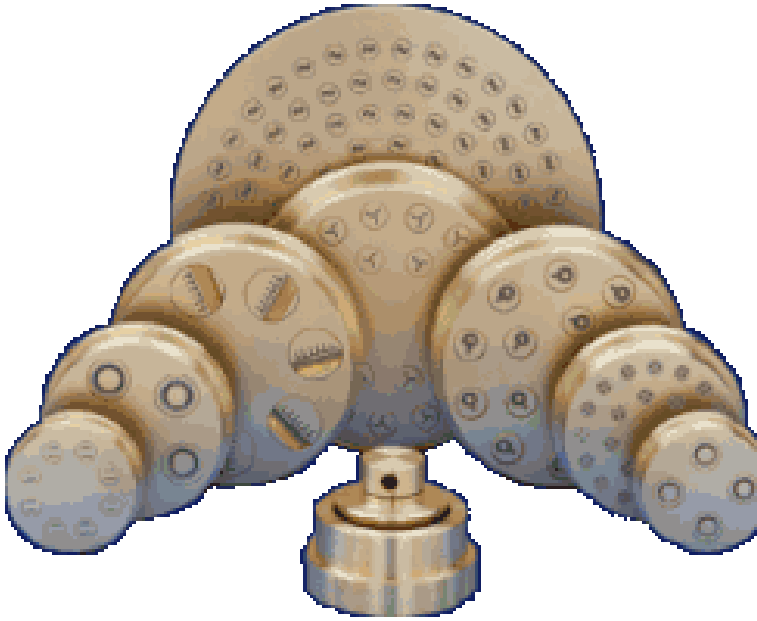


- E’ una piastra forata agganciata alla testata e realizza la forma del prodotto (circa 400)
- Fino alla testata le presse sono uguali per ogni formato

Parametri dei dispositivi formatori inseriti nelle trafile

- diametro foro (“INSERTI”)
- spessore (per paste lunghe piatte)
- diametro perno (per formati bucati)
- numero righe (formati rigati)
- Materiale: bronzo o bronzo-alluminio (Bral) con riporti in Teflon

Tipi di trafila



Impianto di impasto-trafilatura (pressa)
- punti critici -

Rapporto acqua-semola (26-30% H_2O)

- **Troppa acqua: blocchi di impasto che riducono il rendimento dell'impastatrice**
- **Poca acqua: impasti troppo secchi che non si amalgamano (punti bianchi)**

- **Un buon impasto prima di passare all'estrusore si presenta formato da parti minute (aspetto di "terra umida")**

Aspetto di “terra umida” dell’impasto

Impianto di impasto-trafilatura (pressa)
- punti critici -

Temperatura dell'impasto (max 48°C)

Se la T impasto supera i 55-60°C il glutine si denatura e non è più lavorabile.

Paste artigianali: acqua fredda

Impianto di impasto-trafilatura (pressa)
- punti critici -

Durata dell'impastamento (20-25 min a seconda della velocità dell'albero dell'impastatrice) (corretta formazione del glutine)

Assenza di aria
(evita bolle ed eccessive ossidazioni enzimatiche)

Materiale costitutivo delle trafile
(effetti sul colore)

Taglio della pasta trafilata

Paste laminate

Laminatrice in funzione (aperta)

Laminazione e stampo

Raviolatrice

LA PASTA: PROCESSO DI PRODUZIONE

Accettazione

Pulitura

Decorticazione e macinazione

Impastamento e trafilatura

Essiccazione

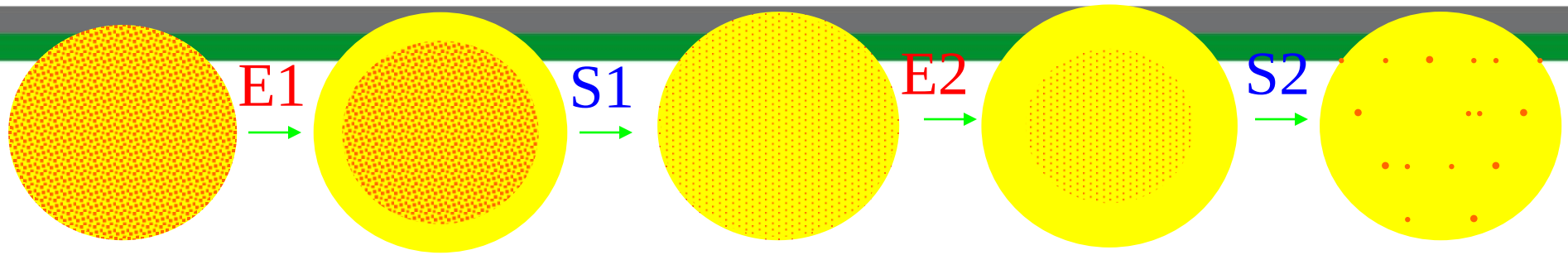
Confezionamento

La pasta in uscita dalla trafila ha un UR del 29-33%.

Nella cella di essiccazione la pasta rimarrà 8 ore fino a ridurre il tasso di umidità al 12,50%.

Bisogna evitare che l'essiccamento sia diverso fra superficie ed interno per evitare rotture.

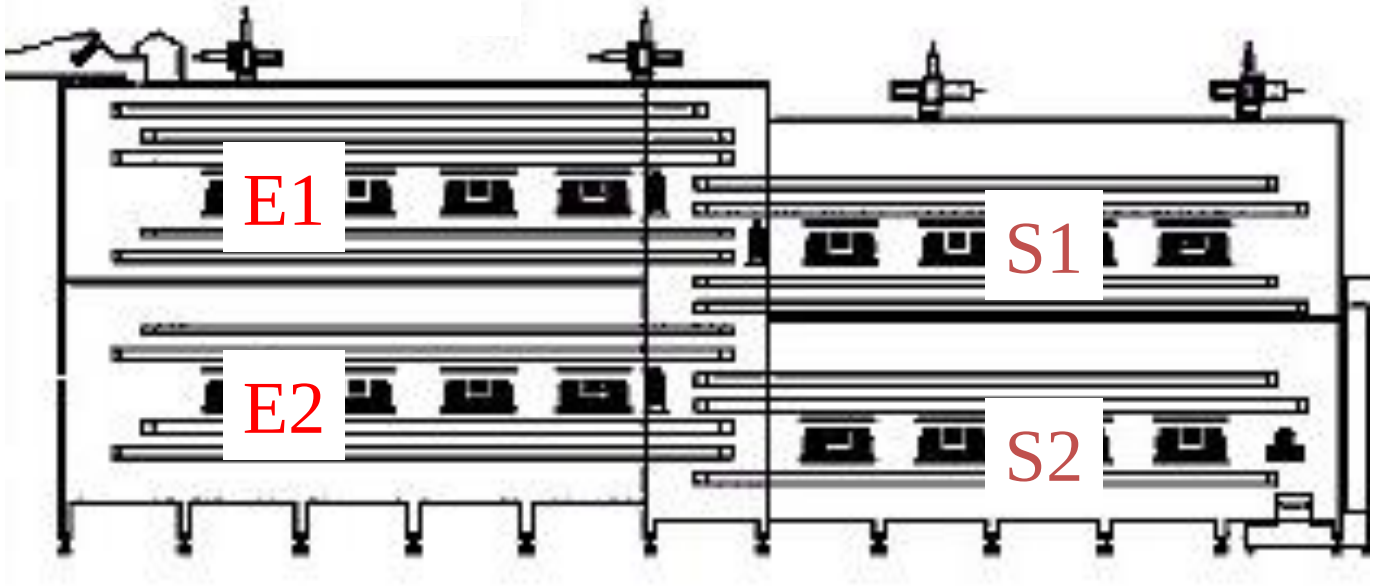
Fasi dell'essiccamento della pasta



E: Evaporazione

S: Stabilizzazione

Essiccatoio continuo a tunnel



Batterie radianti a circolazione d'acqua

Gruppi di ventilazione

Zone ventilate Zone di riposo

Fasi dell'essiccamento della pasta

Pre-essiccazione o incartamento

↓

Rinvenimento

↓

Essiccazione (disidratazioni e rinvenimenti successivi)

↓

Raffreddamento e stabilizzazione

Pre-essiccazione

La pasta all'uscita dalla trafila ha un'umidità del 31-32% e si presenta come un corpo plastico.

Ciò significa che tollera bene un trattamento anche drastico (elevate T) e supera la contrazione di volume senza problemi.

Durante la pre-essiccazione si porta l'umidità della pasta al 20% in 1-2 ore.

La massiccia perdita di acqua in pre-essiccazione è resa possibile proprio dalla struttura ancora plastica della pasta e dalla porosità capillare della stessa.

Essiccazione

Alla fine della pre-essiccazione la pasta non è più un corpo plastico bensì elastico: se deformata (come a causa della contrazione di volume) tende a ritornare allo stato iniziale per cui si determinano tensioni interne che, se superano l'elasticità, possono causare rotture.

Da quel momento occorre controllare l'evaporazione con maggiore cautela cioè molto gradualmente per evitare tensioni interne nel prodotto che possano danneggiarlo.

Durante l'essiccazione la pasta passa dal 20% di umidità al 12% in circa 10 ore.

Temperature di essiccamento

Fino a qualche anno fa si eseguiva l'essiccamento a 50-55°C per 12-28 h, detto "a bassa temperatura-LT".

Oggi la tendenza prevalente è quella di condurre il processo con T max 70-85°C per 8-12 h ("Tecnologia HT" o "ad alta temperatura") con la T più elevata di solito durante la pre-essiccazione.

Sono state proposte anche tecnologie di essiccamento "ad altissime temperature" ("THT") con T max da 95 a 120°C, ma in Italia sono attualmente poco usate.

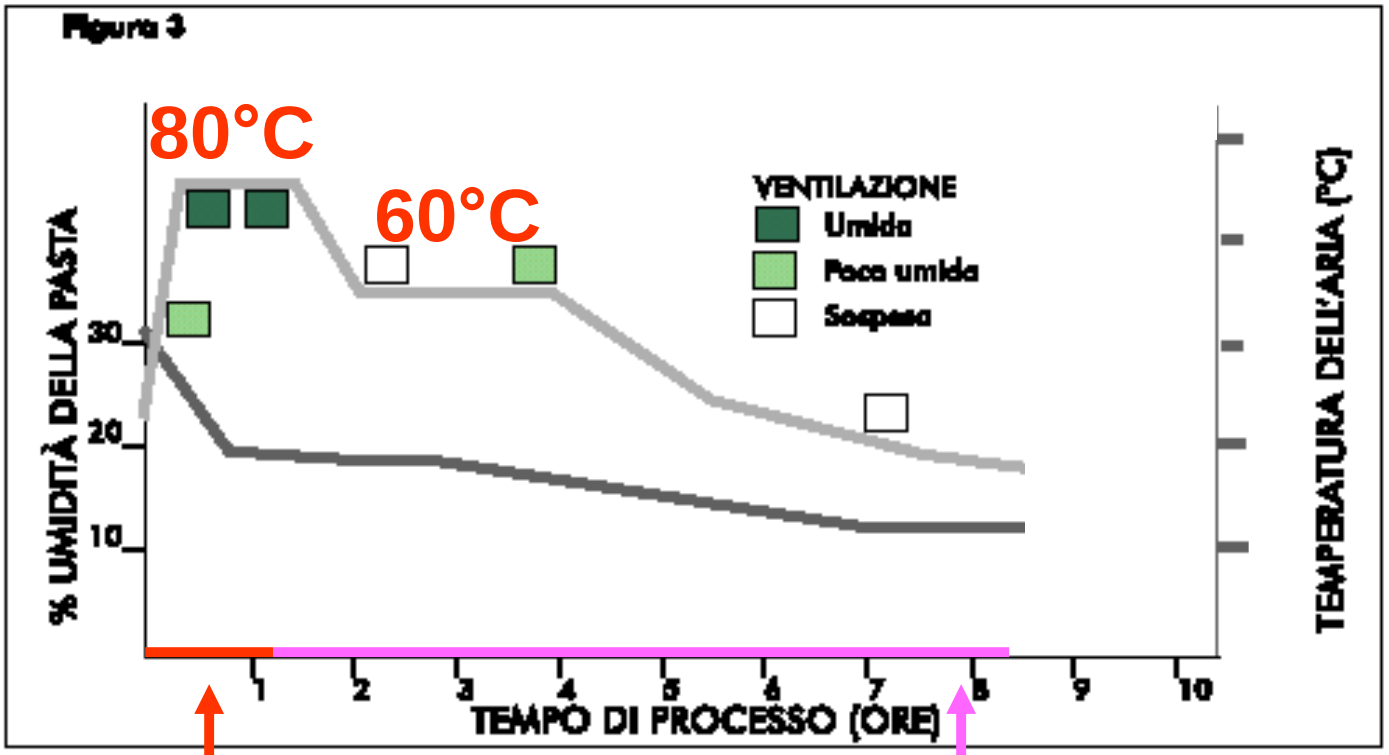
Diagrammi di essiccamento

Mostrano la durata e l'andamento del processo (in termini di umidità percentuale del prodotto) in funzione della temperatura e umidità relativa dell'ambiente di essiccazione.

I diagrammi differiscono a seconda

- **dei tipi e dei formati di pasta**
- **del tipo di tecnologia di essiccazione adottato**

Esempio di diagramma di essiccazione (pasta corta HT)



Pre-essiccazione

Essiccazione

Essiccazione ad alte temperature (HT, THT): vantaggi

1 inattivazione di enzimi ossidativi indesiderati e miglioramento del colore

2 denaturazione totale del glutine (a T pasta > 70°C) con incremento della tenuta alla cottura
- diminuzione di collosità

3 pastorizzazione del prodotto con migliori garanzie igieniche (a T>76°C)

4 contenimento dei tempi con maggior capacità produttiva oraria

Possibili inconvenienti

1) Reazione di Maillard

Provoca la formazione di composti scuri dati dalla reazione tra gruppi carbonilici (degli zuccheri riducenti) ed amminici (degli amminoacidi con funzioni amminiche libere).

Causa diminuzione della già scarsa lisina disponibile.

Può verificarsi quando il prodotto presenta bassi valori di umidità (<20%) e alti valori di T (>80°C). Per evitarla occorre usare semola a bassa attività amilasica e con poco amido danneggiato.

Possibili inconvenienti

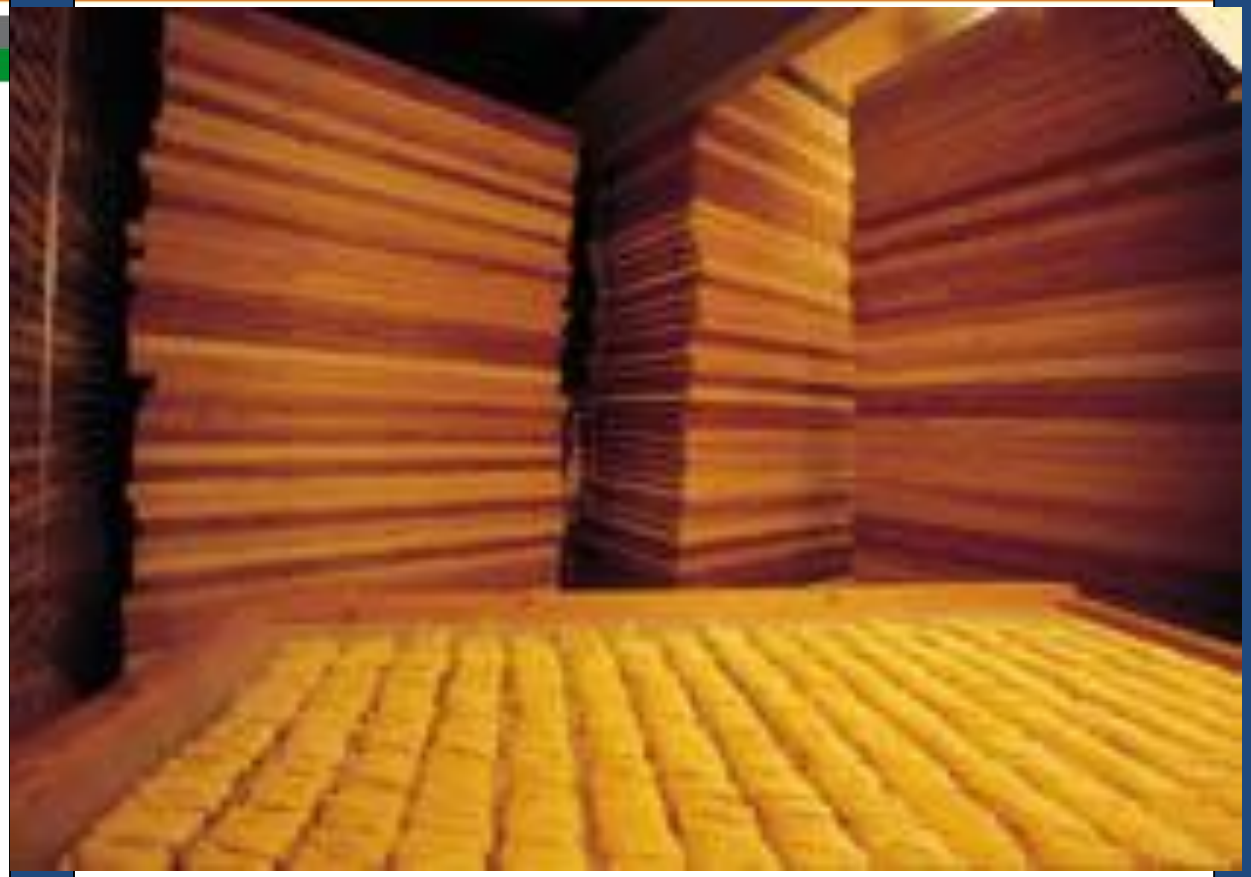
2) Gelatinizzazione dell'amido

Provoca rigonfiamento dei granuli di amido e rotture del reticolo glutinico con conseguente scarsa tenuta alla cottura.

Può verificarsi a T > 80-90°C quando il prodotto presenta un'umidità molto elevata.

Essiccazione pasta lunga

Essiccatoio statico



Disposizione della pasta da essiccare su telai in legno di faggio in essiccatoio statico (pastifici artigianali)

PANE

Il pane può essere considerato come l’alimento più antico preparato dall’uomo; è un prodotto ottenuto dalla cottura di un impasto di farina, acqua, e lievito. Nelle situazioni più antiche il grano era grossolanamente frammentato e veniva aggiunta l’acqua per l’impasto; la cottura avveniva poi direttamente sul fuoco o su una piastra rovente.

Il pane, riprendendo la definizione che ne viene data nella legge 580 è "*il prodotto ottenuto dalla cottura totale o parziale di una pasta convenientemente lievitata, preparata con sfarinati di grano, acqua e lievito, con o senza aggiunta di sale comune*". Se sono presenti solo questi ingredienti di base il pane è definito comune, in presenza di altri ingredienti si parla di pani speciali (pane al latte, all'olio, al sesamo ecc.).

Il pane comune è ulteriormente classificato in diversi tipi, sulla base della farina di partenza utilizzata: pane di tipo 00, 0, di semola stanno ad indicare l'impiego nella produzione del pane rispettivamente di farine 00, 0 o di semola di grano duro.

Metodi di panificazione

Metodi diretti:
tutti gli ingredienti sono miscelati in un'unica fase di impastamento.

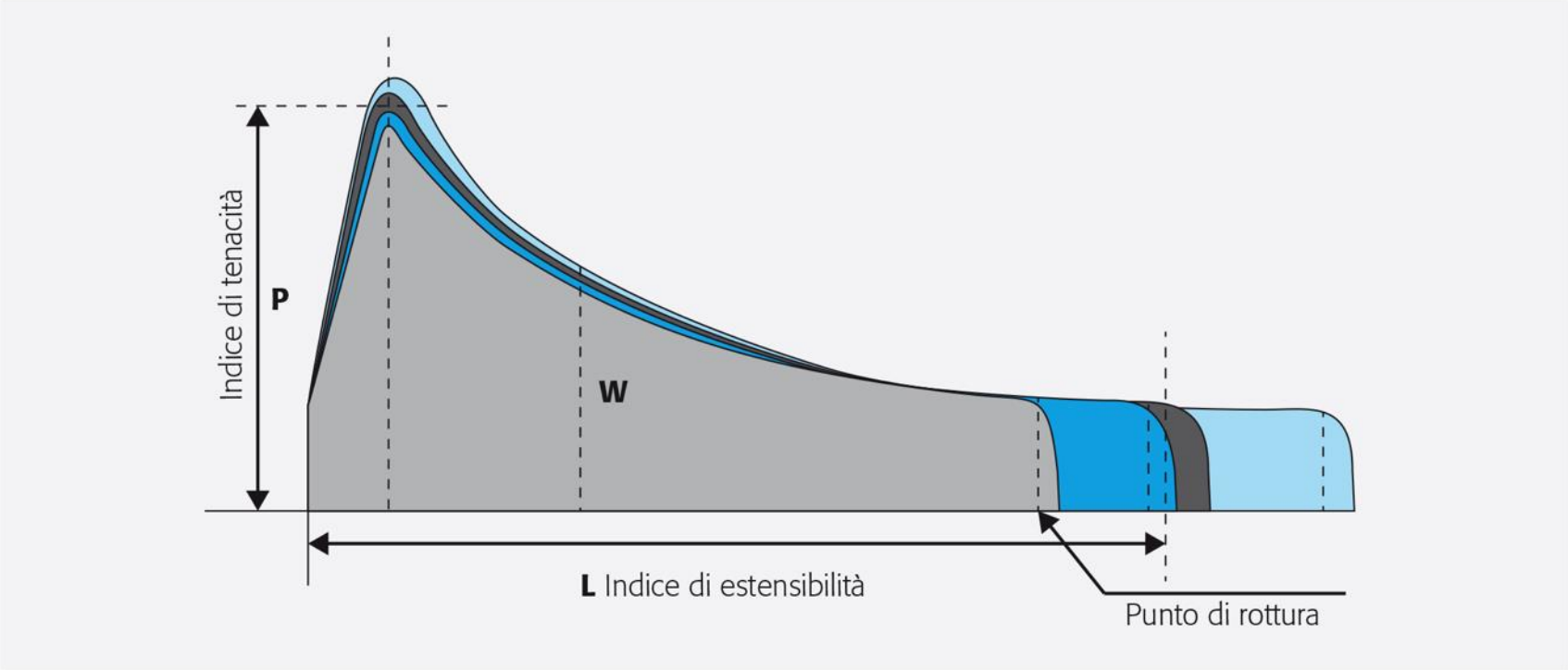
Metodi indiretti:
si impastano gli ingredienti in più fasi.
Si prepara inizialmente un preimpasto (biga) di farina, acqua e lievito che viene lasciato fermentare per un certo numero di ore e poi addizionato di altri ingredienti (acqua, farina, sale) e reimpastato (rinfresco) per dare l'impasto finale.
Si lievita a più riprese molte volte (lunga durata).

Metodo usato per pani tradizionali di tipo artigianale.

IMPASTAMENTO

È la prima tappa nella fabbricazione del pane e permette la formazione di una pasta liscia, omogenea, tenace, viscoelastica a partire dai due semplici componenti di base: la farina e l'acqua. Allorché i due ingredienti base sono mescolati, l'impasto subisce importanti trasformazioni in quanto le particelle di farina si idratano e l'insieme perde le caratteristiche di granulosità diventando una pasta liscia e omogenea.

IMPASTAMENTO



IMPASTAMENTO

Tabella 25.6 **Proprietà reologiche delle farine e loro utilizzo**

Tipi di farina		
Farine forti	$W > 250$ e $P/L > 0{,}70$	farine di forza da utilizzare solo in miscela
	$160 < W < 250$ e $P/L > 0{,}70$	farine di media forza, ma non troppo tenaci
	$160 < W < 250$ e $P/L < 0{,}40$	farine di media forza, ma non troppo estensibili
Farine medie	$160 < W < 250$ e $0{,}40 < P/L < 0{,}60$	farine di media forza, equilibrate e con ottima attitudine alla panificazione
Farine deboli	$120 < W < 160$ e $0{,}40 < P/L < 0{,}60$	farine deboli, ma equilibrate e con scarsa attitudine alla panificazione
	$W < 120$ e qualsiasi valore di P/L	farine scadenti per la panificazione che possono essere utilizzate per la produzione di biscotti secchi

- farine per biscotti: biscotti, secchi, wafer, gallette
- farine per pasticceria: tartine, pasta sfoglia, babà
- farine per panificazione (m. diretto / m. indiretto): rosetta, maggiolino, ciabatta, biove, pasta dura, baguettes, francesino
- farine per paste lievitate: pandoro, panettone, colomba, brioches, croissant

Fonte: Amaldi U., Bonzagni M., *La fisica in cucina*, Zanichelli, Bologna, 2014.

Fasi della panificazione con metodi diretti

impastamento

↓

lievitazione

↓

pesatura e divisione (spezzatura)

↓

formatura

↓

lievitazione finale

↓

cottura

Fasi della panificazione con metodi indiretti (biga)

Caratteristiche della materia prima (farina)

Si considerano:

- **la quantità e qualità del glutine presente**
- **l’attitudine fermentativa della farina**

Classificazione in base alla quantità di glutine

%Glutine

- Pane tradizionale, pasticceria a lunga lievitazione
- Pizze e pasta sfoglia
- Pane
- Biscotti

Tipi di impastatrice

Impastatrice a spirale. Effettua l'impastamento tramite una spirale che gira su un asse verticale. La velocità di impastamento può essere elevata (tempi ridotti). Usate per i panini.

Impastatrice a bracci tuffanti. Gli organi impastanti sono due bracci d'acciaio che entrano nella parte più interna della vasca e si risollevano dalla parte periferica, simulando il movimento delle braccia (impastamento lento). Usate per i pani artigianali.

Impastatrici a forcella: l'organo impastante è una forcella che ruota.

Tipi di impastatrice

A bracci tuffanti

A forcella

A spirale

Lievitazione

Biologica:
- Lievito industriale
- Lievito naturale

Non biologica:
- Lievitazione chimica
- Lievitazione fisica

Agenti lievitanti biologici

LIEVITO INDUSTRIALE

E' prodotto partendo da una coltura pura di *S. cerevisiae* opportunamente moltiplicata, sotto forma di lievito compresso (contenente il 70% di acqua e da conservare a 4°C) o di lievito secco.

LIEVITO NATURALE

E' un impasto di farina ed acqua lasciato inacidire spontaneamente grazie ai batteri lattici e ai lieviti presenti normalmente nelle materie prime e nell'ambiente ("impasto acido" o "lievito madre").

Impieghi del lievito naturale

- Pani tipici regionali italiani
- Alcuni prodotti dolciari da forno (panettone, pandoro, colomba, cornetto)
- Cracker
- In nord Europa, è tipico il suo uso nel pane di segale

Rispetto al lievito compresso, il lievito naturale presenta il vantaggio di conferire migliori caratteristiche organolettiche con sapore lievemente acido ed aroma più ricco.

La maggiore acidità consente anche una miglior conservabilità grazie anche al minor sviluppo di muffe.

Agenti lievitanti chimici

Sono sostanze in grado di liberare CO_2.

Generalmente si usa $NaHCO_3$ in presenza di acidi quali tartarico, tartrato acido di K, sodio fosfato monobasico.

Si può anche usare $(NH_4)HCO_3$ o $(NH_4)_2CO_3$ che senza acidi (al calore) si decompongono in CO_2 e NH_3.

Sono necessari per tutti i prodotti da forno in cui si usano elevate quantità di zucchero tali da inibire i lieviti naturali.
L'alveolatura sarà molto fine ed aerata.

Cottura

E' l'operazione tramite la quale il pane assume una forma stabile e tutte le caratteristiche organolettiche tipiche.

Temperatura: 200-270°C
Tempo: variabile a seconda della pezzatura (1 ora per le forme di 1 kg; 15' per i panini)

La T all'interno della forma aumenta gradualmente e rimane minore che all'esterno (98-100°C).

Durante la cottura avviene l'evaporazione dell'acqua e una serie di altri processi chimico-fisici.

Cottura

Processi connessi con la cottura

Fino a 40-45°C: **intensificazione della fermentazione ed attività enzimatica; aumento di volume per dilatazione termica dei gas.**

65-80°C: **inizio coagulazione del glutine, inattivazione enzimi (α-amilasi 70-75°C, β-amilasi 70°C).**

100°C: **gelatinizzazione amido e completa coagulazione del glutine.**

Processi connessi con la cottura

120-140°C: destrinizzazione dell'amido e completa disidratazione della superficie, che solidifica (crosta).

140-150°C: caramellizzazione completa degli zuccheri

150-200°C: formazione del colore bruno e di sostanze dotate di aroma, dovute in parte alla reazione di Maillard e in parte alla caramellizzazione.

Caramellizzazione: reazione tra zuccheri semplici che porta a composti carbonilici ad alto PM di colore scuro e odore intenso.

Tipi di forno

A seconda che il combustibile sia posto all'interno o all'esterno della camera di cottura si parla di riscaldamento diretto o indiretto.

Riscaldamento diretto: si porta la camera di cottura a circa 350°C poi si toglie il combustibile e si inforna (antichi forni a legna).

Riscaldamento indiretto: si inforna il pane in camere di cottura riscaldate (a 200-300°C) esternamente con tubi di vapore o resistenze elettriche.

Tipi di forno

Cottura in forni a legna (riscaldamento diretto)

Difetti del pane

Sono dovuti ad errori di tecnologia o carenze della materia prima.

Difetti esterni: difetti di volume, di forma, di crosta.
Es. pane piatto (farina debole), crosta chiara (T forno troppo bassa, scarsa amilasi), crosta scura (contrario) distacco della crosta dalla mollica (eccessiva umidità camera di lievitazione).

Difetti interni: della mollica, dell'aroma.
Es. mollica collosa (eccesso di amilasi), alveoli grossi (fermentazione eccessiva), mollica spaccata (forno troppo caldo).