

Barbara Carrai

# Arte bianca

Materie prime, processi e controlli

Seconda edizione



1ª edizione: febbraio 2001  
2ª edizione: luglio 2010  
1ª ristampa della 2ª edizione: settembre 2017



© Copyright 2017 by «Edagricole - Edizioni Agricole di New Business Media srl»  
via Eritrea 21 - 20157 Milano  
Redazione: Piazza G. Galilei, 6 - 40123 Bologna  
Vendite: tel. 051/6575833; fax: 051/6575999  
e-mail: libri.edagricole@newbusinessmedia.it - <http://www.edagricole.it>

5338

Proprietà letteraria riservata - printed in Italy

*La riproduzione con qualsiasi processo di duplicazione delle pubblicazioni tutelate dal diritto d'autore è vietata e penalmente perseguibile (art. 171 della legge 22 aprile 1941, n. 633). Quest'opera è protetta ai sensi della legge sul diritto d'autore e delle Convenzioni internazionali per la protezione del diritto d'autore (Convenzione di Berna, Convenzione di Ginevra). Nessuna parte di questa pubblicazione può quindi essere riprodotta, memorizzata o trasmessa con qualsiasi mezzo e in qualsiasi forma (fotomeccanica, fotocopia, elettronica, ecc.) senza l'autorizzazione scritta dell'editore. In ogni caso di riproduzione abusiva si procederà d'ufficio a norma di legge.*

Realizzazione grafica: NCS media srl  
Impianti e stampa: Andersen Spa, Via Brughera IV - 28010 Boca (No)  
Finito di stampare nel settembre 2017

ISBN-978-88-506-5338-6

# Premessa

La conoscenza delle caratteristiche, della composizione chimica e dei requisiti delle materie prime, nonché delle modificazioni chimico-fisiche cui esse vanno incontro nel corso dei processi di trasformazione, riveste oggi grande importanza nella formazione degli operatori del settore alimentare sia artigianale che industriale.

Anche questa nuova edizione si rivolge a coloro che, studenti o operatori, sono entrati o si stanno avvicinando all'affascinante mondo dell'arte bianca e che, avendo già una preparazione di base, desiderano ampliare le proprie conoscenze relativamente alle tematiche scientifiche e tecniche.

Rispetto alla prima edizione, il testo è stato rivisto e aggiornato in ogni sua parte secondo la normativa vigente e ampliato con l'introduzione di nuovi argomenti, come la pasta, i prodotti da ricorrenza, i biscotti di pasticceria, l'etichettatura dei prodotti alimentari, degli OGM e dei prodotti biologici, i concetti di tracciabilità e rintracciabilità, le micotossine.

Tenuto conto dei riscontri favorevoli ottenuti con la prima edizione, è stata mantenuta la struttura originale del lavoro unitamente all'esposizione semplice e chiara, pur nel rispetto della corretta terminologia scientifica e di settore.

L'intento con cui è stato realizzato il testo rimane quello di offrire a studenti ed operatori un semplice strumento che possa costituire un ausilio tecnico e fornire nel contempo spunti e stimoli per ulteriori approfondimenti.

Per la lettura e per lo studio si propongono cinque percorsi didattici, ognuno indipendente dagli altri:

## **PERCORSO A: il pane**

La farina (cap. 2)

Gli agenti lievitanti (cap. 3)

L'acqua (cap. 4)

Le sostanze grasse (cap. 5)

Modificazioni chimico-fisiche dei prodotti (cap. 7)

Il freddo in panificazione (cap. 8)

Legislazione (appendice)

## **PERCORSO B: le paste lievitate**

La farina (cap. 2)

Gli agenti lievitanti (cap. 3)

Le sostanze grasse (cap. 5)

Zuccheri e dolcificanti (cap. 6)

I prodotti da ricorrenza (nel cap. 12)

Gli additivi alimentari (cap. 9)

Il confezionamento (cap. 11)

**PERCORSO C: prodotti dolciari**

La farina (cap. 2)  
Agenti lievitanti (cap.3)  
Sostanze grasse (cap. 5)  
Zuccheri e dolcificanti (cap. 6)  
Cacao e cioccolato (cap. 10)  
Additivi alimentari (cap. 9)  
Confezionamento (cap. 11)  
Tipologia dei prodotti dolciari (cap. 12)

**PERCORSO D: cereali e sfarinati**

I cereali (cap. 1)  
La farina (cap. 2)  
Le modificazioni chimico fisiche nei prodotti (cap. 7)  
Le analisi della farina (laboratorio)  
Legislazione (appendice)

**PERCORSO E: la pasta**

I cereali (cap. 1)  
La semola (nel capitolo 1 sui cereali)  
L'acqua (cap. 4)  
La pasta (cap. 13)  
Legislazione (appendice)



# Indice generale

<b>1. I CEREALI</b> .....	pag.	1
1.1 La diffusione dei cereali nel mondo .....	»	1
1.2 I cereali principali: frumento, riso, mais .....	»	2
1.2.1 Il frumento.....	»	2
1.2.2 Il riso.....	»	15
Schema 1 - Raccolta e produzione del riso.....	»	16
Schema 2 - I prodotti del riso.....	»	20
1.2.3 Il mais.....	»	21
Schema 3 - Lavorazione del mais.....	»	24
1.3. I cereali minori.....	»	27
1.3.1 L'avena.....	»	27
1.3.2 L'orzo.....	»	28
1.3.3 La segale.....	»	29
1.3.4 Il miglio.....	»	30
1.3.5 Il farro.....	»	30
1.3.6 Il triticale.....	»	31
1.3.7 Il sorgo.....	»	32
1.3.8 Il grano saraceno.....	»	33
1.3.9 L'amaranto.....	»	34
<b>2. LA FARINA</b> .....	»	35
2.1 Le caratteristiche chimiche delle farine .....	»	35
2.2 I componenti della farina.....	»	36
2.2.1 Acqua.....	»	36
2.2.2 Sali minerali.....	»	36
2.2.3 Proteine .....	»	36
2.2.4 Glucidi.....	»	37
2.2.5 Lipidi .....	»	39
2.2.6 Vitamine.....	»	39
2.3 Il controllo dei requisiti legali delle farine.....	»	41
2.4 Il controllo delle proprietà tecnologiche delle farine.....	»	41
2.5 Le proprietà reologiche degli impasti.....	»	42
2.5.1 Alveografo di Chopin.....	»	42
2.5.2 Farinografo di Brabender.....	»	46
2.5.3 Estensografo di Brabender.....	»	49
2.6 Qualità di proteine e glutine.....	»	51

2.7 L'attitudine fermentativa delle farine.....	pag.	51
2.7.1 Gli enzimi.....	»	51
2.7.2 Gli enzimi della farina.....	»	53
Schema 4 - Diagramma di produzione del malto.....	»	58
2.7.3 La valutazione dell'attitudine fermentativa della farina.....	»	60
<b>3. AGENTI LIEVITANTI.....</b>	»	65
3.1 La lievitazione biologica.....	»	65
3.1.1 Il lievito.....	»	65
3.1.2 Produzione del lievito e controlli sul prodotto finito.....	»	67
Schema 5 - Produzione del lievito.....	»	69
3.1.3 Stoccaggio del lievito.....	»	71
3.1.4 Il fenomeno della fermentazione.....	»	71
3.1.5 Il lievito in panificazione.....	»	73
3.1.6 I fattori che influenzano la fermentazione.....	»	75
3.1.7 Il lievito naturale.....	»	77
Schema 6 - Lavorazione del panettone.....	»	81
3.2 La lievitazione non biologica.....	»	82
3.2.1 La lievitazione chimica.....	»	82
3.2.2 La lievitazione fisica.....	»	83
<b>4. L'ACQUA.....</b>	»	85
4.1 Caratteristiche dell'acqua.....	»	85
4.1.1 Le caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua.....	»	85
4.1.2 L'acqua potabile.....	»	86
4.1.3 La potabilizzazione dell'acqua.....	»	88
4.2 Impiego dell'acqua.....	»	90
4.2.1 L'acqua nei prodotti da forno.....	»	90
4.2.2 Controlli sulle acque.....	»	93
<b>5. LE SOSTANZE GRASSE.....</b>	»	95
5.1. Caratteristiche chimico-fisiche dei lipidi.....	»	95
5.2 I grassi di origine animale.....	»	98
5.2.1 Il burro.....	»	98
Schema 7 - Lavorazione del burro.....	»	99
5.2.2 Lo strutto.....	»	100
5.3 I grassi di origine vegetale.....	»	102
5.3.1 L'olio d'oliva.....	»	102
Schema 8 - Produzione dell'olio d'oliva.....	»	103
5.3.2 Le miscele di grassi.....	»	105
5.3.3 Il burro di cacao.....	»	107
5.3.4 I grassi laurici.....	»	108
5.3.5 Gli oli vegetali.....	»	108
5.4 L'utilizzo dei grassi.....	»	108
5.4.1 Le caratteristiche reologiche dei grassi.....	»	108
5.4.2 Il ruolo dei lipidi in panificazione e nei prodotti da forno.....	»	109
5.4.3 Gli emulsionanti.....	»	112
5.4.4 Le alterazioni dei grassi.....	»	113

<b>6. ZUCCHERI E DOLCIFICANTI.....</b>	pag. 115
6.1 Il saccarosio .....	115
<i>Schema 9 - Produzione dello zucchero.....</i>	118
6.2 Il miele.....	120
6.2.1 <i>La produzione del miele.....</i>	120
6.2.2 <i>Le proprietà fisiche del miele.....</i>	123
6.2.3 <i>Le alterazioni del miele.....</i>	125
6.2.4 <i>Le frodi sul miele.....</i>	126
6.2.5 <i>I controlli analitici sul miele.....</i>	127
6.3 Gli altri dolcificanti naturali .....	128
6.3.1 <i>Zucchero invertito.....</i>	128
6.3.2 <i>Destrosio, fruttosio, maltosio e lattosio.....</i>	129
6.3.3 <i>Gli sciroppi.....</i>	130
6.3.4 <i>L'impiego dei dolcificanti nei prodotti da forno.....</i>	131
<b>7. LE MODIFICAZIONI CHIMICO-FISICHE NEI PRODOTTI.....</b>	135
7.1 La formazione degli impasti.....	135
7.1.1 <i>Il meccanismo di formazione dell'impasto.....</i>	135
7.1.2 <i>I miglioratori dell'impasto.....</i>	139
7.2 Le modificazioni durante la cottura.....	144
7.2.1 <i>La trasmissione del calore.....</i>	144
7.2.2 <i>La cottura.....</i>	147
<i>Schema 10 - La reazione di Maillard.....</i>	149
7.3 Le modificazioni del prodotto durante la conservazione.....	150
7.3.1 <i>L'invecchiamento del pane.....</i>	150
7.3.2 <i>Le malattie e i difetti del pane.....</i>	153
<b>8. L'IMPIEGO DEL FREDDO IN PANIFICAZIONE.....</b>	157
8.1 Il controllo della fermentazione.....	157
8.1.1 <i>Le fasi della fermentazione.....</i>	157
<i>Schema 11 - Panificazione con metodo diretto.....</i>	158
<i>Schema 12 - Panificazione con metodo indiretto.....</i>	159
8.1.2 <i>La conduzione della fermentazione nei vari metodi di panificazione.....</i>	160
<i>Schema 13 - Influenza dei vari metodi di panificazione sulla fermentazione.....</i>	162
8.2 Il controllo della fermentazione con il freddo.....	163
8.2.1 <i>I vantaggi dell'impiego del freddo in panificazione.....</i>	163
<i>Schema 14 - La conservazione a basse temperature.....</i>	163
8.2.2 <i>I fattori che influenzano la fermentazione controllata.....</i>	165
8.3 Il surgelamento.....	166
8.3.1 <i>La conservazione per surgelamento.....</i>	166
8.3.2 <i>Il surgelamento applicato al pane.....</i>	168
<i>Schema 15 - La surgelazione del pane.....</i>	169
<b>9. GLI ADDITIVI ALIMENTARI.....</b>	171
9.1 La funzione degli additivi.....	171
9.2 L'impiego degli additivi nei prodotti da forno.....	174

<b>10. CACAO E CIOCCOLATO</b> .....	pag. 179
10.1 Il cacao.....	» 179
10.1.1 <i>La classificazione del cacao</i> .....	» 182
<i>Schema 16 - Flusso tecnologico di lavorazione del cacao</i> .....	» 183
10.1.2 <i>Composizione del cacao</i> .....	» 184
10.2 Il cioccolato.....	» 185
10.2.1 <i>La produzione del cioccolato</i> .....	» 185
10.2.2 <i>La conservazione</i> .....	» 191
<i>Schema 17 - Produzione cioccolato</i> .....	» 192
10.2.3 <i>I tipi di cioccolato</i> .....	» 193
10.2.4 <i>I controlli sul cioccolato</i> .....	» 196
<b>11. IL CONFEZIONAMENTO</b> .....	» 199
11.1 L'imballaggio.....	» 199
11.1.1 <i>La funzione dell'imballaggio</i> .....	» 199
11.1.2 <i>I materiali</i> .....	» 200
11.2 Il confezionamento dei prodotti da forno.....	» 202
11.3 Le tecnologie di packaging.....	» 203
11.4 L'etichettatura alimentare.....	» 205
11.4.1 <i>L'etichettatura nutrizionale</i> .....	» 208
11.4.2 <i>Gli OGM</i> .....	» 209
11.4.3 <i>Prodotti biologici</i> .....	» 211
11.4.4 <i>Rintracciabilità e tracciabilità</i> .....	» 211
<b>12. TIPOLOGIA DEI PRODOTTI DA FORNO E DOLCIARI</b> .....	» 213
12.1 I prodotti alternativi al pane.....	» 213
12.1.1 <i>Il pane in cassetta</i> .....	» 213
12.1.2 <i>Cracker</i> .....	» 213
<i>Schema 18 - Produzione di fette tostate</i> .....	» 214
<i>Schema 19 - Produzione di cracker</i> .....	» 215
12.2 I biscotti.....	» 213
<i>Schema 20 - Produzione di biscotti laminati e da rotativa</i> .....	» 217
<i>Schema 21 - Diagramma di flusso della produzione di biscotti colati in stampi</i> .....	» 218
12.2.1 <i>I prodotti estrusi</i> .....	» 219
12.3 Classificazione dei prodotti dolciari.....	» 219
12.3.1 <i>Le merendine da forno</i> .....	» 220
12.3.2 <i>I prodotti a base di zucchero</i> .....	» 220
<i>Schema 22 - Produzione merendine</i> .....	» 221
<i>Schema 23 - Produzione del torrone</i> .....	» 224
<i>Schema 24 - Produzione di toffees</i> .....	» 226
12.3.3 <i>I prodotti da ricorrenza</i> .....	» 227
12.3.4 <i>Biscotti di pasticceria</i> .....	» 230
<b>13. LA PASTA</b> .....	» 233
13.1 Definizione.....	» 233
13.2 La pastificazione.....	» 233
13.2.1 <i>L'impastamento</i> .....	» 235
13.2.2 <i>La formatura</i> .....	» 235

13.2.3 L'essiccamento.....	pag. 236
13.2.4 La pastorizzazione.....	» 237
13.3 Tipi di pasta.....	» 238
13.4 La qualità della pasta.....	» 239
<b>LABORATORIO</b> .....	» 241
<b>14. ANALISI DELLE FARINE</b> .....	» 243
14.1 Determinazione dell'umidità (metodo ufficiale).....	» 243
14.2 Determinazione del tenore in ceneri della farina.....	» 244
14.3 Determinazione del glutine secco nella farina (metodo ufficiale).....	» 245
14.4 Determinazione delle sostanze azotate in cereali e derivati (metodo ufficiale).....	» 247
14.5 Determinazione delle sostanze grasse totali su cereali e derivati.....	» 249
14.6 Test di sedimentazione in S.D.S. secondo Zeleny (modificato da Preston <i>et al.</i> , 1982).....	» 250
14.7 Determinazione dell'acido ascorbico nella farina (metodo ufficiale).....	» 251
14.8 Determinazione dell'acidità libera negli sfarinati (metodo ISS revisionato).....	» 252
14.9 Determinazione dell'acidità titolabile e del pH della pasta.....	» 253
14.10 Prova alveografica (ICC-STANDARD N. 121).....	» 255
14.11 Prova farinografica.....	» 258
14.12 Indice di Hagberg (Indice di caduta o falling number - ISO n. 3093).....	» 260
14.13 Determinazione delle impurità solide (filth test) negli sfarinati e nei prodotti di trasformazione.....	» 261
14.14 Metodo A.A.C.C. (metodo dell'idrolisi acida).....	» 263
<b>15. ANALISI DELL'ACQUA</b> .....	» 265
15.1 Determinazione della durezza totale dell'acqua.....	» 265
15.2 Determinazione della durezza temporanea e permanente.....	» 266
15.3 Ricerca e determinazione dello ione ammonio.....	» 266
15.4 Ricerca e determinazione dei nitriti nell'acqua.....	» 266
15.5 Ricerca e determinazione dei nitrati nell'acqua.....	» 267
15.6 Ricerca e determinazione dei cloruri nell'acqua.....	» 268
<b>16. I GRASSI</b> .....	» 269
16.1 Determinazione della sostanza grassa in un alimento (metodo Soxhlet).....	» 269
16.2 Determinazione dell'acidità dell'olio.....	» 270
16.3 Determinazione del numero di perossidi.....	» 272
16.4 Determinazione del numero di iodio.....	» 273
16.5 Determinazione della rancidità (reazione di Kreiss).....	» 275
16.6 L'analisi strumentale sulle sostanze grasse.....	» 275
16.6.1 Gascromatografia.....	» 276
16.6.2 Spettrofotometria.....	» 277
16.6.3 Tecniche combinate.....	» 278
<b>17. ANALISI DEGLI ALIMENTI ZUCCHERINI, IL MIELE</b> .....	» 279
17.1 La polarimetria nell'analisi degli alimenti zuccherini.....	» 279
17.2 Il miele.....	» 280
17.2.1 Preparazione del campione.....	» 280
17.2.2 Determinazione dell'umidità del miele.....	» 280

17.2.3	Determinazione dell'acidità del miele.....	pag. 281
17.2.4	Determinazione del contenuto di sostanze insolubili in acqua.....	» 282
17.2.5	Determinazione degli zuccheri riducenti del miele.....	» 283
17.2.6	Determinazione del contenuto apparente in saccarosio nel miele.....	» 284
17.2.7	Determinazione dell'idrossimetilfurfurale.....	» 285
17.2.8	Determinazione dell'indice diastatico.....	» 286
<b>18.</b>	<b>ANALISI DEL CACAO IN GRANI E IN POLVERE.....</b>	<b>» 287</b>
18.1	Cut test.....	» 287
18.2	Degustazione del cacao e della polvere di cacao.....	» 288
18.3	Determinazione dell'umidità.....	» 288
18.4	Determinazione delle ceneri di cacao.....	» 288
18.5	Determinazione dell'alcalinità delle ceneri.....	» 289
18.6	Analisi dei prodotti di cacao.....	» 289
	<b>APPENDICE: LEGISLAZIONE.....</b>	<b>» 291</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>» 305</b>

# 1. I cereali

## 1.1 LA DIFFUSIONE DEI CEREALI NEL MONDO

La coltivazione e l'uso dei cereali da parte dell'uomo risalgono a tempi antichi. Sono stati ritrovati semi dell'era del Paleolitico conservati grazie ad una carbonizzazione più o meno completa: sembra, infatti, che questi semi venissero tostati per liberarli da un involucro indigesto o difficile da rompere.

Dal 10000 al 7000 a.C. le popolazioni della riva orientale del Mediterraneo, in Siria e Palestina praticavano già lungo i fiumi una vera e propria coltivazione di orzo e di grano seminati sul limo depositato durante le inondazioni. Verso il 3000 a.C. dalla valle del Nilo fino al fiume Indo quasi tutte le popolazioni conoscevano le tecniche di irrigazione del suolo in superficie e a volte anche di irrigazione sotterranea e ricorrevano, più che a un'aratura vera e propria, a un semplice spargimento di semi.

Negli scavi effettuati a Gerico, sulle rive del Giordano, in corrispondenza di un villaggio del X millennio a. C. furono ritrovati fossili di cereali, orzo, e grano, che avevano perso la buccia fragile tipica delle graminacee selvatiche. Questo dimostra che tale mutazione ebbe inizio in tempi molto antichi.

Nell'antichità i due cereali più importanti e sfruttati furono l'orzo e il grano. Il termine grano è attribuito a due specie primitive: il farro minore (*Triticum monococcum*) ed il farro medio (*Triticum dicoccum*), il primo dei quali è ritenuto il più antico. Il *Triticum dicoccum*, resistente ma poco produttivo e difficilmente panificabile, è stato sostituito a poco a poco dai veri e propri tipi di frumento o grano tenero (*Triticum aestivum* o *vulgare*).

In Cina si fece uso per molto tempo di un altro cereale che andò rapidamente diffondendosi in India, poi in Africa e nel sud dell'Europa, dove tenne testa per un certo tempo al mais venuto dall'America: il miglio.

Anche ai tempi degli etruschi la preferenza andava al miglio, mentre i romani consumarono a lungo l'orzo. Con l'elevazione graduale del

loro livello di vita, l'orzo venne sempre più declassato, fino ad essere riservato sotto forma di pappa ai militari messi agli arresti. Nel XVII secolo, nei conventi, i religiosi colpevoli di qualche mancanza facevano penitenza con acqua e pane d'orzo. Questo cereale dal quale si ricava la birra resterà invece per i galli il cereale favorito anche dopo la conquista romana, nonostante la coltivazione estensiva del frumento imposta dalla colonizzazione.

Dall'Alto Medioevo, ai cereali si aggiunse una poligonacea, il grano saraceno, detto anche grano nero, originario della Mancuria: molto resistente, sopravviveva nelle terre in cui orzo, grano e persino segale non spuntavano. Si poteva utilizzare per preparare gallette, pappe o crepes che sono ancora una specialità bretone.

La segale, inizialmente considerata un'erbaccia avventizia del frumento, fu coltivata nell'Europa occidentale solo all'inizio dell'era cristiana, anche se i traci, i macedoni e gli slavoni la utilizzavano già in epoca ellenica. I greci la disdegnavano e i romani la riservavano, mescolata al farro, alla plebe. Nel Medioevo fu invece particolarmente apprezzata come ingrediente del panpepato. Oggi è ancora largamente consumata nell'Europa centrale ed in Scandinavia.

Il riso da cinquemila anni è il re dell'Asia meridionale e orientale. Fu introdotto in Persia e Mesopotamia verso il V secolo a. C. ed arrivò successivamente in Egitto e Siria. Le prime risaie del sud della Spagna si devono ai mori stabilitisi in Andalusia. In Italia i primi tentativi di impiantare una risaia risalgono al Medioevo. Alla fine del XIII secolo i duchi Visconti di Milano si interessarono personalmente a questa coltivazione ma solo con i loro successori Galeazzo Sforza e Ludovico il Moro prese l'avvio un'ampia diffusione del riso nel bacino del Po, accompagnata purtroppo da una forma di malaria endemica che affliggeva i lavoratori delle campagne.

Infine, già dieci secoli prima dell'era cristiana, dal Messico al Perù si coltivava il mais, che rivestiva per tali popolazioni un significato particolare. Il grande libro dei Maya diceva: "Il primo uomo era fatto d'argilla e fu distrutto da un'inondazione. Il secondo uomo era fatto di legno e fu disperso dalla grande pioggia. Solo il terzo uomo sopravvisse. Era fatto di mais." Cinquant'anni dopo il primo viaggio di Colombo, il mais arrivò in Europa dove acquistò rapidamente popolarità diffondendosi largamente.

## 1.2 I CEREALI PRINCIPALI: FRUMENTO, RISO, MAIS

### 1.2.1 IL FRUMENTO

Il frumento è alimento essenziale per molti popoli, largamente coltivato per la sua adattabilità ai vari tipi di terreno e di clima (fig. 1.1).



Appartiene al genere *Triticum*, di cui esistono diverse specie, due delle quali rivestono particolare importanza commerciale: il *Triticum aestivum* o *vulgare* o grano tenero e il *Triticum durum* o grano duro. Le due specie di grano differiscono tra loro soprattutto per i prodotti che si ricavano dalla loro macinazione. Nel grano tenero la cariosside, cioè il seme, si presenta alla frattura bianca e facilmente sfarinabile e fornisce farine adatte alla panificazione. La cariosside di grano duro presenta alla frattura colore ambrato e spigoli netti e fornisce un prodotto chiamato semola utilizzato nella produzione di pasta. Le differenze **bromatologiche** tra tenero e duro riguardano sostanzialmente il contenuto in proteine, che è lievemente superiore nel grano duro. Nella cariosside possono essere distinte strutturalmente tre parti:

- pericarpo o parte corticale
- endosperma o mandorla farinosa
- germe o embrione.

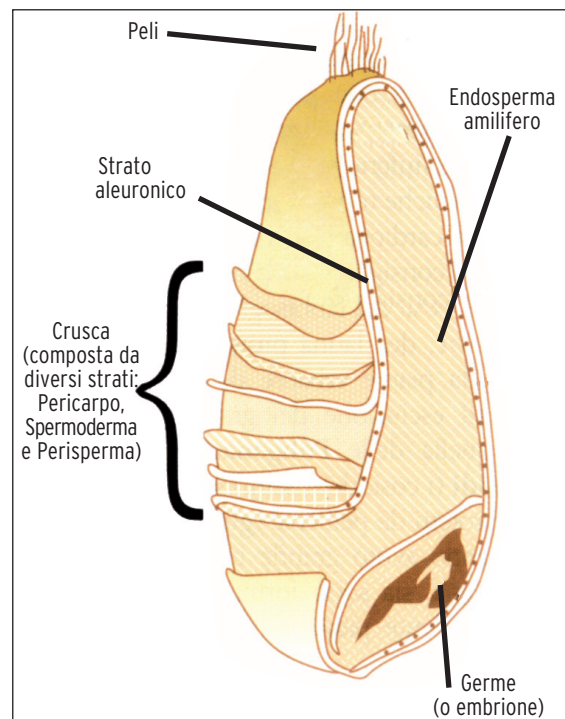
Un'analisi più approfondita permette di riconoscere, in ognuna delle tre parti, ulteriori suddivisioni (fig. 1.2).

La **parte corticale**, che comprende il **pericarpo** propriamente detto e lo **spermoderma**, ha la funzione di proteggere seme ed embrione ed è conosciuta comunemente come **crusca**. La crusca

**Bromatologia:**  
scienza che studia  
la composizione e le  
trasformazioni degli  
alimenti



**Fig. 1.1** | Il frumento (foto Archivio Edagricole).



**Fig. 1.2** | La cariosside (da M. Marconi, D. Fajner, G. Benevelli, G. Nicoli, *Dentro al gusto*, Edagricole, 2007).

è costituita prevalentemente da cellulosa e sali minerali. Anche la maggior parte delle vitamine del grano è localizzata in questa sede. Con la macinazione tale strato viene allontanato e ciò comporta una diminuzione del valore nutritivo dei prodotti ricavati rispetto al grano di partenza. Per questo motivo molti paesi, tra i quali gli U.S.A., hanno ammesso l'integrazione delle farine effettuata attraverso l'aggiunta ad esse di vitamine e sali minerali.

L'**endosperma** o mandorla farinosa è costituito dallo strato aleuronico e dall'endosperma vero e proprio. Lo **strato aleuronico** è formato da cellule monostratificate ricche di proteine ad alto valore biologico, vitamine e sali minerali, enzimi e lipidi. L'**endosperma** rappresenta la parte preponderante della cariosside ed è costituito da cellule contenenti soprattutto proteine di riserva e amido e di dimensioni decrescenti dal centro verso la periferia del seme. Il contenuto proteico diminuisce gradualmente verso l'interno della cariosside, pertanto gli strati più periferici della mandorla amilacea forniscono farine più ricche in proteine. L'amido è contenuto nelle cellule dell'endosperma sotto forma di granuli, caratterizzati da dimensioni maggiori verso il centro del chicco. La forma e la dimensione dei granuli sono caratteristici per ogni cereale e ciò consente il riconoscimento degli sfarinati attraverso un semplice esame microscopico.

L'**embrione** rappresenta l'apparato da cui si formerà una nuova pianta nelle condizioni adatte alla germinazione. È rivestito da uno strato epiteliale detto **scutello**, che fornisce sostanze nutritive nel corso della germinazione. L'embrione ha una composizione chimica caratterizzata da un elevato contenuto in lipidi e in protidi.

#### VALUTAZIONE COMMERCIALE DEL FRUMENTO

**Commercialmente** il frumento deve soddisfare determinati **requisiti di qualità fisica** riguardanti:

- **tenore in umidità;**
- **impurezze varie** (chicchi avariati, sassi, sabbia, frammenti legnosi, pule, semi di erbe infestanti, segale cornuta, insetti morti, nonché gli elementi trattenuti da vaglio con fessure di mm  $3,5 \times 20$  e quelli passanti da vaglio con fessure di mm  $1 \times 20$ );
- **impurità relative ai chicchi** (chicchi di altri cereali e semi estranei, chicchi attaccati da insetti, chicchi che presentano colorazione o alterazione del germe, chicchi verdi non completamente maturi, chicchi passanti da vaglio con fessure di mm  $2 \times 20$ , esclusi chicchi spezzati);
- **chicchi spezzati;**
- **chicchi cariati;**
- **peso ettolitrico.**

**Il peso specifico apparente o peso ettolitrico è il peso delle cariossidi riferito ad un dato volume.** La misurazione viene effettuata con la bilancia pesagrani provvista di un apposito contenitore per i chicchi di capacità di un litro o di 0,250 l. **Viene espresso in**

**kilogrammi/ettolitro (kg/hl).** Si parla di peso specifico apparente a causa dei notevoli spazi vuoti tra i chicchi. Il suo valore varia in generale secondo la qualità del frumento, le condizioni del suolo e del clima, aumenta con l'aumentare del peso specifico effettivo, con la diminuzione dell'umidità del grano e dipende anche dalla forma delle cariossidi. Varietà come Centauro sono passate dal 1997 al 1998 da un peso ettolitrico di 78,5 a 78,7 kg/hl, Mieti da 79,2 a 80,9 kg/hl, Pandas da 80,1 a 81,5 kg/hl (dati dell'Unità studi sui cereali sulle "Caratteristiche qualitative e tecnologiche delle varietà di frumento coltivate in Italia", 1998). Il peso specifico apparente dei vari cereali è riportato in tabella 1.1.

#### VALUTAZIONE TECNOLOGICA DEL FRUMENTO

La qualità del frumento tenero viene definita anche sulla base di **criteri tecnologici**:

- **idoneità della pasta** ottenuta dalla farina di frumento **ad essere lavorata meccanicamente**;
- tenore di **proteine** sulla sostanza secca;
- **indici alveografici** (P/L e W);
- **stabilità** (indice farinografico);
- **indice di sedimentazione in SDS** secondo Zélény (v. cap. 2);
- **indice di caduta di Hagberg** (v. cap. 2).

Il frumento è classificabile in numerose varietà, dalle caratteristiche e prestazioni tecnologiche differenti. Per quanto riguarda il frumento tenero l'industria molitoria ha operato una classificazione che tiene conto dei suoi possibili impieghi (tab. 1.2).

La classificazione del grano tenero proposta nel 1997 dai vari componenti della filiera cerealicola, sulla base della classificazione già effettuata da Italmopa (Associazione degli Industriali Mugnai e Pastai) nel 1995, identifica le quattro categorie di frumento sulla base di parametri alveografici, farinografici e di valutazione dell'attività enzimatica (vedi cap. 2). Tali valutazioni vengono riassunte in un unico valore, detto Indice Sintetico di Qualità (ISQ, tab. 1.3).

**Tabella 1.1** | Peso specifico apparente dei principali cereali

Cereale	Peso specifico apparente (kg/hl)
Frumento	74-82
Risone	55-65
Riso brillato	80-85
Mais	73-74
Orzo	66-72
Segale	70-74
Avena	68-76

**Tabella 1.2** | Classificazione delle varietà di frumento tenero\* secondo l'indice sintetico di qualità (ISQ).

Classe	Varietà
<b>Frumenti di forza (FF)</b>	Aster, Barra, Francia, Genio, Golia, Manital, Mol, Sagittario, Salmone, Taylor, Zena
<b>Frumenti panificabili superiori (FPS)</b>	Albachiara, Ariete, Avorio, Blasco, Brasilia, Calodine, Colfiorito, Kalango, Lampo, Levis, Nomade, Palladio, Pandas, Serpico, Sirmione, Soissons
<b>Frumenti panificabili (FP)</b>	Abate, Africa, Agadir, Aubusson, Bilancia, Bolero, Botticelli, Centauro, Copernico, Enesco, Eridano, Etecho, Fiorenzo, Guadalupe, Guarnì, Idra, Isengrain, Mec, Mieti, Nobel, Palesio, Postano, Provinciale, Oderzo, Rabelais, Razes, Rodrigo, Santerno, Serio, Sibilla, Spada, Stroika, Tibet, Villanova
<b>Frumenti da biscotti (FB)</b>	Abbondanza, Artico, Aquileia, Bramante, Costanzo, Craklin Eureka, Orso, Primoasi, Veronese
<b>Frumenti per altri usi (FAU)</b>	Pascal, Tremie

\* Dai risultati riportati da Borghi et al. (Tecnica molitoria, 1998), Corbellini et al. (Tecnica molitoria, 1998), Empilli et al. (Molini d'Italia, 1999 e 2005)

**Tabella 1.3** | Classificazione dei frumenti teneri mediante l'Indice Sintetico di Qualità (ISQ). Gli intervalli di valori evidenziati sono quelli di riferimento, in corrispondenza dei quali il punteggio attribuito è 100. Per intervalli di valori inferiori o superiori, il punteggio attribuito è quello indicato in tabella (70 o 130).

Parametri Qualitativi	Forza (Ff)		Panif. Sup. (Fps)		Panif. (Fp)		Biscott. (Fb)	
	Limiti	Punti	Limiti	Punti	Limiti	Punti	Limiti	Punti
<b>Proteine(%)</b>	12,5-13,5	70	10,5-11,5	70	9-10	70	11-10	70
	<b>13,5-14,5</b>	<b>100</b>	<b>11,5-12,5</b>	<b>100</b>	<b>10-nov</b>	<b>100</b>	<b>10-9</b>	<b>100</b>
	> 14,5	130	> 12,5	130	> 11	130	< 9	130
<b>Stabilità (Min) Brabender</b>	11-13	70	7-9	70	3-5	70		70
	<b>13-16</b>	<b>100</b>	<b>9-11</b>	<b>100</b>	<b>5-6</b>	<b>100</b>	<b>&lt; 4</b>	<b>100</b>
	>16	130	>11	130	>6	130		130
	270-300	70	220-250	70	140-170	70	140-110	70
<b>W Alveogr.</b>	<b>300-340</b>	<b>100</b>	<b>&gt; 250</b>	<b>100</b>	<b>170-200</b>	<b>100</b>	<b>110-80</b>	<b>100</b>
	> 340	130			> 200	130	< 80	130
	1,8-1,2	70	1,2-0,8	70	1,2-0,7	70	0,7-0,5	70
<b>P/L Alveogr.</b>	<b>1,2-0,7</b>	<b>100</b>	<b>&lt; 0,8</b>	<b>100</b>	<b>&lt; 0,7</b>	<b>100</b>	<b>&lt; 0,5</b>	<b>100</b>
	< 0,7	130						130
<b>Peso Specif. (Kg/Hl)</b>	<b>&gt; 75</b>		<b>&gt; 75</b>		<b>&gt; 75</b>		<b>&gt; 75</b>	
<b>Indice di Hagberg (Sec)</b>	<b>&gt; 250</b>		<b>&gt; 220</b>		<b>&gt; 220</b>		<b>&gt; 220</b>	

Un esempio di classificazione di grano mediante ISQ può essere il seguente.

Peso ettolitrico (kg/hl)	Indice di Hagberg (sec)	Proteine (%)	Stabilità Brabender (min)	W alveogr.	P/L alveogr.	ISQ
78	260	14,0	14	320	0,9	FF 100

Per quanto riguarda il **frumento duro** una valutazione qualitativa deve tener conto anche del **tenore in ceneri e in proteine, dei chic-**

**chi volpati o fusariati, dei chicchi bianconati.** La bianconatura è un difetto dell'endosperma dovuto ad avversità climatiche e comporta una diminuzione di intensità del colore ambrato e un abbassamento del contenuto proteico del seme. Il **colore** è un parametro spesso preso in considerazione, che può essere determinato utilizzando la colorimetria a luce riflessa o la spettroscopia di riflettanza nel vicino infrarosso (NIR).

#### REQUISITI DELLA GRANELLA DI GRANO DURO

I requisiti richiesti alla granella di frumento duro dall'industria di prima trasformazione sono:

- **adeguata dimensione e omogeneità dei semi:** i semi dovrebbero essere di elevate e omogenee dimensioni, senza impurità e semi estranei;
- **elevata vitrosità:** i grani vitrei sono preferibili perché possono dare un'elevata resa in semola con limitata formazione di sfarinati più fini;
- **elevato peso ettolitrico:** i semi sani hanno generalmente un peso ettolitrico elevato;
- **adeguato contenuto in ceneri;**
- **elevato contenuto proteico.**

**Tabella 1.4** | Classificazione dei frumenti duri in relazione alle norme UNI (D'Egidio et al., 2006).

Parametro qualitativo della granella	Classi di qualità del frumento duro		
	1°	2°	3°
Peso ettolitrico (cariossidi) kg/hl	≥ 80	≥ 78 e < 80	≥ 75 e < 78
Proteina (cariossidi) % s.s.	≥ 14,5	≥ 13,0 e < 14,5	≥ 11,5 e < 13,0
W alveografico (cariossidi e semola)	≥ 250	≥ 180 e < 250	≥ 100 e < 180
P/L alveografico (cariossidi e semola)	2,0 ÷ 0,5	≥ 1,0 e < 2,0	≥ 0,5 e < 1,0
Proteine (semola) % s.s.	≥ 13,5	≥ 12,0 e < 13,5	≥ 10,5 e < 12,0
Glutine secco (semola) % s.s.	≥ 12,0	≥ 10,5 e < 12,0	≥ 9,0 e < 10,5
Indice di glutine	> 80	≥ 60 e < 80	≥ 30 e < 60

#### 1.2.1.1 I PRODOTTI DELLA MACINAZIONE DEL FRUMENTO

Il frumento tenero sottoposto a macinazione e conseguente abburattamento dà diversi prodotti, le cui percentuali sono in media le seguenti:

- farina 75-78%;
- farinetta e farinaccio 2,5-3%;
- crusca, cruschello e tritello 20-22%;
- scarti di pulitura 0,2-2%.

La **pulitura** del grano viene condotta con lo scopo di allontanare dal grano tutte le impurità piccole e grosse, come sabbia, terra e sassi, semi estranei, polvere aderente al chicco, materiale ferroso, particelle leggere. Una pulitura eseguita non adeguatamente può compromettere la qualità dei prodotti della macinazione e apportare danni ai cilindri di macinazione.

La pulitura è seguita dal condizionamento che consiste nell'umidificazione dei chicchi e successivo riposo del grano per permettere un'omogenea distribuzione dell'acqua all'interno dei semi. Il condizionamento migliora la macinazione, perché facilita la separazione delle parti corticali dalla parte farinosa grazie alla loro maggiore elasticità e minore fragilità, e permette di ottenere sfarinati con maggiore attitudine all'impastamento grazie ad un miglioramento della qualità del glutine. Nella scelta delle modalità operative occorre tener conto della HARDNESS del grano, in altre parole della sua durezza, dipendente da fattori genetici e dal tenore e dalla qualità delle proteine del grano stesso.

## APPROFONDIMENTO

### La durezza del frumento

Dobbiamo infatti tener conto che l'endosperma è costituito da granuli di amido immersi in una matrice proteica. Se i granuli di amido si trovano in una matrice proteica friabile, essi vengono rilasciati facilmente nel corso della macinazione: il grano in questione, frantumandosi facilmente, darà pertanto sfarinati con particelle di piccole dimensioni. Questo tipo di grano è detto "soft". Quando invece l'amido è strettamente inglobato nel reticolo proteico e la matrice proteica non è friabile, le particelle che si ottengono dalla macinazione sono di più grosse dimensioni e il grano viene detto "hard". La durezza viene determinata misurando la resistenza delle cariossidi alla frantumazione o con l'analisi NIR.

È possibile individuare nel frumento tenero tre classi di durezza:

S = soft

M = medium

H = hard.

**Granulometria:**  
dimensioni delle  
particelle costituenti  
un materiale.

La classificazione provvisoria delle varietà è riportata nella tabella 1.5.

Dall'hardness dipendono le modalità e i tempi di condizionamento, le modalità di macinazione, la resa, la **granulometria** dei prodotti.

Spesso in laboratorio vengono effettuate macinazioni sperimentali del frumento, al fine di sottoporre lo sfarinato così ottenuto ad analisi e prove che permettano di prevedere il comportamento della farina in panificazione. Le modalità di condizionamento nel caso di macinazione sperimentale effettuata con molini da laboratorio sono riportate in tabella 1.6.

La macinazione industriale viene effettuata in molini a cilindri o **laminatoi** (figg. 1.4-1.5) costituiti da coppie di cilindri tra i quali sono convogliate le cariossidi per essere frantumate e schiacciate durante la rotazione. In base alle loro caratteristiche i cilindri vengono distinti in:



**Tabella 1.5** | Classificazione delle varietà sulla base della durezza

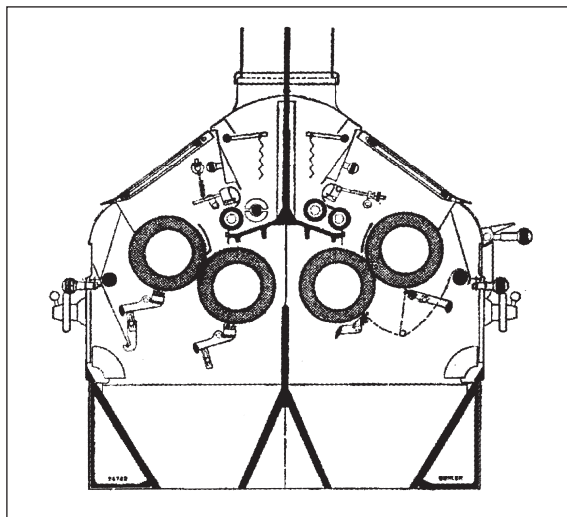
Classe di durezza	Varietà
<b>S</b>	Ariete, Bolero, Bilancia, Calodine, Centauro, Lampo, Stroika, Villanova, Mec, Nobel, Santerno, Costanzo, Orso, Veronese, Aquileia
<b>M</b>	Zena, Genio, Colfiorito, Idra, Oderzo, Sibilla, Spada, Eureka, Mieti, Pendas, Sagittario, Serio, Soissons, Primoasi, Pascal, Tremie
<b>H</b>	Brasilia, Francia, Golia, Barra, Manital, Mol, Salmone, Taylor, Eridano, Enesco

**Tabella 1.6** | Modalità di condizionamento per macinazione sperimentale di frumento tenero

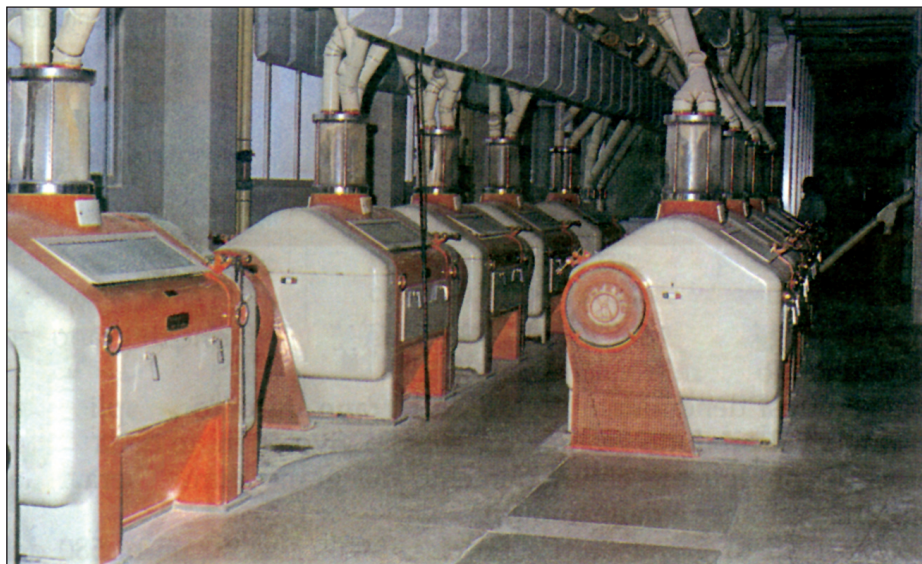
Classe di durezza	Umidità (%)	Durata (h)
S	15	24
M	16	36
H	16.5	48

**Fig. 1.3** | Molino da laboratorio usato per ricavare le farine sperimentali dalle vecchie varietà di frumento tenero.

- ***laminatoi di rottura*** (B, da brojage), dotati di rigature profonde ma non molto ravvicinate, che frantumano le cariossidi e cercano di staccare dalla parte farinosa la parte corticale in larghe scaglie di crusca;
- ***laminatoi di svestimento*** (D, da disagregage), dotati di rigature più ravvicinate, che tendono a svestire i frammenti dalle parti corticali ancora attaccate;



**Fig. 1.4** | Laminatoio a cilindri (in M. Procopio, M. Pirova, *Industrie alimentari*, vol. II, Del Bianco Editore).

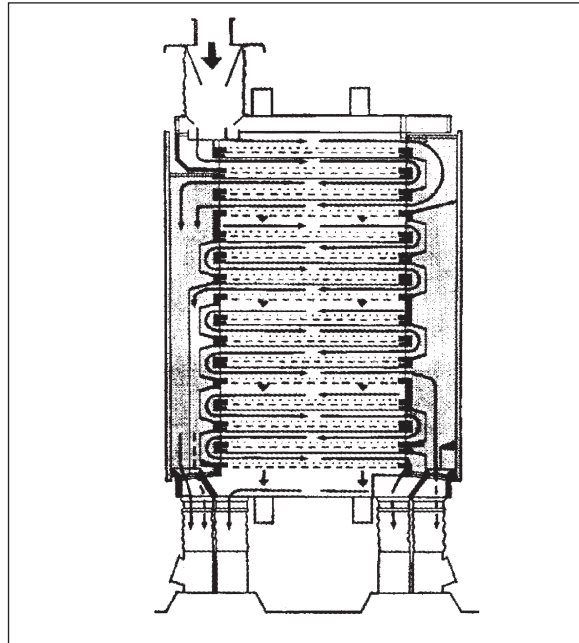


**Fig. 1.5** | Laminatoi in un mulino.

– *laminatoi di rimacina* (C, da convertissage), cilindri lisci che riducono in farina i frammenti di mandorla farinosa ormai privi di parti corticali.

Ogni passaggio di macinazione è seguito da un'operazione di setacciatura che ha lo scopo di dividere i vari prodotti della macinazione sulla base delle dimensioni (granulometria) e del peso specifico. Si utilizzano **plansichter** (fig. 1.6), setacci piani sovrapposti con luce di maglie decrescente dall'alto verso il basso e dotati di movimento oscillatorio, che classificano i prodotti su base dimensionale. Le **semolatrici** effettuano invece la separazione delle particelle sulla base della granulometria e del peso specifico.





**Fig. 1.6** | Plansichter (in M. Procopio, M. Pirova, *Industrie alimentari*, vol. II, Del Bianco Editore).

La **composizione delle farine** dipende dal **grado di abburattamento**, inteso come quantità di farina (in kg) che si ricava da 100 kg di grano. All'aumentare del grado di abburattamento aumentano proteine, sali minerali e vitamine poiché è maggiore il contenuto in parte corticale della farina. Le farine a più basso tasso di abburattamento saranno pertanto le più raffinate, povere in fibra, sali minerali e vitamine.

Il D.P.R. 9 febbraio 2001, n. 187 comporta la revisione della legge n. 580 del 4 luglio 1967, riguardante la produzione e la commercializzazione degli sfarinati. Oltre alla classificazione degli sfarinati di grano tenero in:

- **farina di grano tenero di tipo 00,<sup>1</sup>**
- **farina di grano tenero di tipo 0,<sup>1</sup>**
- **farina di grano tenero di tipo 1,<sup>1</sup>**
- **farina di grano tenero di tipo 2,<sup>1</sup>**
- **farina integrale di grano tenero,<sup>1</sup>**

la normativa prevede una classificazione per gli sfarinati di grano duro in:

- **semola di grano duro**, o semplicemente **semola**, il prodotto granulare a spigolo vivo ottenuto dalla macinazione e conseguente abburattamento del grano duro liberato dalle sostanze estranee e dalle impurità;

<sup>1</sup> Per la definizione v. D.P.R. 9 febbraio 2001, n. 187, art. 2 (Legislazione).

- semolato di grano duro o semolato;<sup>2</sup>
- semola integrale di grano duro o semola integrale;<sup>2</sup>
- farina di grano duro.<sup>2</sup>

I requisiti richiesti per i vari tipi di farina e di semola sono indicati nelle tabelle 1.7 e 1.8.

**Tabella 1.7** | Classificazione e caratteristiche degli sfarinati di frumento tenero

Tipo e denominazione	Umidità massima %	Su cento parti di sostanza secca		
		Ceneri		Proteine min. (azoto × 5,70)
		min.	max	
Farina di grano tenero tipo 00 <sup>1</sup>	14,50	-	0,55	9,00
Farina di grano tenero tipo 0	14,50	-	0,65	11,00
Farina di grano tenero tipo 1 <sup>2</sup>	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

<sup>1</sup>La farina tipo 00 può essere prodotta anche sotto forma di sfarinato granulare (granito).

<sup>2</sup>Nella farina tipo 1 le ceneri non possono contenere più dello 0,3% di parte insolubile in acido cloridrico. È tollerata l'immissione al consumo di farine di grano tenero con tenore di umidità fino al 15,50%, a condizione che sulla relativa etichetta figuri la dicitura umidità massima 15,50 per cento.

**Tabella 1.8** | Classificazione e caratteristiche degli sfarinati di frumento duro

Tipo e denominazione	Umidità massima %	Su 100 parti di sostanza secca		
		Ceneri		Proteine (azoto × 5,70)
		min.	max	minimo
Semola <sup>1</sup>	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

<sup>1</sup>Valore granulometrico alla prova di stacciatura: passaggio staccio con maglie di mm 0,180 di luce, massimo 25%.

È consentita la produzione, da destinare esclusivamente alla panificazione e al consumatore, di semola e semolato rimacinati, nonché di farina di grano duro.

Negli sfarinati destinati al commercio è tollerata la presenza di farina di grano tenero in misura non superiore al 3%.

È tollerata l'immissione al consumo di sfarinati di grano duro con tenore di umidità fino al 15,50 %, a condizione che sulla relativa etichetta figuri la dicitura umidità massima 15,50%.

La semola deve possedere, oltre ai requisiti legali, **requisiti tecnologici** che vengono richiesti dall'industria di seconda trasformazione:

- **granulometria adeguata** (80% di prodotto tra 200 e 400 µm);
- **colore giallo ambrato** (indice di giallo);
- **luminosità**, che dipende dal processo di macinazione, poiché frammenti cruscali rendono meno luminosa la semola;
- **contenuto proteico** superiore al 13%
- **glutine corto e tenace**, superiore al 10-11% (gluten index superiore a 80/100 e indice di sedimentazione in SDS superiore a 40).

<sup>2</sup> Per la definizione v. D.P.R. 9 febbraio 2001, n. 187, art. 2 (Legislazione).

### 1.2.1.2 VALORE NUTRIZIONALE DEL FRUMENTO

I prodotti derivati dal frumento rappresentano un'ottima fonte energetica perché contengono elevati quantitativi di amido (60-68%). Le proteine sono relativamente abbondanti (7-18%) e sono rappresentate da albumine, globuline, gliadine e glutenine. Le **albumine** e le **globuline** hanno valore biologico elevato essendo le prime ricche in aminoacidi come glutammina, leucina, prolina, lisina, le seconde in lisina, arginina, serina e cisteina. Purtroppo però, oltre ad essere contenute in quantità modesta rispetto al totale proteico, sono distribuite prevalentemente nel pericarpo, nel perisperma, nello strato aleuronico e nel germe, cioè in quelle parti che vengono allontanate nei processi di molitura. Le rimanenti proteine, **gliadine** e **glutenine**, localizzate soprattutto nell'endosperma, hanno un basso tenore in lisina e metionina e ciò riduce il valore biologico complessivo delle proteine del frumento. Per questo motivo è importante combinare i derivati del cereale con alimenti contenenti proteine nobili. Numerosi sono gli esempi d'integrazione alimentare: pane e formaggio, pasta e fagioli, zuppa di pane in latte, ecc.

Gliadina e glutenina nel corso dell'impastamento nella lavorazione del pane formano il **glutine**, proteina verso cui alcuni soggetti mostrano una forma d'intolleranza (**celiachia**), che li obbliga a scegliere cereali privi di glutine (riso, mais, grano saraceno). Nella malattia, determinata geneticamente, le prolamine, in particolare la gliadina, danneggiano la mucosa intestinale. Quindi l'assunzione di alimenti contenenti queste proteine, scatena negli individui geneticamente predisposti una risposta immunitaria a livello dell'intestino tenue, che porta ad infiammazione cronica e progressivo appiattimento dei villi intestinali. I sintomi sono diarrea, inappetenza e perdita di peso, fino a comparsa di tumori intestinali.

La considerevole quantità di minerali nella cariosside (0,5 – 2%) si abbassa drasticamente nelle farine più raffinate, mentre si mantiene nelle farine integrali. Occorre però sottolineare che una parte del fosforo del frumento si trova combinata con l'inositolo a formare acido fitico, che, essendo insolubile, è scarsamente assorbito a livello intestinale e rallenta l'assorbimento anche di calcio e ferro. Questo inconveniente si riscontra in particolare nelle farine integrali, per il maggior contenuto di acido fitico negli strati esterni della cariosside. Sembra comunque che una lunga fermentazione nel corso della produzione del pane favorisca l'idrolisi parziale dell'acido fitico, riducendo così in parte tali inconvenienti.

Il consumo di prodotti ottenuti da farine integrali risulta importante per l'apporto in fibra, che riveste un ruolo fondamentale nella regolazione intestinale.

## APPROFONDIMENTO

### Frumento e prospettive

La ricerca nel campo della cerealicoltura è indirizzata da tempo verso l'ottenimento di varietà di frumento in grado di soddisfare le esigenze industriali:

- frumenti waxy, da impiegare in prodotti da forno caratterizzati da una prolungata **shelf-life**;
- frumenti super soft, caratterizzati da minor durezza della cariosside;
- frumenti ad alto contenuto di fruttani (FOS), impiegabili in prodotti da forno “**funzionali**”, indicati nella prevenzione di alcune patologie;
- frumenti con elevato indice di giallo, contenenti maggiori quantità di **pigmenti carotenoidi** e minor tasso in **lipossigenasi**;
- frumenti duri panificabili, utilizzabili in miscela con il frumento tenero per aumentare la conservabilità del pane.

Numerose ricerche sono anche rivolte allo sviluppo di varietà di farro che possono produrre pasta con buone qualità di cottura e pane con interessanti caratteristiche organolettiche.

La creazione di nuove varietà di frumento (costituzione varietale) rappresenta così un sistema molto efficace per portare innovazioni nella filiera agroalimentare. Negli ultimi anni si assiste ad un'attività di costituzione varietale che, senza tralasciare l'aspetto principale riguardante la resa produttiva, segue tre direzioni principali:

- 1) ottenimento di varietà contenenti maggiori quantità di amido resistente, cioè ad alto contenuto in **amilosio** (v. cap. 2), in grado di favorire l'attività della flora intestinale e di indurre la produzione di sostanze che prevengono l'insorgenza del cancro al colon;
- 2) ottenimento di varietà resistenti alla fusariosi della spiga e a basso contenuto in deossivale-nolo (DON), micotossina dannosa per la salute, per la quale l'Unione europea ha fissato dei limiti per il contenuto massimo negli alimenti;
- 3) ottenimento di varietà a ridotto contenuto in alfa e beta **gliadine**, componenti del glutine responsabili della tossicità nelle persone celiache;
- 4) ottenimento di varietà a basso assorbimento di **metalli pesanti**, come il cadmio, che costituisce un grave problema soprattutto in alcune zone dell'America dove i terreni sono particolarmente ricchi in questo elemento;
- 5) selezione di varietà ad alto contenuto in **microelementi**, come ferro, zinco, magnesio, in grado di integrare la dieta povera e sbilanciata dei Paesi terzi.

Parallelamente, si assiste ad una evoluzione delle tecniche di analisi da parte dell'industria dei cereali, sia per l'identificazione della varietà, sia per ottenere la qualità ottimale del prodotto. Tra le varie tecniche, oltre a quelle tradizionali come analisi alveografica, farinografica, estensografica, amilografica sui prodotti della macinazione (v. cap. 2, analisi delle farine), possiamo ricordare:
 

- **analisi elettroforetica**, permette di analizzare le proteine ed identificare le varietà di frumento;

**Lipossigenasi:**  
enzima di origine vegetale e microbica, che interviene ossidando alcuni acidi grassi  
(v. cap. 2, par. 2.3.2)

**Pigmenti carotenoidi:**  
sostanze solubili nei grassi, prodotte dai vegetali o dai microrganismi, di colore giallo-arancio o rosso.

**Alimenti funzionali:**  
alimenti cui sono stati aggiunte sostanze aventi determinate funzioni nutrizionali (esempio vitamine).

**Shelf-life:**  
vita di scaffale del prodotto, durata commerciale del prodotto.

(segue)

(continua)

- **analisi dell'immagine digitale:** si basa sulla risposta che un'immagine del prodotto fornisce quando viene colpito da una sorgente luminosa all'infrarosso o laser. Le immagini possono essere digitalizzate, registrate e lette automaticamente grazie ad un apposito software. L'analisi permette di valutare aspetto esterno e interno del chicco evidenziandone i difetti e consente di valutare anche la qualità dei prodotti di trasformazione (granella, pane);
- **analisi NIR e NIT,** permettono di determinare molto rapidamente vari componenti dei cereali, in particolare proteine.

**NIR:** spettroscopia di riflettanza nel vicino infrarosso.

**NIT:** spettroscopia di trasmittanza nel vicino infrarosso.

### 1.2.2 IL RISO

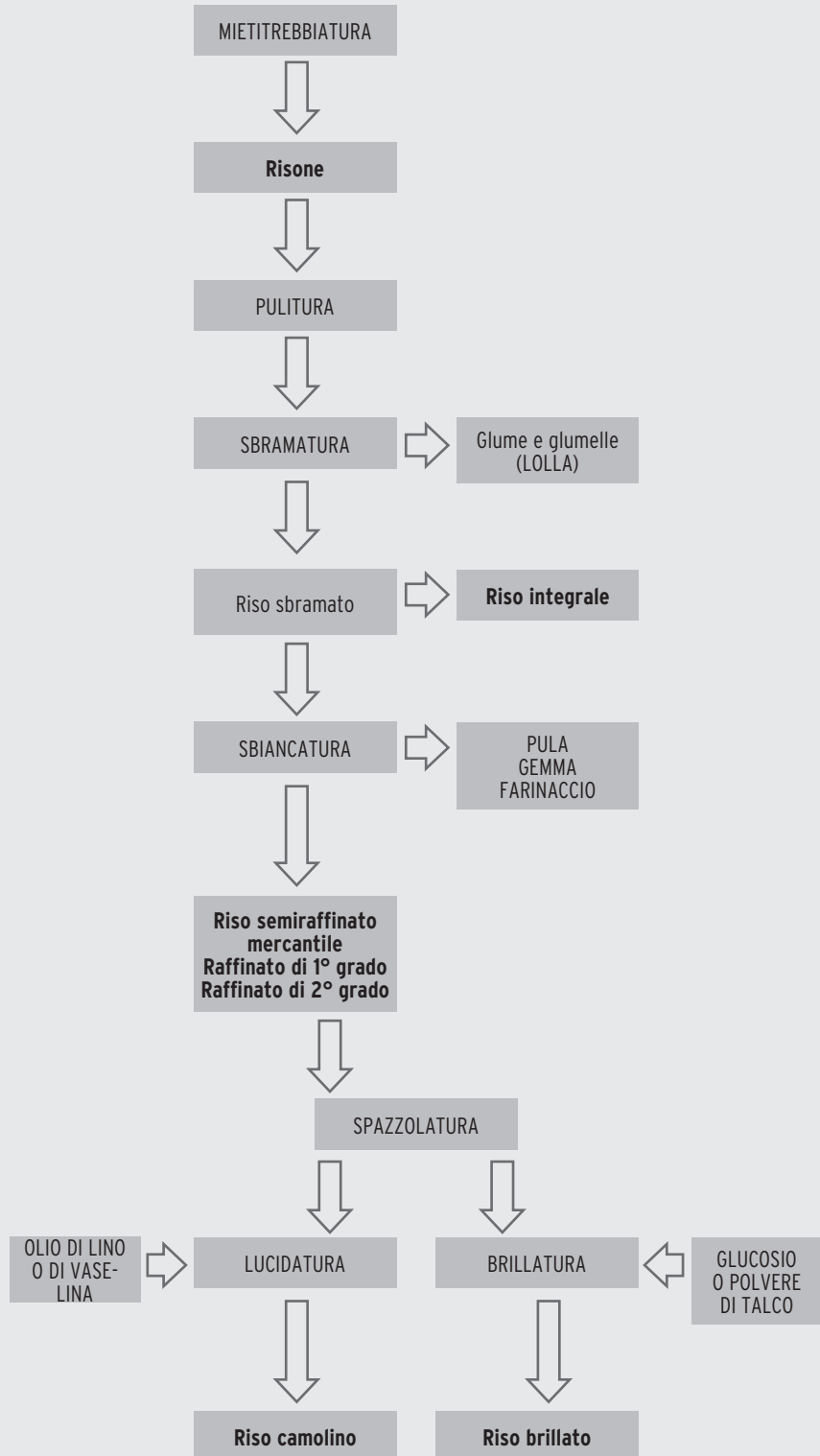
Il riso (fig. 1.7) è un cereale molto diffuso del quale è conosciuta soprattutto la specie *Oryza sativa*, coltivata nelle tre sottospecie *indica*, *japonica* e *javanica*. In Italia il periodo di coltura va da fine marzo (semina) a fine ottobre (raccolta) ed avviene in risaie che sono terreni ricoperti d'acqua la cui funzione principale è termoregolatrice. Il prodotto ottenuto a seguito della trebbiatura è detto **risone** o riso grezzo ed è ricoperto dalle glumelle. Dopo l'essiccamento che riduce l'elevato contenuto d'acqua (20%) del chicco, che ne comprometterebbe la qualità e la conservabilità, il risone è sottoposto in

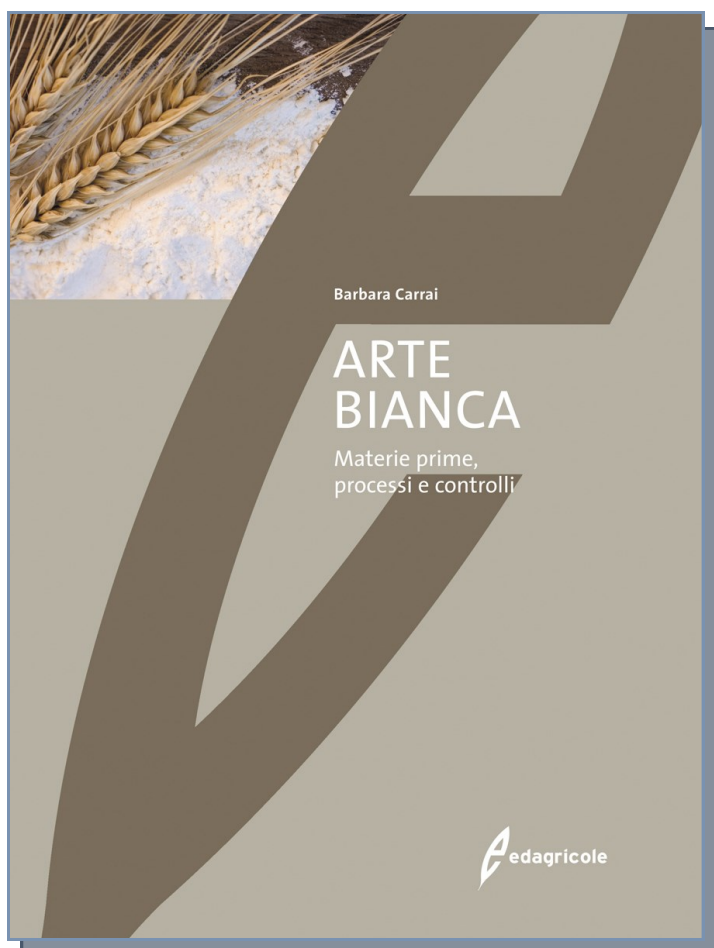


Fig. 1.7 | Il riso.

## SCHEMA 1

RACCOLTA  
E PRODUZIONE  
DEL RISO





**Clicca QUI per ACQUISTARE  
il libro ONLINE**

**Clicca QUI per scoprire tutti i  
LIBRI del catalogo EDAGRICOLE**

**Clicca QUI per avere maggiori  
INFORMAZIONI**