

# Influenza della granulometria sulle caratteristiche di macinazione del grano duro

Effects of kernel size on durum wheat milling efficiency

I. Lempereur - M. Chaurand - J. Abecassis - J.C. Autran

Unité de Technologie des Céréales - INRA - 2 Place Viala - 34060 Montpellier - Francia

## RIASSUNTO

Le due varietà di grano duro Ardente e Primadur si differenziano chiaramente per quanto riguarda il peso dei mille chicchi. Da queste due varietà di grano sono state prodotte due frazioni uniformi di chicco con staccatura (chicchi grossi e piccoli). Con un molino sperimentale per grano duro (150 kg/h) sono state macinate queste due frazioni e il materiale iniziale. Le frazioni grossolane avevano una resa più elevata per la semola, ma ciononostante si sono evidenziate anche differenze varietali. Un confronto dei tenori di sostanze minerali e di acido ferulico ha dimostrato che la granulometria esercita solo una certa influenza sulla purezza dei prodotti di macinazione, nella misura in cui il cereale è sano. I prodotti di macinazione del grano duro con una determinata percentuale di chicchi striminziti danno semole meno sane, anche con basse rese. È inoltre vantaggioso, alla prima rottura, adattare la distanza dei rulli alla granulometria del momento.

## 1. INTRODUZIONE

La prima fase della macinazione dei cereali è la separazione dell'endosperma contenente amido dagli strati della gluma e dal germe. La resa in semola dipende dal corredo di macchine nel molino, dalla tecnica di processo e dalla qualità del grano. Quando un molino viene condotto in modo costante, le oscillazioni

della resa di semola sono una conseguenza diretta delle differenze di attitudine alla macinazione delle diverse varietà di grano. Se si prende in considerazione il fatto che in Europa un aumento della resa di semola dell'1% significa un ulteriore guadagno annuo di 40 milioni di ECU, risulta evidente l'importanza dell'attitudine alla macinazione legata alla varietà del grano duro.

Alcuni tra i fattori che influiscono direttamente sull'attitudine alla macinazione possono essere controllati molto facilmente, come ad es. il tenore di umidità, la quantità di impurezze, ecc. Altri fattori sono tuttavia più difficili da capire e da controllare. Nella macinazione del grano duro il rapporto endosperma/gluma sembra essere un fattore intrinseco determinante (2). Questo rapporto dovrebbe essere quanto più alto possibile e dipende dallo spessore degli strati della gluma, dalla forma del chicco e dalla percentuale di chicchi striminziti. Molte ricerche si sono concentrate sullo studio della quantità endosperma/gluma. Matsuo e Dexter (9) hanno dimostrato, che la resa in semola è influenzata direttamente dal peso di mille chicchi. Nella pratica, spesso il peso per ettolitro viene considerato come una misura universale per esprimere l'attitudine alla macinazione. Nuret e Willm (10) hanno messo in discussione questa opinione, ma anche oggi vale ancora questo valore come fattore per la valutazione dell'attitudine alla macinazione, sia con grano duro che con quello tenero (8).

Anche il tenore di sostanze minerali è un fattore critico nella valutazione del comportamento di macinazione del grano. Questo fattore non è tuttavia chiaro, poiché i gradienti endosperma-tenore di sostanze minerali variano in modo netto e pertanto influiscono direttamente sul rapporto fra il tenore di sostanze minerali del chicco intero e quello della semola (1). Di recente è stato dimostrato che l'acido ferulico, un componente dello strato aleuronico (5), è un buon marcatore per la purezza di determinate frazioni di macinazione e rende possibile una va-

lutazione della quantità di cellule aleuroniche e di strati di gluma nella semola (4, 6, 11, 14).

Lo studio seguente è stato effettuato con un molino sperimentale per grano duro (capacità 150 kg/h). Come materiale per la prova erano disponibili due varietà di grano duro, che sono state preparate in campioni di granulometria identica tramite abburattamento.

## 2. MATERIALE E METODI DELLA PROVA

Sono state utilizzate due varietà di grano duro con un diversissimo peso di mille chicchi, Ardente (peso alto) e Primadur (peso basso), raccolte nel 1994 nella Francia sud-occidentale. Dalle due varietà sono state prodotte due frazioni di abburattamento con lo stesso ambito di granulometria e il campione iniziale (campione di riferimento):

- campione di riferimento rappresentativo (CS) (senza abburattamento),
- frazione di abburattamento inferiore a 2,75 mm (SG) (frazione fine),
- frazione di abburattamento maggiore di 3,00 mm (LG) (frazione grossa).

Questi campioni di grano duro sono stati macinati con il molino sperimentale dell'Istituto INFRA a Montpellier (Francia) il cui diagramma è presentato nella fig. 1.

Tutti i campioni sono stati preparati allo stesso modo: in primo luogo si è avuta una bagnatura al 15% di umidità con un tempo di riposo di 15 ore; successivamente si è avuta un'ulteriore bagnatura al 17% con un tempo di riposo di tre ore prima della macinazione. Il processo di macinazione comprendeva nove passag-

gi di rottura con rulli rigati: cinque passaggi di rottura, (B1-B5) e quattro di rimacina grossa (D1-D4). I rulli (lunghezza 200 mm, diametro 150 mm) giravano a

415 giri/min con una velocità differenziale di 1-2,25. I laminatoi erano regolati taglio contro taglio, ad eccezione dei passaggi B1 e D4, che erano taglio contro

dorso. Le regolazioni dei rulli sono state identiche in tutte le prove.

Le semole ottenute sono state suddivise con tre plansichter in otto diversi flussi di prodotto. La superficie totale di stacciatura ammontava a 8,75 m<sup>2</sup>. Le semole sono state successivamente pulite con semolatrici a due strati. Ogni strato dello staccio si componeva di quattro diversi stacci, che venivano puliti con spazzole. In totale, si presentavano diciotto frazioni: sei semole pulite (S1-S6), otto farine, successivamente quattro farine di rottura (B1/B2-B5), quattro farine di rimacina grossa (D1-D4) e quattro prodotti di scarto (crusche grossolane, crusche fini, crusche fini pulite e crusche di semola). Tutte le semole pulite sono state raccolte per la determinazione della resa delle semole; lo stesso vale per la resa di farina e per la quantità di prodotti di scarto.

Le rese sono state prese in considerazione dopo un intervallo di tempo di macinazione di 30 minuti, e cioè a partire da 30 minuti dopo l'inizio del processo di macinazione. I dati sono calcolati su so-

stanza secca, con una precisione dello 0,5%. Le sostanze minerali di ogni frazione sono state determinate secondo il metodo ISO 2171-1980 a 900°C. La determinazione delle sostanze minerali nei prodotti di scarto è stata effettuata a 550°C. Con l'ausilio della cromatografia liquida ad alta pressione sono stati determinati i componenti fenolici dopo esterificazione in arabinosilani. I campioni sono stati sgrassati con esano, saponificati con 2N Na-OH e successivamente estratti con etere. Questo procedimento corrispondeva al metodo modificato di Scalbert e coll. (12), descritto da Lempereur e coll. (8).

### 3. RISULTATI DELLE PROVE E DISCUSSIONE

#### 3.1 Aspetti fisico-chimici dei grani

Il peso di mille chicchi del campione medio di Ardente era superiore a quello della varietà Primadur (tab. 1), differen-

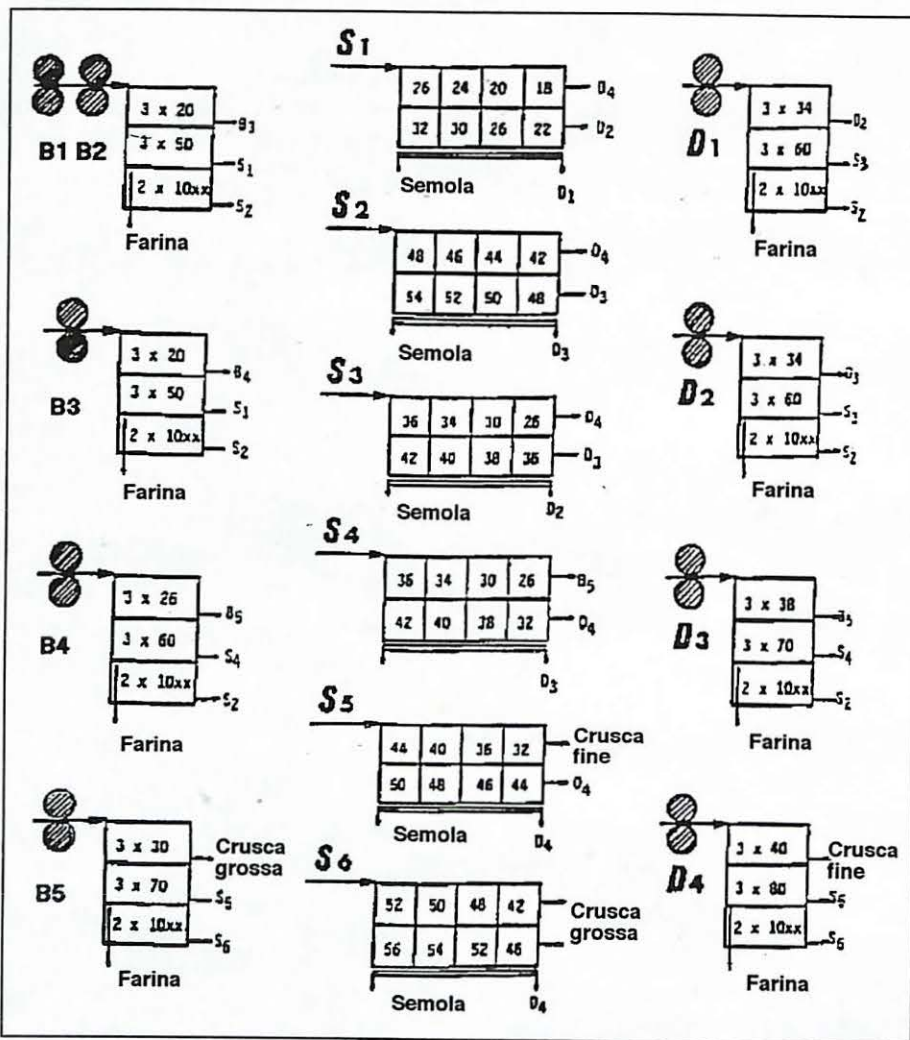


Fig. 1 - Diagramma del molino sperimentale per grano duro dell'INRA, Unité de Technologie des Céréales, Montpellier (Francia).

Tabella 1 - Caratteristiche fisico-chimiche del chicco delle due varietà di grano duro.

Varietà di duro	ARDENTE			PRIMADUR		
	LG >3,0 mm	CS	SG <2,75 mm	LG >3,0 mm	CS	SG <2,75 mm
PC	62,2	56,6	33,6	53,4	32,1	31,8
% di frazione	78,1	100	6,95	19,6	100	39,6
PS	84,5	84,4	78,7	83,7	81,0	79,5
Sta	79,5	79,2	79,6	81,7	81,6	80,6
Ceneri	1,69	1,70	1,75	1,89	1,92	1,95
FA	781,3	830,3	952,5	1191,4	1.205,5	1.364,9

Spiegazioni:

LG = frazione grossa; CS = campione medio; SG = frazione fine; PC = peso di 1.000 chicchi (g); PS = peso ettolitro (kg); Sta = vitiosità %; Ceneri = tenore sost. minerali (% s.s.); FA = acido ferulico µg/g.

za compensata tramite la produzione di entrambe le frazioni (grossa e fine). Le caratteristiche fisiche della frazione grossa dell'Ardente corrispondevano all'incirca al campione medio dell'Ardente. Con la varietà Primadur la frazione a chicchi piccoli corrispondeva più o meno al campione medio. Nella fig. 2 vengono presentate comparativamente le gamme granulometriche di entrambe le varietà. Mentre il massimo per l'Ardente (a chicco grande) si colloca sui 3,4 mm circa, con il Primadur (a chicco piccolo) il massimo della curva di distribuzione granulometrica si trova a circa 2,3 mm. Vi è un'ulteriore differenza nel peso di mille chicchi fra il campione medio e la frazione fine dell'Ardente rispetto al Primadur. La frazione a chicchi piccoli dell'Ardente era essenzialmente grano striminzito, mentre quella del Primadur era formata completamente da chicchi piccoli. I risultati hanno trovato conferma nelle differenze del peso per ettolitro: la frazione fine dell'Ardente era essenzialmente più leggera del campione medio di questa varietà.

Fra la vitrosità e la granulometria non vi sono rapporti diretti: entrambi i campioni di grano duro avevano all'incirca gli stessi valori di vitrosità (tab. 1). Vi erano tuttavia evidenti differenze nei diversi campioni per quanto riguardava il tenore di sostanze minerali e di acido ferulico. La differenza di tenore di sostanze mine-

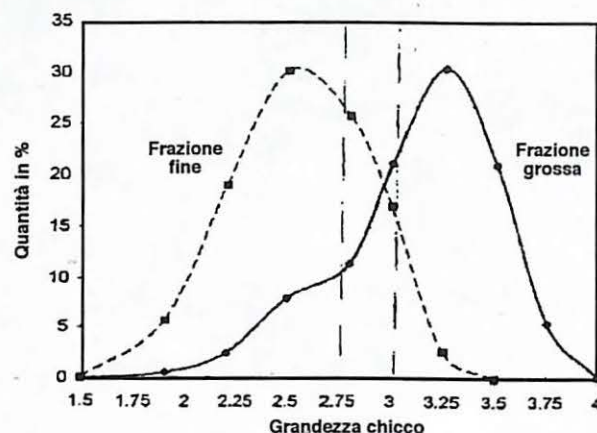


Fig. 2 - Curve della distribuzione granulometrica delle varietà di grano duro Ardente (-●-) e Primadur (-■-).

rali fra la frazione grossa e quella fine ammontava in entrambe le varietà allo 0,06% s.s., e precisamente le frazioni fini avevano un tenore di sostanze minerali più elevato. Per quanto riguarda l'acido ferulico la differenza per entrambe le varietà ammontava a circa 170 µg/g di sostanza secca. Queste differenze erano tuttavia più basse rispetto a quella del tenore di sostanze minerali fra i due campioni medi.

### 3.2. Influenza della granulometria sulle rese

Questi risultati sono raccolti nella tab. 2. La resa di semola della frazione grossa dell'Ardente si collocava un po' al di sotto del campione medio, la resa per la frazione fine chiaramente più in basso. Questo fatto può essere una conseguenza dell'elevata quantità di chicchi striminziti nella frazione fine. Al contrario della va-

rietà Primadur, la resa di semola della frazione grossa era chiaramente più elevata rispetto al campione medio. La differenza fra la frazione fine rispetto al campione medio era molto limitata. Le rese di semola indicano una relazione certa rispetto alla quantità di semola grossa.

Le rese di farina erano praticamente indipendenti dalla granulometria del grano con differenze non significative (tab. 2). Le diverse granulometrie e anche le varietà di duro avevano, al contrario, una grande influenza sulla resa di prodotti di scarto. Con la varietà Ardente le rese erano fondamentalmente più basse che con quella Primadur. Le quantità di volta in volta più elevate venivano misurate con la frazione di granulometria più fine. Dai valori misurati risulta nuovamente l'influenza dei chicchi striminziti nella frazione fine per la varietà Ardente. Nella varietà Primadur il rapporto crusca grossa/crusca fine era più elevato che per quella Ardente, indipendentemente dalla granulometria. Questi risultati fanno già supporre una differenza di comportamento di macinazione fra le due varietà.

### 3.3. Misurazione del grado di finezza delle farine di rottura

Nella tab. 3 sono presentate le differenze dei gradi di finezza dei diversi prodotti di macinazione con regolazione dei rulli costante. All'inizio della macinazione (B1, B2) diminuiva molto rapidamente il grado medio di finezza (D50) (50% di riduzione). Nel passaggio B3 questa riduzione non era così evidente, il che indica come nei primi due passaggi si abbia la frantumazione più importante. Il grado di finezza delle farine diminuiva continuamente da B1 - B5 in poi (rispettivamente 1,2 mm e 0,5 mm). L'andamento delle curve di distribuzione granulometrica, calcolato fra D25 (staccio con estrazione del 25%) e D75 (staccio con estrazione del 75%), all'inizio del processo di macinazione era poco crescente e aumentava poi continuamente da B3 - B5 (tab. 3). Durante le prime fasi di rottura (B1 e B2) il cereale veniva frantumato in modo molto eterogeneo con un grado di finezza medio di 1,1 mm per B1 e 0,8 mm per B2 (calcolato dalla differenza fra D75 e D25). Dopo il passaggio B2 si aveva la

Tabella 2 - Rese di semola, farina e prodotti secondari in funzione della granulometria e della varietà di grano duro (in %).

Varietà di duro	ARDENTE			PRIMADUR		
	LG >3,0 mm	CS	SG <2,75 mm	LG >3,0 mm	CS	SG <2,75 mm
Semola	76,9	77,2	74,8	76,4	74,0	73,3
Farina	7,8	7,8	7,3	6,9	6,9	7,2
Prodotti di coda	15,3	15,0	17,6	16,7	19,0	19,5

Spiegazioni:

LG = frazione grossa; CS = campione medio; SG = frazione fine.

Tabella 3 - Analisi delle curve di distribuzione granulometrica per le farine di rottura.

Varietà di duro	ARDENTE			PRIMADUR		
	LG >3,0 mm	CS	SG <2,75 mm	LG >3,0 mm	CS	SG <2,75 mm
D50 (mm)	2,0	2,0	2,3	2,1	2,3	2,3
B1 Disp (mm)	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,0
Slope (%)	1,6	1,7	1,9	1,6	1,8	1,9
D50 (mm)	1,4	1,3	1,4	1,2	1,6	1,4
B2 Disp (mm)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8
Slope (%)	2,5	2,5	2,5	2,6	2,2	2,5
D50 (mm)	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9
B3 Disp (mm)	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6
Slope (%)	4,0	3,3	3,5	3,6	3,3	3,4
D50 (mm)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
B4 Disp (mm)	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6
Slope (%)	3,5	3,3	3,6	3,5	3,3	3,6
D50 (mm)	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6
B5 Disp (mm)	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4
Slope (%)	4,2	5,0	5,0	4,3	4,0	4,4

Spiegazioni:

LG = frazione grossa; CS = campione medio; SG = frazione fine.

separazione delle particelle dell'endosperma tramite abburattamento e trasferimento alla semolatrice. I successivi passaggi (B3, B4 e B5) hanno portato a prodotti più regolari con un basso grado di finezza medio di 0,6 mm.

Il comportamento di macinazione ha indicato una dipendenza dalla granulometria. Al B1 l'innalzamento delle curve di granulometria per le frazioni grosse è relativamente basso; questo indica che i prodotti erano relativamente grossi (D50 = 2,0 mm), mentre i prodotti della frazione fine con grado di finezza medio più alto (D50 = 2,3 mm) erano più uniformi. Al B3 i prodotti di macinazione sono molto regolari e non indicano neppure diffe-

renze rispetto alla granulometria. Nella misura in cui le granulometrie erano costanti, la frazione grossa dell'Ardente ha causato granulometrie più piccole rispetto alla frazione grossa di Primadur all'inizio del processo di macinazione. A partire da B3 queste differenze non sono più presenti. Con entrambe le frazioni fini non si sono evidenziate differenze nelle curve del grado di finezza.

Non vi sono pertanto effetti legati alla granulometria od alla varietà per quanto riguarda le curve del grado di finezza durante la macinazione, ad eccezione delle prime due fasi di rottura. A partire da B3 i prodotti di macinazione sono più o meno identici, sia nei riguardi del grado medio

di finezza che per quanto concerne la distribuzione granulometrica.

Questo indica che il diverso comportamento di macinazione appare soprattutto nelle prime fasi della rottura, e da queste derivano poi conseguenze per quelle successive. Con regolazioni costanti dei rulli si possono provare le differenze determinate tramite la variazione nella pressione dei rulli in funzione della granulometria.

Sono state pertanto effettuate ricerche, per regolare la condotta dei rulli di B1 sulle diverse granulometrie.

L'obiettivo era quello di ottenere prodotti frantumati con grado di finezza identico al B2. I rulli sono stati regolati con un'apertura di 0,65-0,70 mm per i campioni a chicchi piccoli e di 0,70-0,75 mm per quelli a chicchi grossi.

I risultati della varietà Primadur sono presentati nella fig. 3. La regolazione dei rulli per i campioni a chicchi piccoli ha variato solo di poco le curve del grado di finezza. D'altro canto la regolazione dei rulli al B1 per i campioni a chicchi grossi ha portato ad un grado più elevato di finezza con la farina di rottura al B1. Tuttavia le curve al B2 differivano solo di poco e al B3 erano identiche. Per il Primadur l'adattamento della regolazione dei rulli alla granulometria ha portato ad un aumento della resa di semola dello 0,7% per i campioni a chicchi piccoli e dello 0,5% per quelli a chicchi grossi.

Le regolazioni delle prime due rotture (B1 e B2) hanno pertanto un'influenza

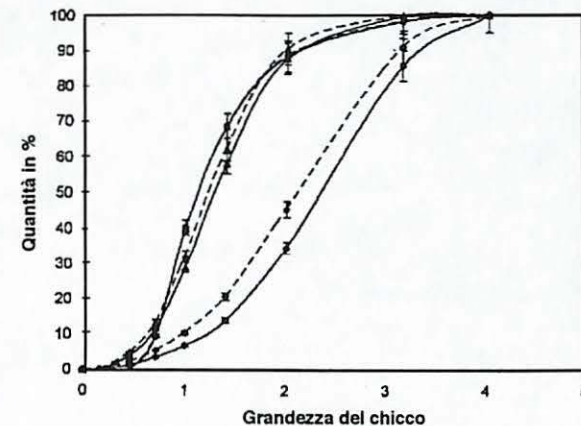


Fig. 3 - Curve della distribuzione granulometrica delle farine di rottura di B1, B2 e B3 con regolazione della B1 a 0,70 mm (---) e 0,75 mm (—).

molto grande sul successivo svolgimento della macinazione. La prima fase di macinazione porta a prodotti molto eterogenei, mentre la seconda fase uniforma la distribuzione granulometrica. Il grado medio di finezza più elevato dopo la regolazione di B1 non si è più manifestato con B2. Pertanto, un adattamento della regolazione dei rulli in funzione del grado di finezza è necessario solo alla B1 e porta poi a rese più elevate di semola, senza cambiare il successivo svolgimento della macinazione.

#### 3.4. Influenza della granulometria sulla purezza delle frazioni di macinazione

La purezza delle frazioni di macinazione è stata valutata tramite la determinazione delle sostanze minerali e dell'acido ferulico. La curva cumulativa è rappre-

sentata nella fig. 4, precisamente per la varietà Primadur in funzione della granulometria.

### 3.4.1. Controlli tramite il tenore di sostanze minerali

Con tenore costante di sostanze minerali nel prodotto finale (1% sost. secca) sono state determinate grandi differenze nelle rese in funzione della varietà e della granulometria. I prodotti dell'Ardente avevano tenori inferiori di sostanze minerali rispetto a quelli del Primadur, forse in conseguenza del più basso tenore di sostanze minerali del cereale di partenza. Con un tenore costante di sostanze minerali dell'1% le rese erano più alte per le frazioni grosse, e precisamente 6,7% per l'Ardente e 5,3% per il Primadur, in confronto con la frazione fine (tab. 4).

Indipendentemente dalla granulometria, i rapporti fra semola totale, tenore di sostanze minerali e tenore di sostanze

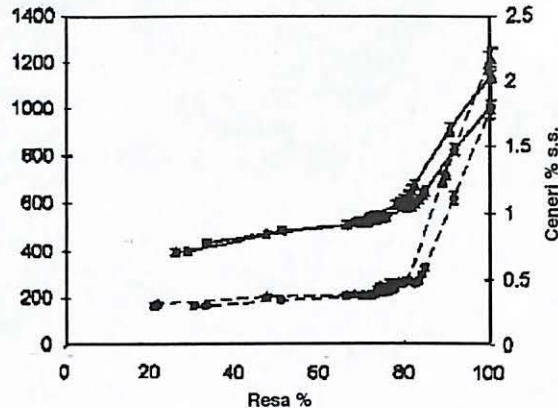


Fig. 4 - Curve cumulative per i tenori di sostanze minerali (—) e per l'acido ferulico (---) in funzione della resa per la frazione fine (—●—) e grossolana (—▲—) della varietà Primadur.

minerali del chicco con la varietà Primadur erano costanti. Questo rapporto era chiaramente più basso con la varietà Ardente, tuttavia al massimo ancora per la frazione fine. Per il Primadur con la frazione fine si trattava di chicchi normali, e il tenore di sostanze minerali corrispondeva pertanto al campione medio. Con l'Ardente la frazione fine si componeva di chicchi striminziti: la semola di questa

frazione aveva pertanto un tenore più elevato di sostanze minerali a causa della peggior attitudine alla separazione fra gluma ed endosperma.

### 3.4.2. Controllo tramite l'acido ferulico

L'acido ferulico è presente nelle pareti delle cellule degli strati della gluma (14), in concentrazioni particolarmente elevate negli strati aleuronici, nel pericarpo e anche nel germe, e in concentrazioni molto limitate nell'endosperma del chicco. Molte determinazioni rapide per la valutazione delle frazioni di macinazione nei riguardi della loro purezza si basano sull'autofluorescenza dell'acido ferulico (4, 6, 11, 15). Lo sviluppo delle curve cumulative per l'acido ferulico e delle so-

stanze minerali in funzione delle rese è stato raggruppato nelle fig. 4 e 5. Vi è un chiaro innalzamento delle curve di acido ferulico, che indica un aumento delle cellule dello strato aleuronico nella frazione di macinazione. Ogni aumento di acido ferulico nei prodotti di macinazione fa pensare senza dubbio ad impurità con parti di gluma; pertanto le curve dell'acido ferulico in funzione delle rispettive rese sono un fattore importante per la valutazione dell'attitudine alla macinazione. Kelfens e Hamer hanno fatto riferimento a questo fatto già nel 1994 (7).

Nell'endosperma più interno al chicco (fino a circa il 50% di resa) il tenore di acido ferulico varia solo di poco fra la frazione fine e quella grossa con la varietà Primadur ( $\pm 200 \mu\text{g/g s.s.}$ ). Con l'Ardente si sono evidenziate, al contrario, già con basse rese, differenze del tenore

di acido ferulico con la frazione grossa ( $140 \mu\text{g/g s.s.}$ ) e quella fine ( $170 \mu\text{g/g s.s.}$ ). Il potenziale di macinazione, calcolato in base alle ascisse della tangente orizzontale e quella verticale della curva, per l'Ardente era più alto (83,2%) che per il Primadur (82,9%). Le frazioni grosse avevano un potenziale di macinazione più alto di quelle a chicchi piccoli. L'acido ferulico aveva i suoi valori più alti nello strato aleuronico e negli strati della gluma. Con una resa dell'80-100% le curve della frazione grossa e di quella fine si sviluppano parallelamente e le differenze hanno evidenziato i diversi tenori di acido ferulico.

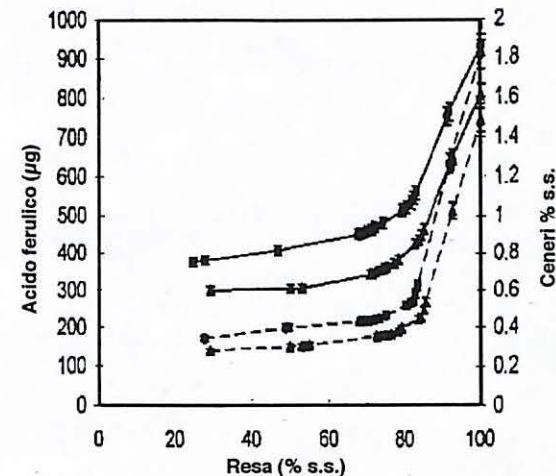


Fig. 5 - Curve cumulative per i tenori di sostanze minerali (—) ed acido ferulico (---) in funzione della resa per la frazione fine (—●—) e grossolana (—▲—) della varietà Ardente.

Tabella 4 - Confronto delle rese con tenore di sostanze minerali dell'1% (s.s.).

Varietà di duro	ARDENTE			PRIMADUR		
	LG >3,0 mm	CS	SG <2,75 mm	LG >3,0 mm	CS	SG <2,75 mm
CS 1% ceneri	87,7	85,1	81,0	78,6	74,0	73,3
% semola	76,9	77,2	74,8	76,4	74,0	73,3
RCSG	0,36	0,58	0,62	0,40	0,38	0,38

Spiegazioni:  
 LG = frazione grossa; CS = campione medio; SG = frazione fine; RCSG = rapporto ceneri semola/chicco.

Queste due possibilità di controllo (acido ferulico e tenore di sostanze minerali) indicano chiaramente il diverso comportamento di macinazione per le due varietà. I due valori erano identici nel caso della frazione fine e quella grossa del Primadur, mentre erano superiori con la frazione fine dell'Ardente. Questo potrebbe essere spiegato con la percentuale più elevata di chicchi striminzi nella frazione fine. In questo caso non diminuisce la quantità di cellule, tuttavia vi è una minor quantità di quelle piene e quindi una percentuale più elevata di pareti facenti parte della cellula. A parità di resa questo significa anche una percentuale più elevata di componenti della gluma nelle frazioni e quindi una percentuale più elevata di acido ferulico. Con il Primadur la frazione fine, al contrario, è composta da chicchi piccoli, sani, e le cellule nel chicco non erano differenziabili fra la frazione di chicco fine e grossolana. Pertanto questi risultati, in conformità con le ricerche di Simons e Meredith (13), indicano che la granulometria è un ottimo indicatore per l'attitudine alla macinazione del grano duro e pertanto per la resa di semola, nella misura in cui il grano è sano. Questo processo non può tuttavia essere utilizzato con grani a notevole percentuale di chicchi striminzi.

#### 4. CONCLUSIONI

La granulometria è un fattore critico per quanto riguarda il comportamento di macinazione dei grani duri. Le varietà a chicco grande vengono generalmente preferite a quelle a chicco piccolo (9).

Fino ad oggi vi sono tuttavia poche ricerche, per analizzare l'influenza della varietà, confrontando varietà con identica granulometria.

Nell'ambito di questo studio sono state macinate due diverse varietà di grano duro con il molino sperimentale per grano duro dell'INRA (Montpellier, Francia). Risultarono più alte le rese in semola dei campioni con chicchi grandi. Quando si confrontano identiche granulometrie, la resa risulta sempre più favorevole con la varietà Ardente a chicchi grossi che con quella Primadur a chicchi piccoli. Tramite la macinazione di frazioni di stacciatura identiche di varietà diverse non viene pertanto eliminata l'influenza della varietà. Le rese in semola della frazione a chicchi grossi della varietà Primadur risultavano alquanto sfavorevoli rispetto alla frazione a chicchi grossi della varietà Ardente. Questo evidenzia il fatto che vi è una differenza di natura genetica fra queste due varietà per quanto riguarda il rapporto chicco/gluma, indipendentemente dalla granulometria.

Ciononostante, la granulometria sembra essere un buon indicatore per il comportamento di macinazione. Quando però si esaminano varietà di grano duro, le frazioni fini del chicco non sempre hanno le stesse potenzialità di resa. Il comportamento di macinazione viene influenzato negativamente dai chicchi striminzi della frazione fine rispetto ai chicchi piccoli completamente sviluppati. Pertanto è necessario che si descriva meglio soprattutto la forma del chicco della frazione fine, al fine di trarre da questo deduzioni sul comportamento di macinazione (13).

I tenori in sostanze minerali dei diver-

si prodotti di macinazione di grano duro dipendono molto spesso da quelli dei materiali di partenza (1). Pertanto l'acido ferulico è un ottimo indicatore per il rapporto endosperma/gluma ed un indicatore prezioso per la purezza delle frazioni di macinazione, poiché attraverso questo viene determinata più chiaramente la quantità di gluma nei prodotti semolosi (14).

I risultati indicano anche la dipendenza del comportamento di macinazione dalla regolazione delle prime fasi di rottura in funzione della granulometria. Tramite adattamento della distanza dei rulli B1 alla granulometria del momento si può ridurre la quantità di frazioni fini, con una conseguente miglior resa di semola, più sana. Sarebbe perciò molto interessante, per il futuro, comandare automaticamente, tramite la suddivisione del grado di finezza dopo la prima rottura, di volta in volta l'apertura fra i rulli B1.

da "Getreide Mehl und Brot" 51/1997

#### BIBLIOGRAFIA

1. Abecassis, J., e P. Feillet: Purity des semoules de blé dur, taux de cendres et réglementations. - *Industries des Céréales* (1985) 36, p. 13-18.
2. Abecassis, J.: Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés. - *Industries des Céréales* (1993) 81, p. 25-37.
3. Chasseary, P.: Caractéristiques physiques des grains et des leurs dérivés. - In: Godon, B., e C. Willm (Coord.): *Les industries de première transformation des céréales*. - Paris: Tech Doc Lavoisier (1991) p. 105-144.

4. Dexter, J.E., e S.J. Symons: Aleurone and pericarp fluorescence as estimators of mill stream refinement for various Canadian Wheat Classes. - *Journal of Cereal Science* 23 (1996) p. 73-83.
5. Fulcher R.G.: Fluorescence microscopy of cereal. - *Food Microstructure* 1972, 1, p. 167-175.
6. Jensen, S.V.A., L. Munck, e H. Martens: The botanical constituents of wheat and wheat milling fractions. 1. Quantification by autofluorescence. - *Cereal Chemistry* 59 (1982) 6, p. 477-484.
7. Kelfkens, M., e R.J. Hamer: New opportunities to control the quality of wheat flour during milling. - *Communication ICC Congress 6 giugno 1994*.
8. Lempereur, L., X. Rouau, e J. Abecassis: Arabinoxylan and ferulic acid variations in durum wheat (*Triticum durum* L.) grain and distributions in mill streams. - *Journal of Cereal Science* (in stampa).
9. Matsuo, R.R., e J.E. Dexter: Relationship between some durum wheat physical characteristics and semolina milling properties. - *Canadian Journal of Plant Science* 60 (1980) p. 49-53.
10. Nuret H., e C. Willm: Réflexions sur la valeur meunière. - *Bulletin de l'École Française de Meunerie* 183 (1962) p. 75-86.
11. Pussayanawin, V., D.L. Wetzel, e R.G. Fulcher: Fluorescence detection and measurement of ferulic acid in milling fractions by microscopy and HPLC. - *Journal of Agriculture Food and Chemistry* 36 (1988) 3, p. 515-520.
12. Scalbert, A., B. Monties, J.Y. Lallemand, E. Guittet e C. Rolando: Ether linkage between phenolic acids and lignin fractions from wheat straw. - *Phytochemistry* 24 (1985) 6, p. 1359-1362.
13. Simmons L., e P. Meredith: Width, weight, endosperm, and bran of the wheat grains as determinants of flour milling yield in normal and shrivelled wheats. - *New Zealand Journal of Science* 22 (1979) p. 1-10.
14. Smith M.M., e R.D. Hartley: Occurrence and nature of ferulic acid substitution of cell wall polysaccharides in graminaceous plants. - *Carbohydrate Research* 118 (1983) p. 65-80.
15. Symons, S.J., e J.E. Dexter: Computer analysis of fluorescence for the measurement of flour refinement as determined by flour ash content, flour grade color, and tristimulus color measurements. - *Cereal Chemistry* 68 (1991) 5, p. 454-460.