

# Filiera Grano duro news

PERIODICO DI INFORMAZIONE  
TECNICO-ECONOMICA A SOSTEGNO  
DEL PROGETTO PILOTA "GRANO DURO  
DI ALTA QUALITÀ IN EMILIA-ROMAGNA"

Numero 16 • OTTOBRE 2010

## Sommario

- Frumento duro e orzo da malto: storie parallele pag. 1
- Pubblicati i proceedings SIGRAD pag. 3
- Progetto "Grano duro alta qualità. Sintesi dell'andamento del raccolto 2010" pag. 4
- Risultati di due anni di applicazione di *GranoDuro.net* pag. 5
- 2° Simposio internazionale "Genomica delle Risorse Genetiche Vegetali" pag. 8



### Numeri arretrati

Per scaricare i numeri arretrati collegatevi a [www.prosementi.com](http://www.prosementi.com) o direttamente all'indirizzo [http://www.prosementi.com/ita/archivio\\_filiera\\_grano\\_duro\\_news/](http://www.prosementi.com/ita/archivio_filiera_grano_duro_news/)

## Filiera Grano duro news

Proprietà e redazione: Società Produttori Sementi  
Via Macero, 1 - 40050 Argelato (BO) - [info@prosementi.com](mailto:info@prosementi.com)  
Direttore responsabile: Dott. Marco Bon  
Stampa: BIME Tipo-Litografia s.n.c.  
Via Sebastiano Zavaglia 20/24 - 40062 Molinella (BO)  
Reg. Tribunale di Bologna n. 7711 del 15/11/2006  
Periodico realizzato con il contributo della Regione Emilia-Romagna ai sensi della L. R. 28/1998.

## Frumento duro e orzo da malto: storie parallele

Paolo Cabrini - Strategic Commodities Market Intelligence - Barilla G. e R. Fratelli S.p.A.

Le filiere del frumento duro e dell'orzo da malto, su scala globale, sembrano avere molto in comune, con alcune interessanti analogie che coinvolgono sia gli aspetti più strettamente connessi alla fase di produzione agricola, che quelli di utilizzo industriale dei prodotti di prima trasformazione, come pure i mercati di consumo dei prodotti finali. Sono infatti due storie parallele che partono da lontano e che toccano quasi tutti i principali temi tipici delle filiere agro-industriali: dall'organizzazione dei mercati all'origine, ai rapporti agricoltura-industria, agli aspetti qualitativi, all'integrazione verticale ed infine al *marketing* ed al *branding*. La storia dell'orzo da malto e dei suoi derivati sembra poi avere una scansione temporale anticipata rispetto a quella del frumento duro, nel senso che la seconda pare, in qualche modo, seguire l'evoluzione della prima. In questo momento dove, specialmente in Italia, ci si interroga sul futuro di una filiera così mediterranea ed intimamente connessa alla cultura nazionale quale quella del frumento duro e della pasta, la vicenda dell'orzo da malto, per quanto più nordica, potrebbe comunque fornire spunti interessanti di riflessione e forse indicare un percorso da seguire.

Frumento duro ed orzo da malto condividono diverse peculiarità: sono, ad esempio, gli unici cereali, insieme al riso, destinati esclusivamente all'alimentazione umana per la produzione di specifici cibi e bevande fortemente radicati nelle culture di alcune popolazioni, ma che in alcuni casi hanno oggi mercati globali come nel caso della pasta e della birra. Si tratta di prodotti di origine antica (qualche secolo per la pasta e addirittura millenni per la birra), relativamente semplici in termini di composizione e di processo e pertanto difficili da innovare e con un conseguen-

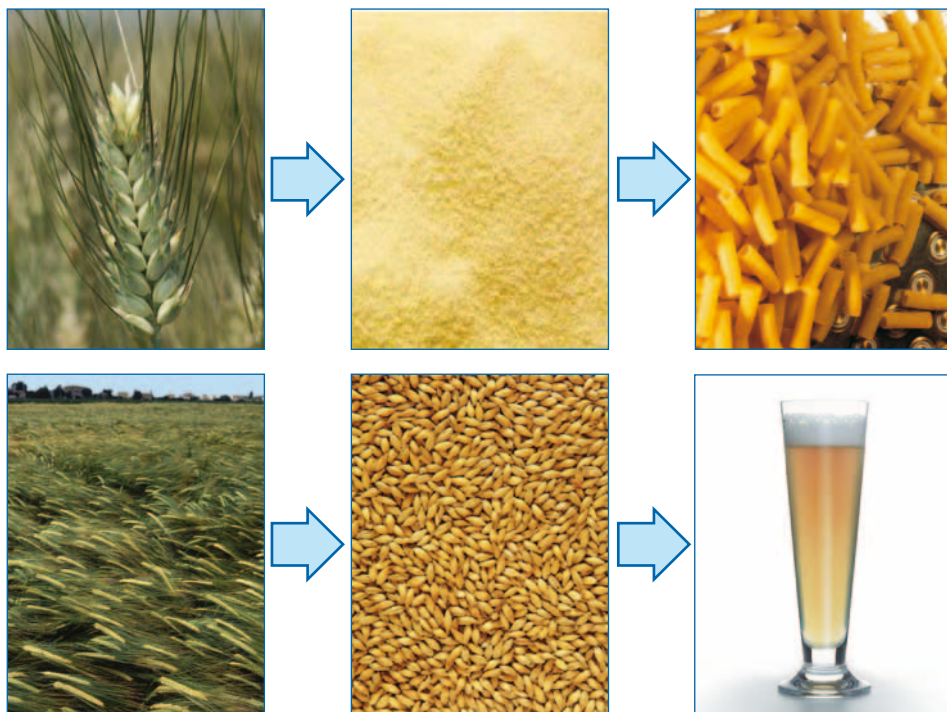
te rischio di banalizzazione molto elevato. I grandi produttori gestiscono un mix di *brand* globali e locali in mercati molto competitivi dove il valore dei marchi e la qualità della materia prima giocano un ruolo determinante. Riguardo quest'ultima, sia la pasta che la birra possono essere prodotte a partire da diversi cereali, ma la pasta di semola di frumento duro e la birra di malto d'orzo rappresentano comunque i segmenti di qualità e di tradizione.

In entrambe le filiere si identificano poi fasi industriali di prima e seconda trasformazione. La fase di prima trasformazione si interfaccia con la fase di produzione agricola per l'approvvigionamento del cereale di base da cui ricava il semilavorato, semola e malto, che alimenta a sua volta la fase di seconda trasformazione da cui si ottiene il prodotto finito. I settori industriali di prima trasformazione (semolerie e malterie) sono costituite sia da aziende indipendenti che da impianti controllati da aziende della seconda trasformazione (pastifici e birrifici) che hanno compiuto scelte d'integrazione verticale a monte, totale o parziale, secondo logiche in cui ricorrono elementi che vanno dalla *supply security* alle esigenze qualitative ed all'efficienza.

Frumento duro ed orzo da malto costituiscono poi delle produzioni agricole di nicchia nell'ambito del frumento e dell'orzo in generale. Il frumento duro consta in realtà in una specie botanica a sé stante (*Triticum turgidum* ssp. *durum* Desf.) rispetto al ben più diffuso frumento comune (*Triticum aestivum* L.), da cui differisce anche per un più primitivo corredo cromosomico tetraploide anziché esaploide, e rappresenta solamente il 5% circa di tutto il frumento prodotto a livello mondiale (6-7% nella UE-27). La definizione di orzo da malto non è invece così univoca sul piano sistematico



SOCIETÀ  
PRODUTTORI SEMENTI S.p.A.  
BOLOGNA



dal momento che, sebbene la tradizione soprattutto europea predilige l'utilizzo di orzo distico (*Hordeum vulgare* ssp. *distichum* L.), viene ampiamente utilizzato allo scopo anche orzo esastico (*Hordeum vulgare* ssp. *vulgare* L.) specialmente in Nord America: l'attitudine a produrre un buon malto è infatti una caratteristica di certe varietà che possono appartenere ad entrambe le sottospecie. L'orzo da malto rappresenta circa il 13% di tutto l'orzo prodotto a livello mondiale (20-23% nella U.E.-27) ed il 95% del malto ricavato è destinato alla produzione di birra. Frumento duro ed orzo da malto sono inoltre generalmente coltivati in aree piuttosto circoscritte, con rendimenti unitari relativamente modesti e sono considerate colture problematiche sia dal punto di vista produttivo che da quello qualitativo, dal momento che andamenti stagionali sfavorevoli in zone ristrette possono facilmente compromettere sia i volumi che le caratteristiche rilevanti per la tecnologia industriale, che sono in entrambi i casi molto articolate e con limiti stringenti, come pure alcuni aspetti di *food safety*. Il tenore proteico, ad esempio, è in entrambi i casi un parametro qualitativo critico per quanto in modo inverso (nel senso che per la semola occorre garantire un minimo, mentre per il malto occorre stare al di sotto di un massimo). L'eventuale presenza di vomitossina (DON) connessa ad infezioni da *Fusarium* è pure un serio problema comune di *food safety* e, nel caso dell'orzo da malto, ha pure una valenza tecnologica dal momento che influenza negativamente la formazione della schiuma caratteristica della birra.

#### Supply security e food safety

A fronte di simili problematiche, l'approvvigionamento basato sui contratti di coltivazione appare, per gli utilizzatori indu-

striali, la modalità più efficace per mitigare i rischi connessi alla *supply security*, alla *food safety* ed alla qualità tecnologica. Attraverso tale modalità è infatti possibile una vera e propria progettazione della materia prima, potendo predefinire variabili quali l'areale di coltivazione, la varietà, l'agro-tecnica, le modalità di raccolta e stoccaggio e l'affidabilità del fornitore. D'altro canto, anche per il produttore agricolo, questa formula consente investimenti relativamente affidabili in colture intrinsecamente più rischiose sul piano sia produttivo che di mercato, ma potenzialmente anche più remunerative verso cereali ad uso *feed* o comunque a destinazione meno dedicata. La filiera dell'orzo da malto - birra ha da tempo preso coscienza di questa realtà e la gran parte di questo cereale nel mondo viene oggi coltivata sotto contratto. Il frumento duro, invece, sconta un ritardo in questo percorso, per quanto laddove la competizione di colture alternative è più forte, come in Sud America (Argentina e Cile) e nel Sud-Ovest degli USA, già oggi esso sopravvive essenzialmente grazie ai contratti di coltivazione. Nel bacino del Mediterraneo, con la sola eccezione della significativa esperienza Barilla in Italia con l'impiego di varietà esclusive sviluppate grazie alla collaborazione con Società Produttori Sementi di Bologna, i contratti di coltivazione del frumento duro sono scarsamente diffusi. Nelle cosiddette "zone tradizionali" della UE questo ritardo ha anche ragioni storiche connesse alla PAC, che in passato ha sostenuto questa coltivazione con sussidi diretti e specifici, mentre in Nord Africa prevalgono motivazioni quali l'assenza di colture alternative ed esigenze di trasformazione meno complesse in relazione al prodotto finale *cous-cous*. Le superfici investite a frumento duro sono

però tendenzialmente in calo un po' ovunque, specialmente in Nord America (*Northern Plains* USA e Canada) e nella UE. In particolare in Nord Dakota, da sempre lo stato più rappresentativo del frumento duro statunitense, l'area dedicata a questa coltura continua a restringersi nell'angolo Nord-Ovest per i problemi connessi all'infezione da *Fusarium*, mentre nell'Italia Centro-Meridionale il trend di riduzione si è avviato a seguito del disaccoppiamento totale degli aiuti comunitari in un contesto di costi di produzione crescenti e di grande incertezza sui prezzi di realizzo. Tutto ciò induce a ritenere che la coltivazione del frumento duro, sempre in più parti del mondo, avrà necessità di essere sostenuta da contratti di coltivazione ripercorrendo in tal senso la strada già tracciata dall'orzo da malto.

#### Meccanismi di pricing

La sviluppo dei contratti di coltivazione pone però immediatamente un tema connesso ai meccanismi di *pricing*. Frumento duro ed orzo da malto sono quotati su pochi mercati *cash* che dovrebbero riportare prezzi connessi a transazioni fisiche per pronta consegna: se però la maggior parte delle transazioni tende ad essere programmata attraverso contratti di coltivazione ciò rischia di svuotare progressivamente di significato le suddette quotazioni. Se poi tali quotazioni vengono prese a riferimento per la determinazione dei prezzi degli stessi contratti di coltivazione, si corre il rischio che i pochi volumi trattati *spot* condizionino il *pricing* di quantità largamente più rilevanti, con evidenti rischi di manipolazione del mercato e conseguente perdita di credibilità dello stesso. Per ovviare all'inconveniente, qualche anno fa nelle *Northern Plains* USA, si sono iniziati a stipulare contratti di coltivazione per orzo da malto con un meccanismo di *pricing* connesso, attraverso un semplice coefficiente moltiplicatore calcolato su base storica, con le quotazioni *futures* del frumento HRS (*Hard Red Spring*), il cereale che in quell'area costituisce la naturale alternativa colturale allo stesso orzo da malto. Questa formula ha avuto molto successo ed il coefficiente è poi divenuto l'oggetto di negoziazione nella stipula dei contratti. La possibilità di legarsi ad un prezzo *future* consente infatti, sia ai produttori che agli utilizzatori, di gestire i rischi connessi alla volatilità dei prezzi attraverso operazioni di *hedging*. Seguendo la stessa logica, in Italia e in Francia, si è assistito quest'anno ai primi tentativi di legare il prezzo dei contratti di coltivazione del frumento duro alle quotazioni *future* del frumento tenero sulla piazza di Parigi (NYSE Liffe): si tratta ancora di esperienze modeste sul piano quantitativo, ma molto significative su quello concettuale e la cui maggior difficoltà, soprattutto in Italia, consta nella scarsa dimestichezza del mondo agricolo con la logica dei mercati a termine. Ancora

una volta, comunque, la filiera dell'orzo da malto sembra segnare una strada che quella del frumento duro tende a ripercorrere.

### Contratti future

In una simile prospettiva, i due cereali in questione tendono però inevitabilmente a perdere una propria autonomia di mercato e le loro quotazioni sui mercati *cash* a svuotarsi progressivamente di significato. Se la prospettiva per frumento duro e orzo da malto è quello di avere un valore semplicemente espresso in termini di premio o sconto verso qualcosa d'altro, tutto ciò avrà conseguenze per le rispettive filiere ed i soggetti economici che vi partecipano? Vi potrebbe essere il rischio che queste stesse filiere diventino sempre più dipendenti da altre di maggiori dimensioni, perdendo quindi parte delle loro specificità e con possibili ricadute fin anche sulla struttura dell'*industry*?

Un simile quesito non si porrebbe invece ove si disponesse di contratti "a termine" specifici per frumento duro ed orzo da malto dal momento che il *pricing* dei contratti di coltivazione potrebbe riferirsi direttamente ad essi e le quotazioni *future* ridarebbero significato a quelle *cash*. Ma per far decollare, e ancor più per sostenere, un contratto *future* occorre una liquidità elevata, mentre i mercati del frumento duro e dell'orzo da malto hanno volumi ed un numero di operatori relativamente modesti. Un contratto *future* per il frumento duro fu avviato in USA al MGEX (*Minneapolis Grain Exchange*) nel 1998 per essere poi dimesso dopo cinque anni di attività stentata: la liquidità, fornita dalla partecipazione dei soli operatori nordamericani dal momento che il mercato non era ancora globalizzato, si era rivelata insufficiente, ma anche l'atteggiamento contrario del CWB (*Canadian Wheat Board*) era stato citato tra le cause dell'insuccesso. L'ente monopolistico canadese, principale attore nel *trading* mondiale del frumento duro, sembrava infatti, almeno secondo alcuni, non gradire l'aumento di trasparenza che l'avvio del *future* avrebbe potuto generare in un mercato governato da pochi specia-

listi. Forse non a caso, ancora nel 2006, il WCE (*Winnipeg Commodity Exchange Inc.*) si dichiarava pronto ad avviare contratti *future* sul frumento, incluso il duro, ove il Governo Canadese avesse revocato il monopolio al CWB.

Ma è piuttosto in Europa che il tema è stato ripreso di recente. Il boom dei prezzi delle *commodity* del 2007-08 ha fatto prendere definitivamente coscienza anche agli operatori del vecchio continente dei rischi connessi alla volatilità dei mercati e che la stagione dei prezzi stabili, che la vecchia PAC garantiva, era finita per sempre: proprio il frumento duro, inoltre, è stato il prodotto agricolo che nell'occasione si è dimostrato il più volatile in termini di prezzo. E' in un simile contesto che, nell'autunno del 2009, Borsa Italiana, da poco entrata nel *London Stock Exchange Group* lancia il progetto per un contratto *future* del frumento duro in Italia ma con una prospettiva necessariamente internazionale <sup>(1)</sup>. Ma mentre ad un anno di distanza gli operatori della filiera frumento duro ancora si stanno interrogando su questa proposta e si fatica ad individuare almeno tre *market maker* che, impegnandosi ad operare in acquisto e vendita sul nuovo mercato per un minimo di volumi e di tempo, forniscano la liquidità necessaria alla partenza, è la filiera dell'orzo da malto, per una volta ancora, ad anticipare i tempi. L'11 Maggio di quest'anno infatti si sono aperte le contrattazioni per il primo *future* dell'orzo da malto a Parigi (NYSE Liffe) che sta ora cercando di dimostrare, non senza fatica, la propria credibilità e possibilità di futuro. Se l'esperienza sarà positiva, il mercato e la filiera dell'orzo da malto avranno salvaguardato la propria autonomia e specificità, indicando, ancora una volta, alla filiera del frumento duro una strada percorribile. Frumento duro e orzo da malto, pasta di semola e birra, Mediterraneo e Mitteleuropa: storie parallele che continuano.

(1) Cfr. P. Cabrini "Un contratto *future* per il frumento duro"- Filiera Grano duro news n. 14 - Aprile 2010.

## PUBBLICAZIONI

# Publicati i proceedings SIGRAD

Clara Berdini e Roberto Ranieri  
Progetto SIGRAD

Le ricerche scientifiche del progetto SIGRAD - Società Interprofessionale Grano Duro, sono state raccolte nei proceedings "La ricerca SIGRAD sul grano duro: un modello per la filiera". Definite all'inizio del 2004, e incominciate solo nel 2006, le ricerche si sono dimostrate particolarmente precorritrici dei tempi ed in perfetta sintonia con i più recenti obiettivi strategici della politica agricola nazionale e comunitaria.

Temi quali la *sicurezza alimentare* (ad es. lo studio di micotossine emergenti come la T2 e HT2, la selezione di tipi di grano duro tolleranti/resistenti al *Fusarium*, l'individuazione di metodiche di conservazione del grano alternative alle attuali per la difesa dagli insetti, gli approfondimenti sulla rintracciabilità), lo *sfruttamento delle biomasse per impieghi energetici* (paglie e sottoprodotti della macinazione), la *selezione genetica* (ad es. l'individuazione di genotipi di grano duro tolleranti/resistenti alla *Septoria*) e la *caratterizzazione varietale* in funzione delle differenti macroaree produttive nazionali, sono stati impostati seguendo un approccio di tipo pre-competitivo individuando cioè le problematiche di interesse per la maggior parte degli operatori.

Il volume, costituito da ben 18 contributi tecnico-scientifici e complessivamente composto da 302 pagine, fornisce un *modus operandi* basato sulla cooperazione tra gli istituti di ricerca e le aziende private, in grado di generare una rete d'informazione trasparente al servizio della intera filiera produttiva.

Con la pubblicazione di questo volume, SIGRAD ha inteso porre a disposizione un patrimonio di conoscenze che ci si augura potranno contribuire ad elevare lo standard del grano duro italiano per il buon nome della pasta, pilastro della dieta mediterranea.



## RISULTATI RACCOLTO 2010

## Progetto "Grano duro alta qualità". Sintesi dell'andamento

Michele Zerbini e Marco Silvestri - Barilla G. e R. Fratelli S.p.A.

Con l'avvicinarsi dell'inizio del quinto anno del progetto "Grano duro di alta qualità in Emilia-Romagna" è giunto il momento di tirare le somme sull'ultima annata agraria. Un'annata rivelatasi particolarmente difficile, soprattutto per la parte agricola della filiera che ha dovuto fronteggiare un mercato al ribasso e diversi problemi meteorologici, che hanno influenzato significativamente i risultati produttivi.

Volendo fare una rapida panoramica sull'andamento della produzione nazionale del grano duro nel 2010, possiamo dire che, mentre negli areali dell'Italia settentrionale si è assistito ad un aumento delle superfici coltivate, associato tuttavia a un abbassamento generalizzato delle rese, nelle regioni Centro-Meridionali il consistente calo delle superfici è stato ampiamente coperto dall'aumento delle rese, in alcuni casi superiori anche del 50% rispetto all'anno precedente.

Gli ettari coltivati, tenendo conto di diverse fonti analizzate, si attestano intorno ai 1.100.000 ettari e con una resa media nazionale di 3,4 t/ha è stata ottenuta una produzione complessiva di quasi 4 milioni di tonnellate.

A livello qualitativo la situazione del raccolto italiano si presenta abbastanza variegata: le regioni settentrionali sono state caratterizzate da un abbassamento del peso ettolitrico, soprattutto dove le piogge sono state più insistenti (es. Ferrara e Rovigo) e dal calo del contenuto proteico rispetto al 2009, per tornare a livello delle medie storiche dell'area.

Migliori le prestazioni, sia per peso ettolitrico che per proteine, nel versante adriatico dell'Italia Centrale, mentre più scadente è la qualità ottenuta nelle regioni del versante tirrenico. Al Sud si sono riscontrati pesi specifici nettamente superiori rispetto alla media storica e una diminuzione del contenuto proteico che comunque si mantiene prossimo alle medie storiche.

Dal punto di vista igienico-sanitario, gli areali del Nord sono stati caratterizzati da frequenti attacchi di fusariosi e da una presenza di deossinivalenolo (DON) a livelli differenti in funzione dell'andamento meteorologico delle diverse aree. Sempre bassi, invece, i livelli riscontrati nelle aree del Centro e del Sud Italia, con la sola eccezione, alquanto anomala, di alcune aree della Toscana.

## I risultati del Progetto

Analizziamo ora i risultati della campagna del grano duro nell'ambito del Progetto "Alta qualità" della Regione Emilia-Romagna.

Come per il raccolto 2009, anche quest'anno tutti i lotti di grano duro prodotti e stoccati nell'ambito del progetto sono stati sottoposti a campionamento secondo la procedura ufficiale (Reg. CE 401/2006) e successivamente analizzati per le caratteristiche qualitative e il contenuto in DON.

In generale, rispetto al 2009, le piogge primaverili hanno favorito un maggiore attacco della fusariosi della spiga ed una presenza di DON nella produzione regionale me-

diamente più alta, anche se estremamente variabile, da areale ad areale.

In termini generali comunque il quantitativo complessivo commercializzabile nell'ambito del progetto ha raggiunto 90.000 tonnellate, le cui caratteristiche principali sono riportate in Tabella 1.

Passando a una disamina più dettagliata si nota innanzitutto una situazione estremamente variegata in funzione della zona di produzione. Nelle province di Parma e Piacenza le produzioni sono state tendenzialmente in linea con quelle storiche, con un contenuto proteico mediamente del 13% e pesi ettolitrici elevati (82,4 kg/hl). Il livello di DON, probabilmente grazie alla maggiore diffusione di rotazioni con colture come pomodoro e medica, è stato costantemente basso con medie rispettivamente di 300 e 697 mg/kg.

Spostandoci verso la zona di Modena e Bologna si inizia a rilevare una maggiore frequenza di presenza di DON accompagnata da una riduzione della resa e un contenuto proteico medio per i lotti del progetto di 13,7% s.s.

I maggiori problemi di qualità merceologica e di presenza di DON, tuttavia, si riscontrano a Ferrara, soprattutto nella parte settentrionale della provincia, dove alcuni importanti eventi atmosferici durante le fasi più delicate della coltura, hanno provocato un netto calo dei pesi specifici su valori talvolta inferiori al 76 kg/hl minimo. Per il Progetto "Grano duro di alta qualità" è stato quindi

Tab. 1: Valutazione qualitativa delle produzioni ottenute nel 2010 nell'ambito del progetto "Grano duro di alta qualità in Emilia-Romagna"

Organizzazione	Provincia	Quantità	Peso Ettolitrico	Umidità	Proteine	DON (ppb)	
		tonellate	kg/hl	%	% ss		
O.P. GRANDI COLTURE ITALIANE	BOLOGNA	6.810	82,2	11,3	13,9	874	
	FERRARA	3.969	80,0	11,4	14,1	980	
	RAVENNA	953	79,6	11,3	14,2	583	
	<b>MEDIE PONDERATE</b>	<b>11.732</b>	<b>80,6</b>	<b>11,3</b>	<b>14,1</b>	<b>812</b>	
O.P. CEREALI EMILIA ROMAGNA	CAIP BO-MO	BOLOGNA	14.283	81,5	11,5	13,7	1.064
		MODENA	6.880	79,9	11,0	13,6	1.351
	CAP FORLÌ	RIMINI	3.800	80,7	11,0	13,5	50
	CAP RAVENNA	RAVENNA	17.390	79,2	11,4	14,0	614
	PROGEO	BOLOGNA	7.978	81,6	11,2	13,6	899
	TERREMERSE	FERRARA	10.198	79,6	11,6	14,3	966
		RAVENNA	4.621	80,4	11,8	13,9	776
	<b>MEDIE PONDERATE</b>	<b>65.150</b>	<b>80,4</b>	<b>11,4</b>	<b>13,8</b>	<b>817</b>	
C.A.P.A. FERRARA COOP PER	FERRARA	2.020	80,4	12,0	13,8	1.034	
CONS. AGRARIO PROV.LE PIACENZA	PIACENZA	5.460				697	
CONSORZIO AGRARIO PROV.LE PARMA	PARMA	11.103	82,4	11,1	13,1	300	
<b>MEDIE PONDERATE GENERALI</b>		<b>95.465</b>	<b>81,0</b>	<b>11,4</b>	<b>13,7</b>	<b>732</b>	



necessario selezionare solo i lotti che per caratteristiche merceologiche e sanitarie (spesso i lotti con valori più bassi di peso ettolitrico presentavano anche i maggiori livelli di DON) rispettassero gli standard qualitativi minimi previsti. Le caratteristiche e i volumi di questa quota di produzione sono riportati in Tabella 1.

Migliore, anche se piuttosto variabile, la produzione nel Ravennate. Dal punto di vista delle micotossine, il contenuto medio in deossinivalenolo è leggermente più basso anche se con una distribuzione a “macchia di leopardo” che ha richiesto una forte attenzione nella selezione delle partite.

Per quanto riguarda gli aspetti qualitativi del raccolto, in questa provincia si può notare un buon andamento sia dei pesi ettolitrici che delle sostanze azotate.

Decisamente positive invece le caratteristiche del raccolto nelle province di Rimini e Forlì-Cesena dove a contenuti molto bassi di DON (media di 69 mg/kg) si è aggiunta la bontà delle caratteristiche merceologiche ottenute.

Il quadro generale è quindi piuttosto articolato e complesso. Inoltre l'andamento del mercato, con prezzi del grano tenero pari o superiori a quelli del duro, sta penalizzando fortemente la coltivazione durogranicola. Si sta assistendo ad un effetto di switch-off tra le due coltivazioni, specialmente in quelle zone storicamente più soggette a problemi di origine fito-sanitaria, che crea una forte incognita per le prossime semine.

È proprio in questo senso che i soggetti appartenenti al progetto si stanno muovendo per garantire il mantenimento della forza della filiera e gli ottimi risultati degli ultimi anni. Dal punto di vista agronomico il Farming Barilla sta lavorando per individuare soluzioni agronomiche (lavorazione del terreno, rotazioni, modalità di applicazione dei trattamenti fitosanitari, ecc.) ottimizzate per cercare di garantire la remunerazione della coltivazione stessa.

Nella stessa ottica sono le proposte contrattuali offerte da Barilla, quali per esempio la remunerazione di parte del raccolto sulla base dei costi di coltivazione, con l'obiettivo di garantire una sorta di reddito minimo all'agricoltore; oppure la definizione del prezzo del grano duro in funzione della quotazione del grano tenero. Si tratta di modalità innovative di definizione del prezzo con cui contrastare la continua erosione del reddito e favorire le scelte produttive in un periodo di estrema volatilità dei mercati.

## ASSISTENZA TECNICA

# Risultati di due anni di applicazione di *GranoDuro.net*

Simona Giosuè e Pierluigi Meriggi - Horta srl

*GranoDuro.net* è un servizio web interattivo che fornisce supporti decisionali per la coltivazione di grano duro di qualità (dalla semina alla raccolta) nel nord Italia, calibrati sulle caratteristiche delle varietà del Progetto “Grano duro di alta qualità in Emilia-Romagna” (Levante, Normanno, Saragolla) e riferiti alle condizioni agronomiche ed ambientali di ogni singolo appezzamento.

### La rete di monitoraggio

Per il suo funzionamento, validazione e aggiornamento, *GranoDuro.net* si avvale di: 1) una rete di stazioni meteorologiche; 2) una rete di aziende pilota; 3) una piattaforma sperimentale.

1. La rete meteorologica è costituita da 19 stazioni che coprono in modo uniforme le aree di coltivazione del grano duro del Nord Italia ed invia, in continuo, dati di temperatura, umidità relativa, pioggia e bagnatura fogliare direttamente al sistema via GPRS. Altre 13 stazioni sono già state installate al centro-sud in vista della prossima estensione del servizio a queste aree di coltivazione.

2. Le aziende che ospitano le stazioni meteorologiche sono le cosiddette ‘aziende pilota’ nelle quali vengono allestiti campi sperimentali condotti in base ai consigli di *GranoDuro.net*. Tali campi vengono utilizzati per la validazione del sistema.

3. A Ravenna (c/o Az. Agr. Cà Bosco) viene annualmente impostata una piattaforma sperimentale per approfondire i principali temi della tecnica culturale. I risultati di tale attività sono funzionali all'aggiornamento continuo di *GranoDuro.net*.

### Risultati del monitoraggio delle aziende pilota nel periodo 2009-2010

Ogni anno, le aziende pilota impostano colture di pieno campo seguendo i supporti decisionali di *GranoDuro.net*. La stessa azienda conduce anche coltivazioni “convenzionali” della stessa varietà. I campi vengono visitati periodicamente per rilevare alcuni parametri quali l'incidenza delle principali malattie; i parametri produttivi (resa, peso ettolitrico, proteine, ecc.) vengono rilevati a fine stagione con l'analisi dei campioni prelevati nei diversi appezzamenti.

Gli appezzamenti monitorati sono stati 24 nella stagione 2008-2009 e 20 in quella 2009-2010.

I dati delle due annate mostrano gli ottimi risultati produttivi ottenuti utilizzando *GranoDuro.net* come supporto nella gestione della coltura. La produzione media è risultata di 63,9 t/ha nell'annata 2008-

2009 e 70,9 t/ha in quella successiva. Il contenuto in proteine sulla sostanza secca è variato dal 14,5% nel 2009 al 13,6% nel 2010, mentre il peso ettolitrico è passato da 81,4 kg/hl nel 2009 a 78,1 kg/hl del 2010 (fig.1). Relativamente a quest'ultimo parametro va sottolineato che le condizioni meteorologiche del 2010 hanno fortemente penalizzato il peso ettolitrico e che pertanto il valore ottenuto come media dalle aziende pilota può ritenersi soddisfacente. Questi risultati mostrano che l'utilizzo di *GranoDuro.net* garantisce una buona stabilità produttiva anche in annate caratterizzate da condizioni meteorologiche ed ambientali profondamente diverse.

Infatti, il 2009 è stato caratterizzato da frequenti piogge primaverili con temperature molto basse; mentre, a partire dalla prima decade di maggio, le temperature hanno cominciato a crescere e le precipitazioni si sono diradate. Il repentino innalzamento delle temperature ha portato le colture in uno stato di stress verso la terza decade di maggio, ma successivamente le stesse si sono riequilibrate consentendo al frumento duro di “chiudere” correttamente il proprio ciclo. Dal punto di vista fitosanitario le condizioni che si sono verificate non sono state particolarmente favorevoli allo sviluppo di epidemie fungine.

Il 2010 invece ha fatto registrare precipitazioni intense sia nel periodo invernale a ridosso e dopo la semina, sia in primavera, fino a giugno, creando notevoli difficoltà sia di ordine pratico nella gestione della coltura sia dal punto di vista fitosanitario,

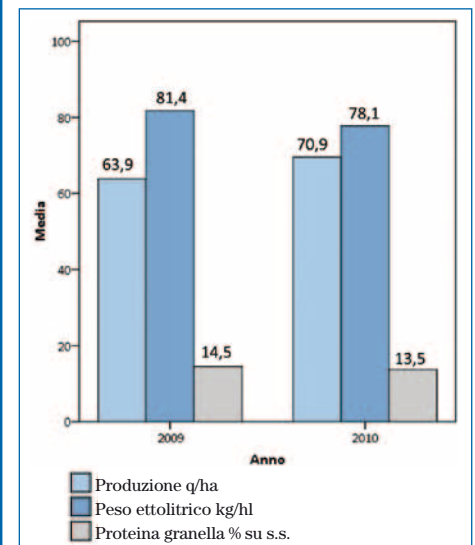


Fig. 1 - Confronto fra i principali parametri produttivi medi rilevati nelle annate 2008-2009 e 2009-2010 nelle aziende pilota che hanno applicato *GranoDuro.net*.

## Un sistema innovativo di assistenza tecnica al servizio del Progetto

**GranoDuro.net** è un sistema di supporto alle decisioni (DSS, Decision Support System) estremamente innovativo perché:

- è un servizio fornito via web agli utenti registrati e quindi disponibile in tempo reale ovunque sia possibile un collegamento alla rete;
- il servizio è continuamente aggiornato: i dati meteorologici e colturali giungono direttamente al sistema attraverso un flusso continuo alimentato da sensori agrometeorologici automatici e da attività di analisi e monitoraggio;
- **GranoDuro.net** fornisce supporti per tutte le fasi del processo di coltivazione del grano duro di qualità, dalle condizioni meteorologiche della zona in cui si trova lo specifico appezzamento, alla densità di semina ottimale, alla quantità di concimazione azotata da apportare alla coltura, fino alla segnalazione del rischio delle principali malattie fungine (ruggine bruna e gialla, oidio, fusariosi della spiga e relative micotossine, septoriosi). E' in fase di implementazione il modulo che riguarda il diserbo chimico che sarà disponibile per la prossima campagna 2010-2011.
- **GranoDuro.net** permette di tradurre sofisticati e complessi processi decisionali in semplici supporti di facile ed immediata interpretazione. Per ogni supporto decisionale sono disponibili sia informazioni di sintesi che di dettaglio. Il servizio è stato sviluppato da Horta Srl in esclusiva per Società Produttori Sementi e per CGS Sementi.

**Chi accede:** il servizio è gestito da Horta Srl, attraverso il proprio sito internet (<http://www.horta-srl.com>). Gli utenti di **GranoDuro.net** sono sia le aziende agricole sia le strutture che acquistano seme delle varietà sulle quali è tarato il sistema. A queste aziende vengono assegnate 'username' e 'password' e, al primo accesso, viene loro accreditato un numero di ettari compatibile con la quantità di seme acquistato. Gli utenti devono poi inserire i dati relativi alle unità produttive (UP = appezzamento con caratteristiche uniformi di varietà, precessione colturale, tipo di terreno, tecnica di coltivazione; la stessa azienda può avere più UP) della propria azienda. Questo inserimento avviene *una tantum* all'inizio della stagione; ad ogni accesso successivo ogni utente dovrà solo selezionare la stazione meteorologica di riferimento, l'UP di interesse e visualizzare i supporti decisionali.

Per una presentazione dinamica del sistema ci si può collegare a [www.granoduro.net](http://www.granoduro.net)

creando condizioni particolarmente favorevoli allo sviluppo di alcune malattie fungine come la fusariosi della spiga.

### Risultati della piattaforma sperimentale

Anche quest'anno, per collaudare e per validare i percorsi tecnico-colturali di **GranoDuro.net** ci si è avvalsi della piattaforma sperimentale Farming Barilla allestita presso l'Azienda Agricola Ca' Bosco di Ravenna. La piattaforma sperimentale prevede l'allestimento di prove *ad hoc* per approfondire alcuni aspetti della tecnica colturale e della difesa che servono all'aggiornamento del sistema.

In particolare, negli anni dal 2009 al 2010 sono stati raccolti dati che riguardano l'ef-

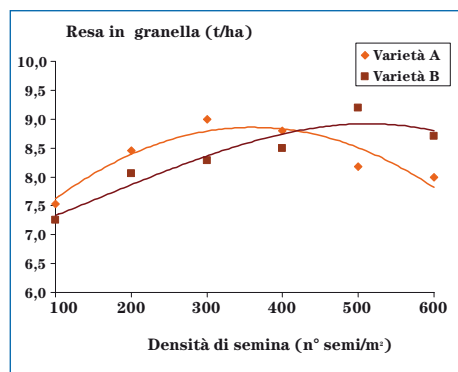


Fig. 2 - Effetti della densità di semina sulla resa in granella di 2 varietà di frumento duro. Az. agr. Cà Bosco (Ravenna), anno 2010.

fetto della densità di semina sui parametri produttivi di diverse varietà; della quantità di azoto sulla produttività delle varietà selezionate; delle tecniche colturali sulla presenza di malattie e sul contenuto di micotossine.

### Densità di semina

Le prove allestite per studiare l'effetto di diverse densità di semina sulla resa mostrano che le singole varietà esprimono il loro massimo potenziale con investimenti equilibrati e differenti da varietà a varietà (fig. 2), la resa tende infatti a decrescere all'aumentare delle densità (generalmente con densità superiori a 500-600 semi germinabili per metro quadrato). Tale risulta-

to è comunque variabile di anno in anno e nel 2010 l'effetto della densità di semina è risultato meno marcato rispetto alle annate precedenti proprio a causa delle condizioni meteorologiche che si sono verificate durante la prima parte della stagione. Infatti le pesanti precipitazioni del periodo invernale e primaverile hanno creato condizioni di difficoltà per quanto riguarda l'accestimento e la conseguente produzione di un numero sufficiente di spighe. Le condizioni di asfissia per saturazione idrica dei terreni hanno in particolare ostacolato i fenomeni di respirazione a livello radicale e la produzione di energia necessaria allo sviluppo ottimale delle piante.

Al di là dell'effetto annata, si può comunque affermare che grazie alle loro peculiari caratteristiche (capacità di accestimento, fertilità delle spighe, precocità, ecc.) le varietà esprimono il massimo del loro potenziale nell'ambito di intervalli ben definiti di numero di semi germinabili per metro quadrato.

Questo non è comunque sufficiente a dare il consiglio sulla densità di semina. Altri fattori che hanno un'importante effetto sull'investimento finale, sono anche la profondità di semina, la dimensione degli aggregati terrosi come conseguenza delle lavorazioni ed il grado di umidità del terreno.

L'obiettivo specifico di **GranoDuro.net** è quello di determinare un'ideale popolazione di piante per genotipi caratterizzati da differente abilità di accestire, attraverso la quale sia possibile ottenere la più elevata produzione in granella e i più alti livelli qualitativi per quanto riguarda il contenuto proteico ed il peso ettolitrico (fig. 3).

### Concimazione azotata

La variabilità climatica di questi ultimi anni ha inciso fortemente sulla risposta produttiva della coltura di frumento duro alle concimazioni azotate. In fig. 4 sono riportati i risultati di una sperimentazione realizzata nella valle padana sud orientale, ormai al quinto anno di attuazione e che verifica la risposta quanti-qualitativa del grano duro a differenti dosi di azoto somministrato (da 0 a 250 kg/ha).

In particolare dalla figura si evince come la quantità di azoto che ha consentito di ottenere la più elevata resa in granella sia completamente diversa di anno in anno.

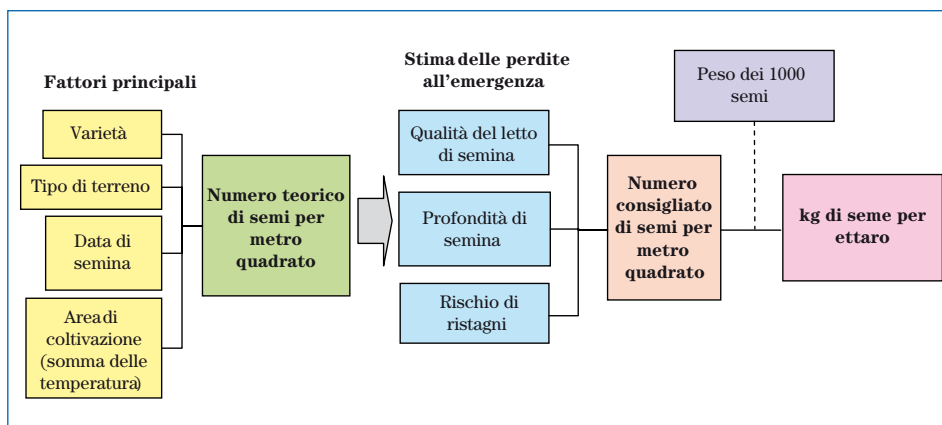
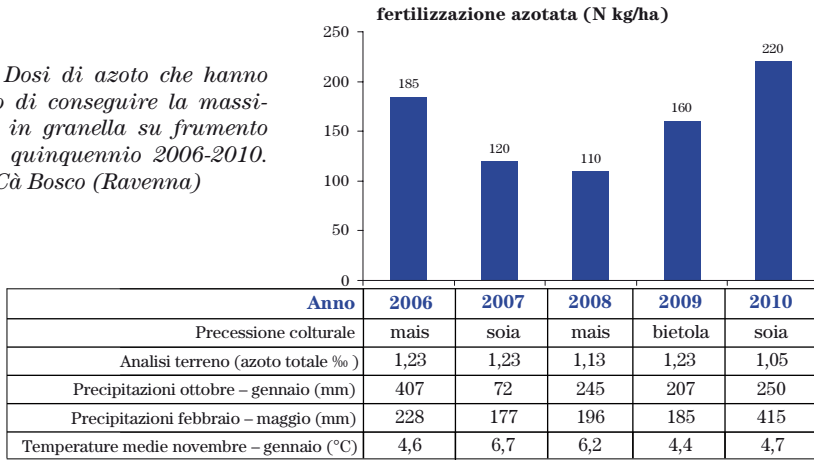


Fig. 3 - Fattori considerati da **GranoDuro.net** nel formulare il consiglio sulla densità di semina.

Fig. 4 - Dosi di azoto che hanno permesso di conseguire la massima resa in granella su frumento duro nel quinquennio 2006-2010. Az. agr. Cà Bosco (Ravenna)



Essa è stata particolarmente significativa nel raccolto 2006, caratterizzato dai mesi autunnali (ottobre, novembre e dicembre 2005) molto piovosi (407 mm) e da basse temperature. Altrettanto significativi sono risultati gli apporti del 2009 e del 2010, annate caratterizzate da precipitazioni autunnali nella norma ma da elevate piovosità primaverili, eccezionali nel 2010. Per contro i raccolti 2007 e 2008 non hanno visto risposte significative della coltura alla concimazione azotata per opposti motivi, quando le rese più elevate sono state ottenute con valori di apporti azotati di poco superiori alle 100 unità.

Di conseguenza la dose di azoto da somministrare alla coltura è diversa ogni anno anche in relazione a numerosi altri fattori, fra cui: precessione culturale, resa attesa, caratteristiche del terreno e varietà. Per il consiglio di concimazione azotata, **GranoDuro.net** prende pertanto origine dal metodo del bilancio adottato dalla Regione Emilia-Romagna, supportando il sistema decisionale con ulteriori elementi derivanti dalla climatologia (indice termopluviometrico, precipitazioni successive al mese di gennaio), dall'analisi del terreno con particolare riferimento alla dotazione

di azoto disponibile, alla scelta varietale e dallo stato della coltura nel periodo che va dall'accestimento alla botticella. Il consiglio di fertilizzazione così ottenuto fornisce, inoltre, indicazioni più precise su quando concentrare gli apporti, suddividendo la dose totale in più epoche.

**Dosi di azoto e densità di semina**

L'equilibrio nutrizionale nel frumento duro, che possiede una maggiore suscettibilità all'allettamento rispetto al tenero, non è di semplice realizzazione e il conseguimento di elevati livelli produttivi quanti - qualitativi sono due obiettivi di non facile armonizzazione.

Per questo motivo annualmente sono realizzate prove di interazione fra densità di semina e concimazione azotata al fine di verificare, varietà per varietà i punti di equilibrio. Esemplicativi sono i risultati riportati in fig. 5, dove l'interazione positiva dei fattori della produzione (densità ed azoto) consente di ottenere alte rese e colture equilibrate e resistenti all'allettamento.

**Tecniche colturali e malattie**

Le condizioni meteorologiche influenzano in modo determinante lo sviluppo del

le malattie fungine che colpiscono il grano duro, tuttavia anche le tecniche agronomiche hanno un effetto significativo sulla gravità delle malattie e lo sviluppo di micotossine. In particolare, l'effetto delle tecniche di coltivazione sul contenuto in DON è illustrato in fig. 6, dove si nota che la combinazione di determinate operazioni colturali è in grado di abbattere in modo sostanziale il contenuto in micotossine.

Il modulo malattie di **GranoDuro.net** contiene modelli previsionali che sono stati calibrati ed adattati alle specifiche esigenze di questo servizio sulla base dell'esperienza e di specifici dati sperimentali. Tutti sono ampiamente documentati in letteratura ed ampiamente validati nelle più svariate situazioni colturali; pertanto forniscono informazioni accurate e "robuste".

I modelli forniscono il rischio delle principali malattie fungine (ruggine bruna e gialla, oidio, fusariosi e septoriosi) in funzione delle condizioni meteorologiche ed un modulo aggiuntivo stabilisce il rischio DON alla raccolta in funzione di numerosi fattori agronomici quali la suscettibilità varietale, la precessione culturale, il tipo di lavorazione del terreno, l'esecuzione del trattamento fungicida.

Altre sperimentazioni sono in fase di svolgimento per calibrare in modo sempre più preciso tutti i moduli del sistema **GranoDuro.net** in base alle caratteristiche delle singole varietà e per fornire supporti sempre aggiornati ed affidabili.

**In conclusione**, la sperimentazione e la validazione del sistema in pieno campo di questi due anni ha fornito risultati produttivi soddisfacenti ed ha dimostrato che **GranoDuro.net** è un sistema integrato che garantisce stabilità produttiva e qualitativa delle produzioni di frumento duro con una razionalizzazione dei costi dovuta al migliore impiego e alla calibrazione dei mezzi tecnici.

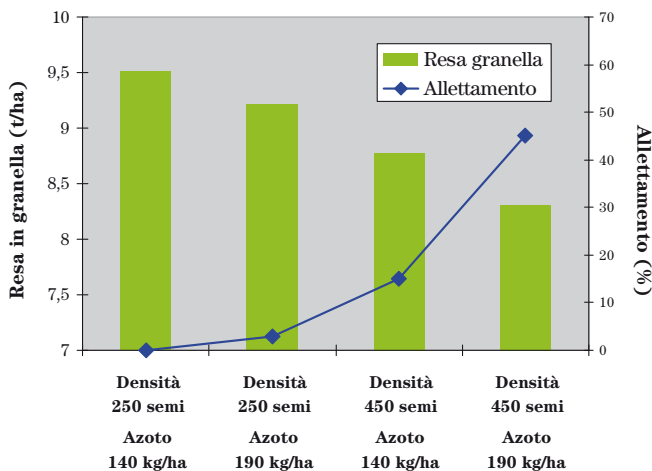
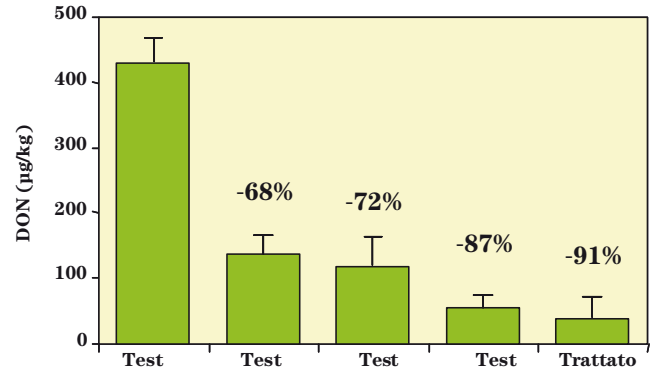


Fig. 5 - Effetti della densità di semina e della concimazione azotata sulla resa in granella della varietà Levante. Az. agr. Cà Bosco (Ravenna), anno 2009



Trattamento fungicida	No	No	No	No	Si
Precessione culturale	cereale	cereale	rinnovo	rinnovo	rinnovo
Lavorazione terreno	sodo	aratura	aratura	aratura	aratura
Varietà	Varietà A	Varietà A	Varietà A	Varietà B	Varietà B

Fig. 6 - Effetti di differenti itinerari tecnici sul contenuto in DON delle cariossidi. Le barre indicano le medie di 3 località, le linee l'errore standard delle medie, mentre i valori % esprimono la riduzione rispetto al valore più alto.

## GENOMICA DELLE RISORSE GENETICHE VEGETALI

## 2° Simposio internazionale GPGR2

Roberto Tuberosa - DiSTA, Facoltà di Agraria, Università di Bologna

Dal 24 al 27 Aprile 2010 si è tenuto a Bologna, nell'ambito di PastaTrend, il secondo simposio "Genomics of Plant Genetics Resources" (Genomica delle Risorse Genetiche Vegetali: GPGR2) il cui obiettivo è stato quello di fare il punto su quanto la genomica offra per meglio caratterizzare e conservare la biodiversità delle piante coltivate e per ottimizzarne l'utilizzo per il rilascio di varietà migliorate.

Gli oltre 400 partecipanti provenienti da 63 nazioni di tutti i continenti ed i 320 contributi scientifici presentati (riassunti disponibili nel sito [www.GPGR2.com](http://www.GPGR2.com)) testimoniano il successo dell'iniziativa che ha riunito molti dei massimi esperti in genomica delle piante e nella conservazione di germoplasma.

Per quanto riguarda le relazioni sul frumento duro, Marco Maccaferri (DiSTA, Università di Bologna) ha riportato alcuni dei risultati preliminari conseguiti nell'ambito del progetto di ricerca "From Seed to Pasta" recentemente finanziato da AGER ([www.progetto-ager.it](http://www.progetto-ager.it)) e coordinato dalla Società Produttori Sementi di Bologna. Questo progetto coinvolge varie istituzioni pubbliche Italiane ed il CIMMYT. Il progetto si prefigge di utilizzare gli strumenti più avanzati della genomica per migliorare la resa e la qualità del frumento duro prodotto in Italia. Le ricerche condotte hanno permesso di identificare nuovi geni per resistenza alla fusariosi, ruggine, oidio ed alla Septoria, fitopatia quest'ultima che si sta rapidamente diffondendo anche in Italia. Particolare attenzione verrà dedicata alle caratteristiche dell'amido (es. rapporto tra amilosio ed amilopectina) e di altri composti (es. arabinoxilani) rilevanti sotto il profilo nutrizionale e di prevenzione di malattie. A tal riguardo, Peter Shewry (BBSRC, Rothamstead, Inghilterra) ha indicato come le caratteristiche nutrizionali del frumento possano in parte prevenire l'insorgere di obesità, cardiopatie, diabete, tumori al colon-retto, ecc. la cui incidenza va aumentando.

Le relazioni di Emile Frison (Bioversity International, Roma) e di Andreas Graner (IPK, Gatersleben, Germania) hanno sottolineato l'inestimabile valore delle collezioni di risorse genetiche conservate presso le banche di germoplasma di cui quella presso l'IPK è la più vasta a livello Europeo. Tali collezioni infatti racchiudono molta più variabilità genetica rispetto a quella reperibile nei materiali comunemente utilizzati dai selezionatori e quindi rappresentano una importante fonte di nuovi geni di resistenza a stress biotici ed abiotici. La domesticazione prima e poi l'intensa selezione seguita all'introduzione

delle moderne metodiche di miglioramento genetico hanno gradualmente ridotto la variabilità genetica presente nell'ambito delle specie coltivate, rendendole quindi più vulnerabili alle fitopatie. La relazione di Graner ha chiaramente dimostrato come la genomica ed il sequenziamento dei genomi permettano di esplorare con grande accuratezza ed in maniera estremamente mirata - a livello del singolo gene - le collezioni di germoplasma di specie cosiddette "selvatiche" da cui le specie coltivate derivano a seguito della domesticazione. Particolarmente ricca la casistica nel caso della resistenza alle fitopatie del frumento, come suggerito dalle relazioni di Beat Keller (Univ. di Zurigo), Ciro de Pace (Univ. della Tuscia, Viterbo), Sundeep Kumar (Univ. di Modpuram, India) e Tzion Fahima (Univ. di Haifa, Israele) che hanno riportato l'identificazione ed il clonaggio di nuovi geni in grado di aumentare la resistenza del frumento alle maggiori fitopatie fungine. Questo è il settore in cui la genomica ha fornito i risultati più tangibili, permettendo anche di individuare geni in germoplasma cosiddetto "selvatico", difficilmente accessibile tramite approcci convenzionali.

Altro settore di grande rilievo per la sostenibilità della granicoltura è quello della resistenza a stress abiotici, in particolare la siccità che sempre più frequentemente decurta la resa e la qualità del frumento duro coltivato nel bacino del Mediterraneo. La rilevanza e l'attualità di queste problematiche sono dimostrate dai progetti OPTIWHEAT, TRITIMED, TriticeaeGenome e DROPS finanziati dall'Unione Europea ed a cui il DiSTA di Bologna partecipa. Tali progetti hanno permesso di identificare e caratterizzare loci importanti per la produzione del frumento coltivato in condizioni di disponibilità idrica molto diverse. La selezione assistita con marcatori (MAS: marker-assisted selection) per questi loci potrebbe quindi permettere di aumentare la stabilità produttiva del frumento. La resistenza alla siccità è il carattere di maggiore importanza nei progetti di miglioramento genetico del frumento in Australia, come illustrato da Peter Langridge (ACPF, Adelaide), il cui gruppo punta all'utilizzazione dell'ingegneria genetica per aumentare la resistenza del frumento alla siccità ed alle elevate temperature. Quest'anno sono state realizzate in Australia prove di campo per valutare l'efficacia di geni che in condizioni di laboratorio hanno fornito indicazioni positive alla disidratazione. Per quanto riguarda la MAS per stress abiotici, importan-



Da sin. Tiziano Disarò e Andrea Demontis (PSB), Gebisa Ejeta (World Food Prize) e Roberto Tuberosa (DiSTA).

ti risultati sono stati conseguiti dal gruppo di Langridge per la resistenza a salinità ed eccesso di boro nel terreno. Langridge ha inoltre tracciato una panoramica sul crescente impatto della MAS nei programmi di miglioramento genetico australiani, ricordando che sono ormai circa 40 i geni la cui caratterizzazione e selezione avvengono tramite l'utilizzo di tecniche molecolari. Il settore in cui l'innovazione ed il progresso sono più evidenti è indubbiamente quello del sequenziamento dei genomi delle specie coltivate (es. riso, pomodoro, melo, vite, mais, sorgo, pioppo, ecc.). Gli ultimi sviluppi sugli studi del genoma del frumento sono stati presentati da Jerome Salse (INRA, Francia) che ha illustrato i risultati conseguiti nel progetto Europeo TriticeaeGenome. Obiettivo finale è il sequenziamento del cromosoma 3B del frumento, il maggiore come dimensioni e quindi complessità dei 21 cromosomi del frumento tenero. Un progetto analogo finanziato dal MiPAAF si pone l'obiettivo di sequenziare il cromosoma 5A del frumento. La capacità di identificare le porzioni del genoma interessanti sotto il profilo sementiero è strettamente legata alla disponibilità di marcatori molecolari in grado di distinguere le porzioni del genoma provenienti da linee diverse. Rispetto ad altre colture (es. riso e mais), la complessità del genoma del frumento (ca. 50 e 8 volte maggiori del genoma di riso e mais, rispettivamente) rende più difficoltosa l'identificazione di SNP, la categoria di marcatori introdotta recentemente il cui utilizzo ha rivoluzionato la capacità di analizzare i genomi. A tal proposito, uno degli obiettivi del progetto "From Seed to Pasta" è quello di mettere a punto una piattaforma di svariate migliaia di marcatori SNP in frumento duro. Tale disponibilità permetterebbe di abbattere i tempi e i costi di caratterizzazione molecolare richiesti per individuare geni di interesse agronomico in frumento ed introgredire poi gli stessi in varietà di interesse per la filiera.

Di rilievo la relazione plenaria - "Il ruolo della genetica e delle risorse genetiche nel sostenere la sicurezza alimentare" - tenuta da Gebisa Ejeta (Purdue University, USA) insignito nel 2009 del World Food Prize, l'equivalente del Premio Nobel in agricoltura. Il Prof. Ejeta ha sottolineato il ruolo fondamentale della ricerca genetica nell'aumentare la produttività delle colture agrarie consentendo quindi di evitare carestie alimentari.

