

ACCADEMIA NAZIONALE DELLE SCIENZE
detta dei XL

SCRITTI E DOCUMENTI
XLIV

**Trasferimento di geni
dalla specie selvatica *D. villosum* al frumento
per aumentarne l'adattamento ai sistemi agrari sostenibili**

*Risultati ottenuti dalla collaborazione scientifica
tra Università italiane e l'Università della California*

**Transferring genes
from the wild species *D. villosum* to wheat
for increasing adaptation to sustainable agricultural systems**

*Results from the research collaboration between
Italian Universities and the University of California*

a cura di
CIRO DE PACE



ROMA 2011

© Copyright 2011

ACCADEMIA NAZIONALE DELLE SCIENZE DETTA DEI XL
ROMA

ISSN 03-91-4666

ACCADEMIA NAZIONALE DELLE SCIENZE DETTA DEI XL
00161 Roma - Via L. Spallanzani, 7



Convegno per la presentazione dei risultati del progetto:

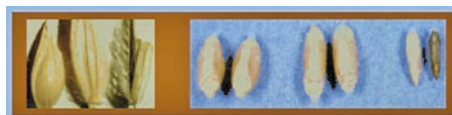
Workshop for the presentation and disussion of the results obtained from the MiPAAF Project:

FRUMIGEN*

Ottimizzazione, diversificazione ed incremento della produttività del frumento tenero: costituzione di anfiploidi e linee derivate da ibridazione intergenerica

Triticum sp. x Dasypyrum villosum

Diversification and optimization of bread wheat productivity through the synthesis of amphiploids and introgression inbred lines from Triticum sp. x Dasypyrum villosum intergeneric hybridization.



La biodiversità del *Dasypyrum villosum* per il miglioramento genetico del frumento e per la tutela dell'ambiente rurale

Role of Dasypyrum villosum in bread wheat genetic improvement and rural landscape ecology



Roma, 8 maggio 2009

**Biblioteca dell'Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL,
Via L. Spallanzani 1/A
Rome, May 8th 2009
*Library of the National Academy of Sciences 'of the Forty'
Via L. Spallanzani 1/A***

* Programma triennale svolto grazie al contributo finanziario da parte del MiPAAF (DM 292/7303/05 del 12/10/2005), ultimato il 30/06/2009, dopo proroga concessa con DM 13533/7303/08 del 21/10/2008.

Research carried-out thanks to the financial contribution of MiPAAF (Italian Ministry for Agricultural Environmental and Forestry Policy (Decree 292/7303/05 issued October 12, 2005)

MARIA CORBELLINI¹ – PATRIZIA VACCINO¹
RICCARDO BANFI¹ – TANIA COPPA¹ – CIRO DE PACE²

Stabilità e capacità produttiva di linee inbred di frumento contenenti geni o cromosomi di *D. villosum***

Summary – High yielding and good bread-making quality varieties are needed to improve common wheat cultivation in North and Central Italy. We evaluated advanced wheat intragression breeding lines (IBL), obtained from wheat × *Dasypyrum villosum* (*Dv*) hybridization and backcross to the wheat parent, in order to achieve introgression of small portions of the *Dv* genome into the wheat nuclear genome. The IBLs were included in three sets of field trials (A, B, and C), each arranged according to a randomized block design, in three locations.

The agronomic performance of the IL over the tested environments evidenced three main results: A) the IL 41-03, 8-1, and Mut 3-04, are ready to enter the registration process for releasing new high yielding and good quality wheat varieties; B) the IL CS × V58, CS × V59, CS × V60 showed early heading, and the IBL CS × V32 and CS × V63 showed resistance to foliar diseases; the grain yield and phenotypic stability of all of them were as good or superior to the wheat parent “Chinese Spring”, which suggest that they will be useful donors of genes for heading earliness (CS × V60 was at least 8 days earlier than both “Chinese Spring” and the earliest check) and disease resistance in future wheat breeding programs; C) An IBL derived from the *T. turgidum* var durum cv “Modoc” × *Dv* (M × V) amphiplod is early heading, with tenacious glumes, and high protein content suitable as a new “farro” for low – input farming systems.

¹ CRA, Unità di Ricerca per la Selezione dei Cereali e la Valorizzazione delle varietà vegetali (SCV), Via Forlani 3, 26866 S. Angelo Lodigiano; tel. +39 0371 211 261; fax +39 0371 210 372; e-mail: patrizia.vaccino@entecra.it

² Dipartimento di Agrobiologia e Agrochimica, Università degli Studi della Tuscia, Via S. Camillo de Lellis, 01100 Viterbo.

** Paper presented at the Workshop organized for the discussion of the results obtained from the MiPAAF Project: FRUMIGEN, Diversification and optimization of bread wheat productivity through the synthesis of amphiploids and introgression inbred breeding lines from *Triticum* sp. × *Dasypyrum villosum* intergeneric hybridization. Friday May 8th 2009, Library of the National Academy of Sciences “of the Forty”, Scuderie Vecchie di Villa Torlonia, Via L. Spallanzani 1/A, Rome, Italy.

1. INTRODUZIONE

Attualmente il grano tenero è coltivato in Italia in circa 700.000 ettari. Di questi, la maggior parte è localizzata nella pianura padana, dove si ottengono anche le produzioni più elevate, ma molta parte è pure presente lungo la dorsale appenninica della penisola; quindi le zone di coltura sono molto diversificate. Il grano tenero utilizzato in Italia, viene per la quasi totalità impiegato per l'alimentazione umana e prevalentemente viene inserito nella filiera per la produzione di pane e prodotti da forno, per cui le richieste dell'industria di trasformazione per farine di buona qualità sono sempre impellenti e la produzione nazionale mediamente riesce a soddisfare queste richieste. La quota di auto approvvigionamento è bassa e, nonostante una leggera ripresa registrata negli ultimi anni, rimane inferiore al 50%. Pertanto è fondamentale inquadrare questi aspetti per rendersi conto della necessità di mantenere in coltivazione, frumenti ad elevata capacità produttiva sia in termini di quantità di granella per unità di superficie che di qualità delle farine. Di conseguenza, le attività di miglioramento genetico vengono impostate contemporaneamente e parallelamente su due criteri: incremento della produttività e innalzamento degli standard di qualità della granella.

Per quanto riguarda la qualità, sono stati fatti molti sforzi e il livello qualitativo medio nazionale è veramente elevato. Già nelle prime fasi di selezione si applicano micro-test e tutte le conoscenze disponibili sulla composizione delle proteine di riserva per identificare i genotipi che presentano la migliore composizione in subunità prolaminiche. Attualmente i grani teneri di alta qualità rappresentano almeno il 35% delle varietà coltivate. La cv "Bologna" appartenente alla classe dei frumenti di "forza", è la seconda varietà, in termini di diffusione.

I limiti fondamentali della produttività del grano tenero nei nostri ambienti, sono sicuramente: (a) le alte temperature che si verificano a fine maggio/primi di giugno, che bloccano il ciclo di vegetazione e (b) le malattie dovute a funghi patogeni [1]. Proprio per questi limiti, sin dalle ricerche e realizzazioni varietali di N. Strampelli, è stata scelta la "precocità di spigatura" come criterio di selezione prioritario in modo da consentire alla pianta di frumento di utilizzare al meglio il periodo utile per l'accumulo delle sostanze di riserva nella granella. Infatti, uno dei primi studi di fisiologia della produzione nelle condizioni ambientali del nord, fino al centro Italia [2], aveva evidenziato come l'accumulo delle sostanze di riserva nelle cariossidi, si completa durante la quinta settimana dopo la fioritura (Fig. 1). Questo vuol dire che il periodo di accumulo è brevissimo relativamente all'intero ciclo colturale, e l'entità del peso finale della granella, sostanzialmente, viene determinata in questo lasso di tempo.

Nei Paesi dell'Europa nord-occidentale, il periodo di granigione è molto più lungo che in Italia e questa condizione, ovviamente, favorisce l'accumulo di fotosintetati nella granella. Ma ciò dipende anche dalla precocità di spigatura della varietà. Nell'Italia del nord, le varietà precoci spigano mediamente intorno al 10

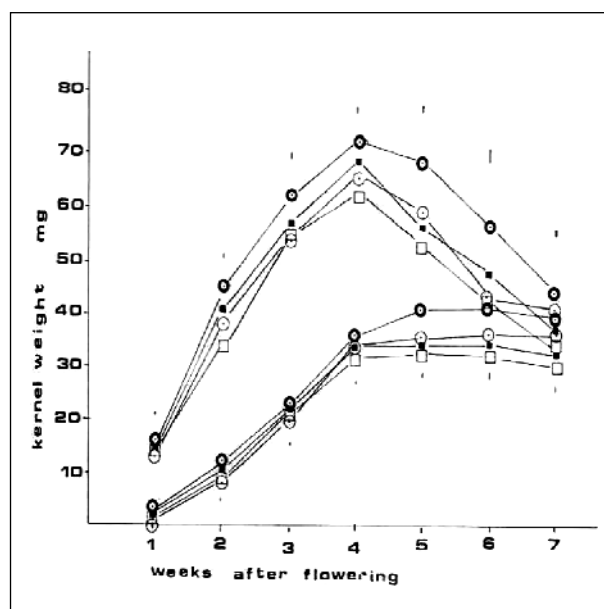


Fig. 1. Peso di una cariosside valutato durante lo sviluppo nel periodo dalla 1^a alla 7^a settimana dopo l'antesi.

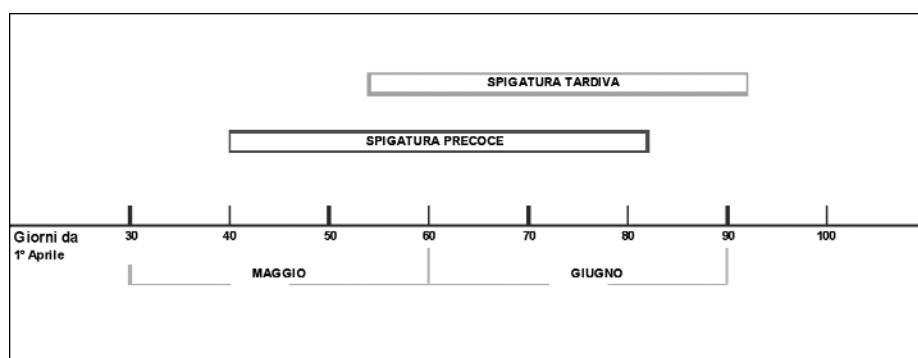


Fig. 2. Durata del periodo “spigatura-maturazione della granella” in varietà a spigatura precoce e tardiva, rilevata nel 2008.

maggio e chiudono il ciclo intorno al 22/23 giugno (Fig. 2). Le varietà più tardive, spigano 12-13 giorni dopo, ma anche la maturazione della granella avviene circa 12-13 giorni dopo rispetto alle varietà precoci. Negli ultimi anni il ciclo è risultato compresso tanto che, mediamente, a fine giugno si completano le operazioni di raccolta. La precocità di spigatura è quindi un carattere importante per il frumento, anche se non bisogna eccedere in precocità di spigatura per evitare danni provocati da ritorni di freddo. Le varietà attualmente più produttive sono a spigatura media o medio precoce. Alla luce di queste considerazioni, in codesto lavoro vengono presentati i risultati ottenuti dalle prove agronomiche comparative condotte per valutare l'espressione fenotipica dei caratteri connessi con la capacità produttiva dei materiali valutati in anni e località diverse.

2. MATERIALI E METODI

I materiali valutati sono stati raggruppati in tre categorie identificate, rispettivamente, come Prova A, Prova B, e Prova C (Tab. 1; Fig. 3). Tranne che la linea 9.CS 1BL·1VS della Prova B (costituita dal Prof. E.R. Sears, Univ. of Columbia, Missouri, USA), gli altri materiali furono sviluppati dal Prof. C. De Pace, presso l'Università degli Studi della Tuscia, Viterbo. I materiali sono stati valutati nei campi sperimentali del CRA-SCV, S. Angelo Lodigiano, Lodi (SAL), del CERMIS, Tolentino, Macerata (TOL) e presso l'Azienda Didattico Sperimentale dell'Università degli Studi della Tuscia, Viterbo (VT).

I materiali della Prova A includevano linee da ibridazione [(*T. turgidum* spp *durum* cv Modoc $\times$ *D. villosum*) $\times$ *T. aestivum*]. Nel 2008 le linee (41-3)-01, (8-1)-01, e Mut 3-04 vennero confrontate con 4 testimoni (Artico, Blasco, Bologna, PR 22R58) e 13 linee di altra origine in selezione presso CRA-SCV. Le prove vennero effettuate a SAL e TOL secondo uno schema sperimentale a blocco randomizzato con tre repliche e parcelle di 10 m², a densità normale di semina.

I materiali della Prova B comprendevano linee inbred di frumento con geni introgressi da *Dv* mediante ibridazione intergenerica *T. aestivum* cv "Chinese Spring" (CS) $\times$ *D. villosum* (ecotipo laziale), seguita da una generazione di reincrocio con CS (BC_1F_1), due generazioni di autofecondazione (da BC_1F_2 a BC_1F_3), cinque generazioni di discendenza da singola spiga (da S_4 a S_8) e quattro generazioni di incremento di seme (linee S_{12} indicate anche linee IBL). I gruppi di linee S_{12} riferibili a piante S_4 diverse (ad esempio 04.CS $\times$ V63 e 14.CS $\times$ V63) furono identificate come gruppo S4D di linee IBL. Le linee S_{12} derivate dalla stessa pianta S_4 sono considerate 'sorelle' entro ciascun gruppo S4D, e sono state indicate linee S4S. Per la IBL CS 1BL·1VS non si ebbe a disposizione una linea sorella. I materiali di questa prova vennero utilizzati per due esperimenti.

1° esperimento: valutazione della precocità di spigatura di alcune IBL. Le IBL CS $\times$ V58, CS $\times$ V59, CS $\times$ V60 vennero seminate a SAL in tre diverse epoche:

TABELLA 1 – Materiali analizzati dal 2006 al 2008 in prove replicate a S. Angelo Lodigiano (Lodi) e Viterbo.

Prova A. Nuove linee ad elevata capacità produttiva	Prova B. IBL con “nuovi geni” trasferiti da <i>Dv</i>	Prova C. Nuovi tipi di “farro” (glume molto tenaci; cariossidi svestite)
10 linee da ibridazione [(<i>T. turgidum</i> spp <i>durum</i> × <i>D. villosum</i>) × <i>T. aestivum</i>]	6 gruppi di IBL di cui 5 rappresentati da coppie di linee sorelle derivate da ibridazione (<i>T. aestivum</i> cv Chinese Spring × <i>D. villosum</i>)	Anfiploidi esaploidi (<i>T. turgidum</i> spp <i>durum</i> cv Modoc × <i>D. villosum</i>) e linee stabili selezionate da essi
(41-3)-01 ⁽¹⁾ (8-1)-01 ⁽¹⁾ Mut 1-04 Mut 3-04 ⁽¹⁾ Nuovo Mut. 2-04 Nuovo Mut. 3-04 Nuovo Mut. 5-04 Nuovo Mut. 13-04 3.Mut 9.99/Orig. IR 5.Mut 33-92/1-200 Gigas orig	13.CS × V58 s93 23.CS × V58 s93 5.CS × V59 s93 10.CS × V59 1-95 16.CS × V60 s93 21.CS × V60 s93 4.CS × V63 95-97 14.CS × V63 1.95 34.CS × V32 v616-1 33.CS × V32 v623-3 9.CS 1BL.1VS	Anfiploidi esaploidi M × V Mut 7-04 Linee selezionate da anfiploidi Mut 12-04 Mut 16-04
Controlli	Controlli	Controlli
CS Modoc Creso 4.5.1 “Best commercial variety”: cv Duilio “Best commercial variety”: cv Simeto	Linea A416 (Varietà con traslocazione 1BL/1RS) 11.CS 95-97 Varietà primaverili: Salmone Sagittario Agadir Serio	Farro piccolo (<i>T. monococcum</i>) Farro medio (<i>T. dicoccoides</i>) (F 100) Farro grande (<i>T. spelta</i>) (Rouqueen-Farro 112) <i>T. timopheevii</i>

(1) Linee valutate anche a Tolentino nel 2008.

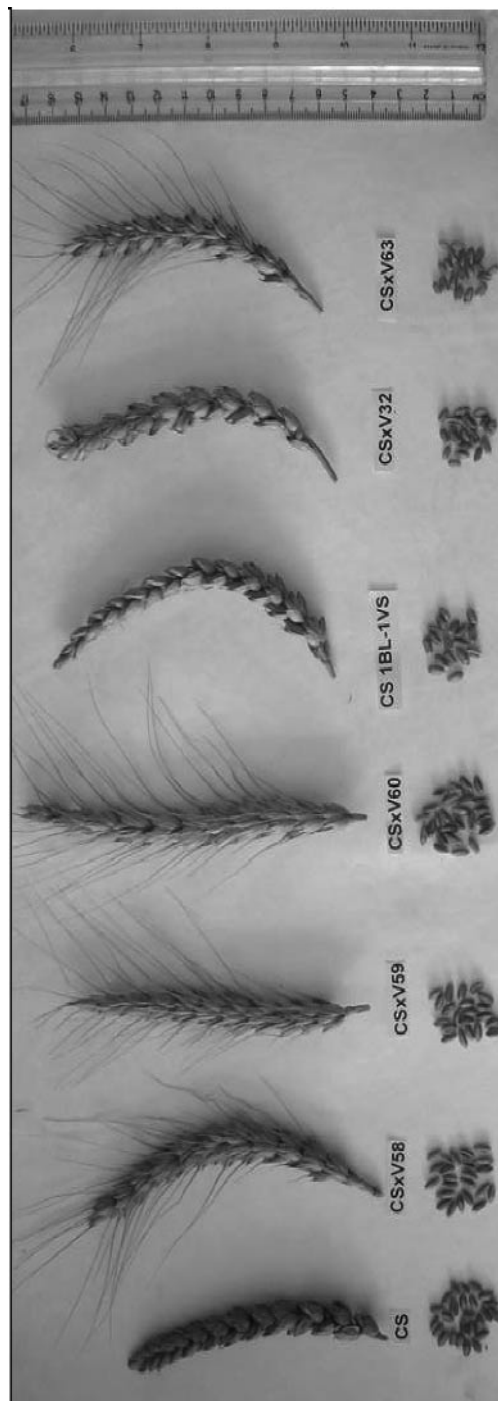


Fig. 3. Spiga e cariossidi per le IBL, analizzate nella Prova B, dotate di geni introdotti da *Dv* mediante ibridazione intergenerica *T. aestivum* cv "*Chinesa Spring*" (*CS*) $\times$ *D. villosum* (ecotipo laziale), seguita da una generazione di reincrocio con *CS* (BC_1F_1) e diverse generazioni di autofecondazione.

28/10/2005 (semina autunnale), 15/03/2006 (semina fine inverno), e 09/09/2006 (semina di fine estate). Come controlli furono utilizzate la cv CS, la IL CS×V63, e la cv Sagittario.

2° *esperimento*: valutazione della stabilità ambientale e produttiva delle IBL. Le IL vennero seminate in epoca autunnale a SAL e VT dal 2006 al 2008, ed in precedenza (1999, 2000, 2001, 2004 e 2005) soltanto nel campo sperimentale di VT. Lo schema sperimentale fu predisposto per eseguire l'analisi dell'interazione genotipo per ambiente ($G \times E$) e per determinare la relativa stabilità ambientale dell'espressione della data di spigatura e della produzione di granella per pianta. Gli anni e le località furono considerati rappresentativi di 7 condizioni ambientali diverse nelle quali furono confrontate 5 coppie di linee sorelle (33-CS×V32 e 34-CS×V32; 13-CS×V58 e 23-CS×V58; 05-CS×V59 e 10-CS×V59; 16-CS×V60 e 21-CS×V60; 04-CS×V63 e 14-CS×V63) e due campioni della cv CS (11-CS e 18-CS). Nell'insieme le IBL ed i campioni della cv CS verranno indicati "genotipi". In ciascun ambiente, ogni "genotipo" fu valutato a livello fenotipico in parcella composta da 6 file da 1 m, distanziate di 0,3 m (parcelle di 1 m×1,5 m). La densità di semina venne regolata a 400 cariossidi per m². Tutte le parcelle dei "genotipi" vennero disposte in uno schema di campo a blocco randomizzato replicato due volte. La successiva valutazione della stabilità fenotipica è stata condotta con il metodo degli "score biplot" ricavati dall'analisi AMMI (Additive Main effects and Multiplicative Interaction) della matrice dei dati relativi ai 12 "genotipi" valutati nei 7 ambienti. Lo "score" riportato sull'asse PC1 rappresentava una misura dell'effetto attribuibile a ciascun "genotipo", mentre lo score riportato sull'asse PC2 indicava una misura della stabilità del "genotipo" negli ambienti analizzati.

I materiali della Prova C, con glume tenaci tipo "farro" ma a rachide rigido e cariossidi "nude", comprendevano: (a) linee identificate e selezionate dopo ibridazione "*T. turgidum* spp *durum*×*D. villosum*"×"*T. aestivum*", e (b) anfiploidi ottenuti dopo ibridazione "*T. turgidum* var *durum*×*D. villosum*".

3. RISULTATI

3.1. Linee della Prova A

Le linee (41-3)-01, (8-1)-01 e Mut 3-04, nelle prove preliminari condotte a Viterbo nel 2007 e 2008, hanno manifestato il peso della granella per unità di superficie migliore rispetto ai corrispondenti controlli (Fig. 4). Le IBL (8-1)-01, (41-3)-01, e Mut 3-04, hanno manifestato interessantissimi valori di produttività quando confrontate con Agadir, una delle varietà più produttive attualmente in commercio.

L'analisi della varianza eseguita sulle IBL valutate a SAL e Tolentino (Tab. 2), ha indicato differenze significative tra le linee per tutti i caratteri analizzati. Le differenze tra località per la produzione di granella e altezza della pianta non erano significative. Tuttavia l'interazione $L \times G$ era significativa per tutti i caratteri tranne

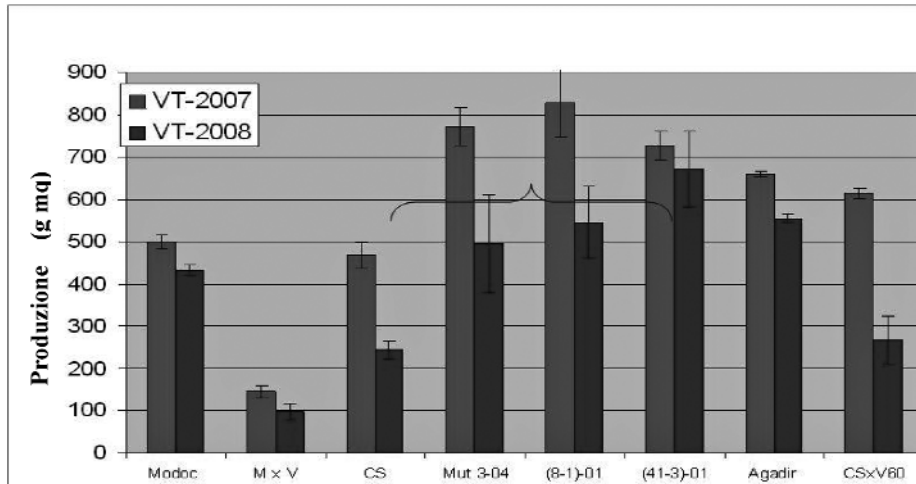


Fig. 4. Produzione di granella per m² per le linee della Prova A [(8-1)-01, (41-3)-01, e Mut 3-04] e controlli (Modoc, anfiploide M x V, CS, Agadir e CS x V60), nell'esperimento eseguito presso il campo sperimentale dell'Università della Tuscia a Viterbo, nel 2007 e 2008.

l'altezza della pianta. Sebbene questa situazione indichi un comportamento relativo dei materiali che cambia a secondo delle località, dalla Fig. 5 si può tuttavia notare una sostanziale similitudine di comportamento in campo delle linee (8-1)-01, (41-3)-01, e Mut 3-04 rispetto ai controlli. Un anno di prove in più località ed in grandi parcelle non è sufficiente per avere informazioni adeguate sul valore agronomico delle linee, ma considerando il pedigree delle linee stesse ed i tempi rapidi di costituzione, si può comunque affermare che il metodo di ibridazione adottato e gli effetti della cromatina di *Dv* durante tale processo hanno consentito di avere linee con valore produttivo nettamente superiore ai parentali Modoc, CS e M x V (Fig. 4) e comparabili con le migliori varietà commerciali del momento (Fig. 5) anche dal punto di vista della panificabilità delle farine (Fig. 8). Infatti le varietà di frumento tenero di

TABELLA 2 – ANOVA per la produzione della granella, peso ettolitrico, peso dei 1000 semi, altezza della pianta e data di spigatura valutati in 20 genotipi in due località.

Fonte di variazione	GdL	Produzione (t/ha)	Peso ettolitrico (kg/hL)	Peso 1000 semi (g)	Altezza (cm)	Spigatura (giorni da 1° Aprile)
Località (L)	1	ns	**	**	ns	*
Genotipo (G)	19	**	**	**	**	**
L x G	19	**	**	**	ns	**
Errore	80					

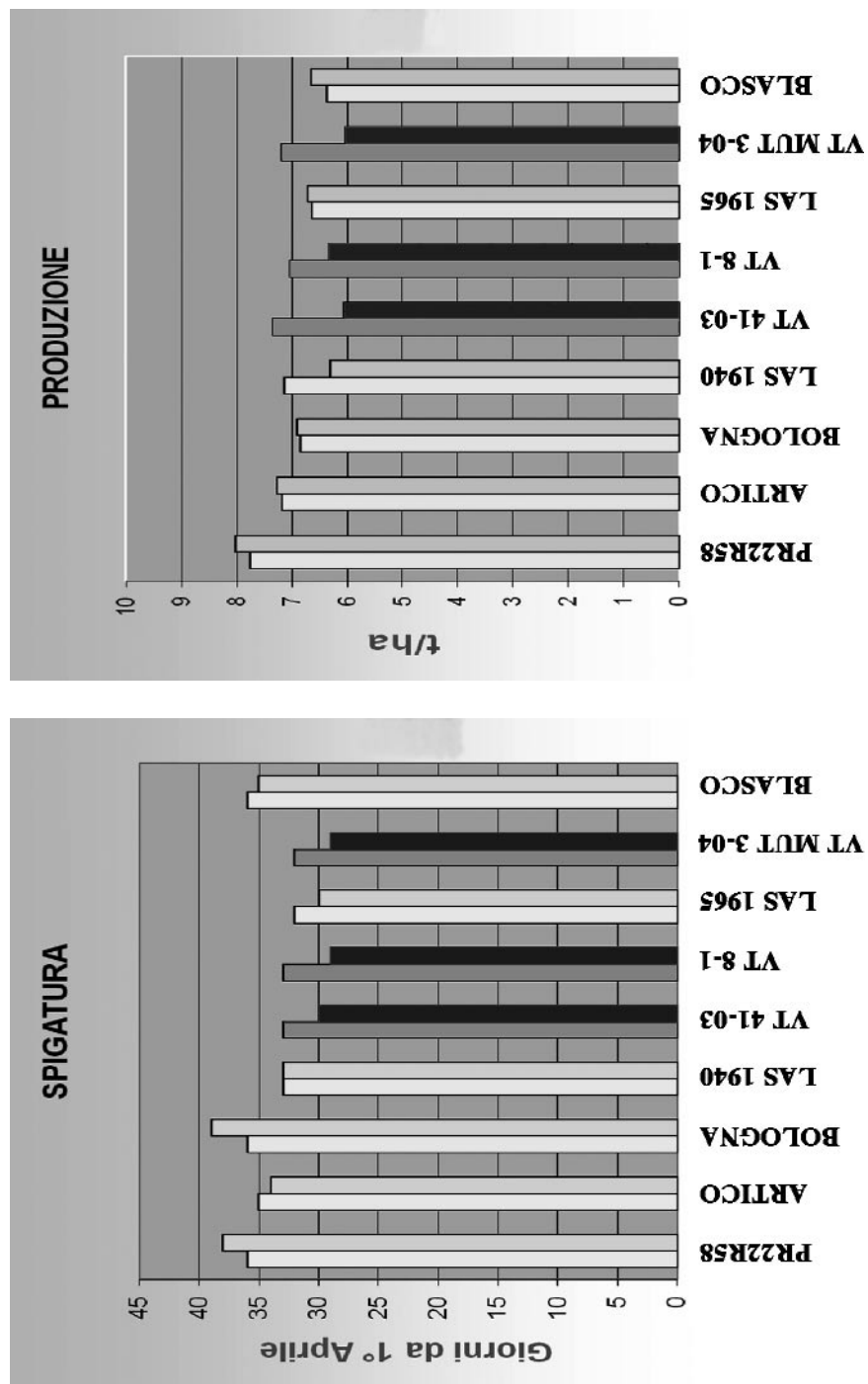


Fig. 5. Valori medi per la data di spigatura e la produzione di granella valutate a S. Angelo Lodigiano (barra sinistra) e Tolentino (barra destra) nelle linee (41-3)-01, (8-1)-01, e Mut 3-04 della Prova A in confronto con linee e varietà commerciali di buon valore produttivo.

controllo “PR 22R 58”, “Artico” e “Bologna” sono le più produttive a livello nazionale, ma anche Blasco è una varietà altamente produttiva, considerando che ha prodotto oltre 6 tonnellate a ettaro di granella di elevatissima qualità.

Le tre linee della Prova A hanno dato una migliore produzione al nord (SAL) piuttosto che al centro (TOL). La spiegazione è legata all’andamento climatico del 2008, che ha accorciato il ciclo colturale ed ha favorito i genotipi più precoci come le tre linee della Prova A.

L’incidenza delle malattie è stata rilevante per le fusariosi, mentre per le altre malattie i sintomi non sono stati preoccupanti.

3.2. Linee della Prova B

L’ipotesi che venne fatta al momento dell’allestimento del 1° esperimento fu quella che, dopo ogni epoca di semina, lo sviluppo delle piante nelle fasi di accestimento, levata e botticella sarebbe avvenuto in condizioni di foto- e termo-

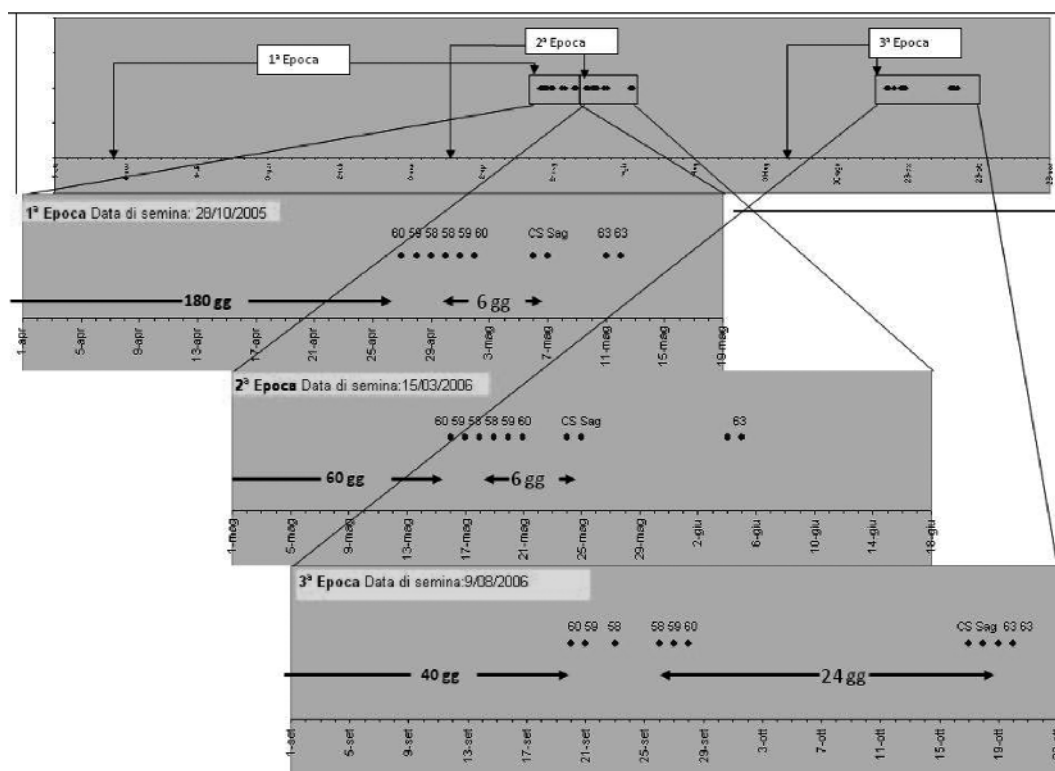


Fig. 6. Data di spigatura per tre IL precoci (CS×V58, CS×V59, CS×V60) in confronto a CS e CS×V63 seminate in tre epoche diverse a S. Angelo Lodigiano (Lodi) nel 2005/2006.

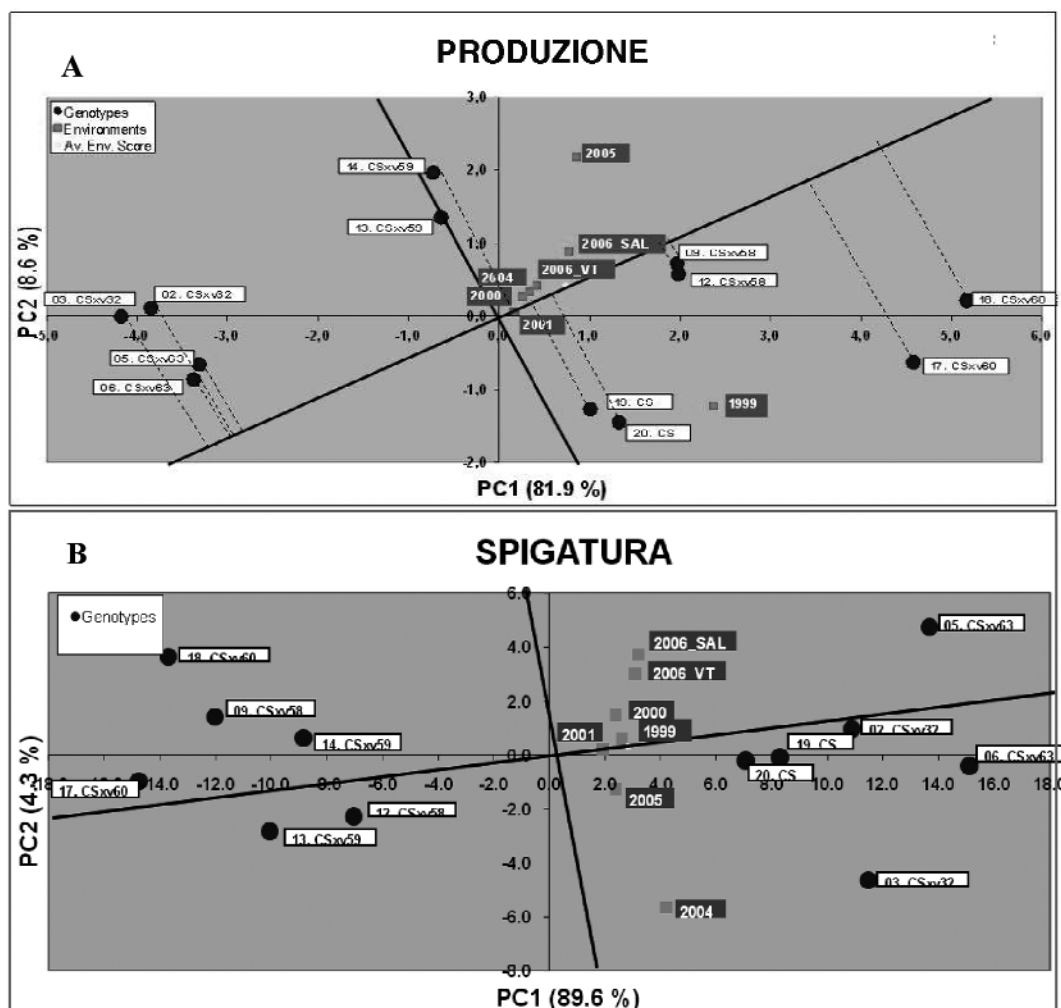


Fig. 7. Visualizzazione delle coordinate relative all'indice ambientale ottenuto dopo analisi multi-variata "Componenti Principali" dei dati per la Produzione di granella per pianta (A) e Data di spigatura (B) valutate per 5 coppie di linee sorelle della Prova B e due campioni di CS in 7 ambienti diversi. Gli indici sono stati riportati in un grafico "biplot".

periodo diverse e che dopo la 2^a e 3^a epoca di semina le temperature sarebbero state superiori a quelle necessarie per la "vernalizzazione" delle linee autunnali o di quelle di controllo.

Il materiale analizzato ha evidenziato interessanti espressioni geniche per precocità di spigatura, capacità produttiva, e componenti della produzione. Le linee CS×V58 CS×V59 CS×V60 hanno spigato, rispetto al controllo (CS) in

entrambe le località, con almeno 6 giorni di anticipo quando la semina è avvenuta in autunno ed alla fine dell'inverno, mentre l'anticipo è stato di 24 giorni rispetto ai controlli CS, CS×V63 e Sagittario, quando la semina è avvenuta in campo all'inizio di agosto (Fig. 6).

L'analisi G×E ha evidenziato come le linee CS×V58, CS×V59, e CS×V60 confermino la loro precocità rispetto a CS in ben 7 ambienti (Fig. 7B) ed esprimono una buona stabilità produttiva negli anni (Fig. 7A). Inoltre le IBL CS×V32 e CS×V63 hanno manifestato una buona resistenza alle malattie fogliari, specialmente all'oidio. I risultati ottenuti indicano anche che le IL sono relativamente più produttive della cv CS parentale, e quindi potenzialmente donatrici di geni per precocità di spigatura, produttività e resistenza a malattie quando verranno impiegate in successivi programmi di miglioramento genetico dei frumenti.

3.3. Linee della Prova C

I tipi di farro Mut 12-04 e Mut 16-04 hanno mostrato una capacità produttiva superiore ai "farri" di controllo mentre i "farri" esaploidi M×V e Mut 7-04 hanno mostrato una precocità di spigatura di almeno 15 giorni rispetto agli altri "farri" a confronto (Tab. 3).

I nuovi "farri" sono interessanti anche per quanto riguarda la riduzione della taglia, poiché negli altri "farri" di confronto, l'altezza pronunciata limita la loro accettabilità da parte degli agricoltori dovuta alla loro tendenza all'allettamento. Anche questi materiali sono pronti per essere poi ulteriormente valutati.

TABELLA 3 – Medie per la data di spigatura, altezza della pianta, numero di spighe per spiga, peso dei 1000 semi, e contenuto proteico, valutati nei materiali della Prova C a SAL nel 2007 e 2008.

Genotipo	Spigatura (giorni dal 1° aprile)	Altezza pianta (cm)	Spighe/spiga (n°)	Peso 1000 cariossidi (g)	Contenuto proteico (% sost. secca)
Mut 12-04	124	104	16,3	42,6	16,5
Mut 16-04	124	106	15,9	42,6	16,9
M×V	114	101	14,7	27,1	21,1
Mut 7-04	116	105	14,6	23,5	21,5
<i>T. monococcum</i>	144	109	17,7	20,0	20,0
<i>T. dicoccoides</i>	132	125	15,5	35,5	22,0
<i>T. spelta</i>	135	124	17,0	39,8	18,8

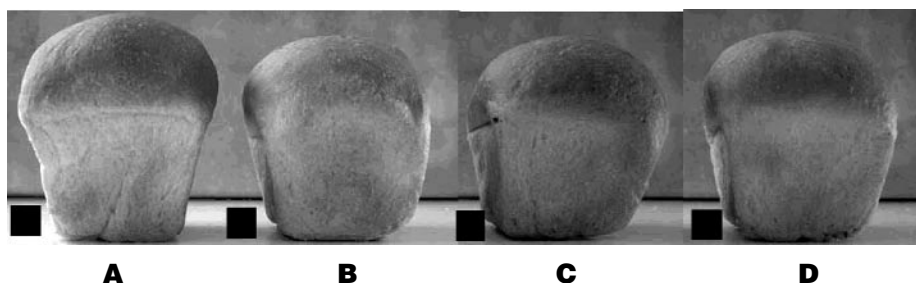


Fig. 8. Pane ottenuto dalle linee (8-1)-01 (B), (41-3)-01 (C), Mut 3-04 (D), a confronto con un testimone commerciale (A).

4. CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati agronomici ottenuti, è possibile concludere che nell'ambito del progetto FRUMIGEN è stata dimostrata la buona potenzialità produttiva di tre linee (41-03, 8-1, e Mut 3-04) derivate da ibridazione [*(T. turgidum* spp *durum* cv Modoc $\times$ *D. villosum*) $\times$ *T. aestivum*] che sono proponibili per l'iscrizione al registro nazionale delle varietà di frumento tenero. Sono state inoltre selezionate altre linee che per le peculiari caratteristiche agronomiche, precocità di spigatura e resistenza alle malattie in particolare, possono essere utilizzate come donatrici di geni utili in successivi programmi di miglioramento genetico. Quest'ultimo aspetto non è di secondaria importanza data la missione di CRA-SCV che è proprio la selezione e la valorizzazione dei cereali, tuttavia il proseguimento dell'attività intrapresa è subordinato alla disponibilità di risorse finanziarie che consentano di mantenere una stretta collaborazione con l'Università degli Studi della Tuscia (Viterbo).

Riassunto – Il rilascio di varietà di frumento tenero altamente produttive e di buona qualità panificatoria è condizione necessaria per il rilancio della coltura nelle zone vocate del Nord e Centro Italia. Per quanto riguarda gli aspetti agronomici, nell'ambito del progetto FRUMIGEN, sono state valutate numerose linee selezionate a partire da incroci interspecifici frumento $\times$ *Dasyphyrum villosum* (*Dv*). Complessivamente sono state effettuate tre serie di prove parcellari (A, B, C) secondo schemi sperimentali a blocco randomizzato con tre repliche che hanno variamente interessato tre località.

I risultati ottenuti hanno consentito di evidenziare: A) le positive caratteristiche produttive e di stabilità di tre genotipi (41-03, 8-1, Mut 3-04), proponibili per l'iscrizione al registro nazionale delle varietà di frumento tenero; B) la buona stabilità fenotipica di altre linee per i caratteri precocità di spigatura (CS $\times$ V58, CS $\times$ V59, CS $\times$ V60) e resistenza alle malattie (CS $\times$ V32 e CS $\times$ V63), che le rendono proponibili come parentali in futuri programmi di miglioramento genetico; C) genotipi a glume tenaci caratterizzati da precocità di spigatura ed elevato contenuto proteico che meritano ulteriori valutazioni.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Borghi B., Corbellini M., Guiducci M., Monotti M., 1989. Grain filling patterns in bread wheat (*T. aestivum*) as affected by simulated environmental stresses. In: Dainty *et al.*, eds., Plant Membrane Transport. Elsevier Sci. Publ. (Biometrical Div.), pp. 625-628.
- [2] Corbellini M., Borghi B., 1985. Accumulation and remobilization of dry matter and protein in four bread wheat varieties. Z. Acker -und Pflanzenbau, 155: 1-11.

*Il volume è stato pubblicato grazie al contributo concesso
dalla «Fondazione Carivit», Viterbo*

*This volume has been printed thanks to the financial contribution
of the «Fondazione Carivit», Viterbo*

