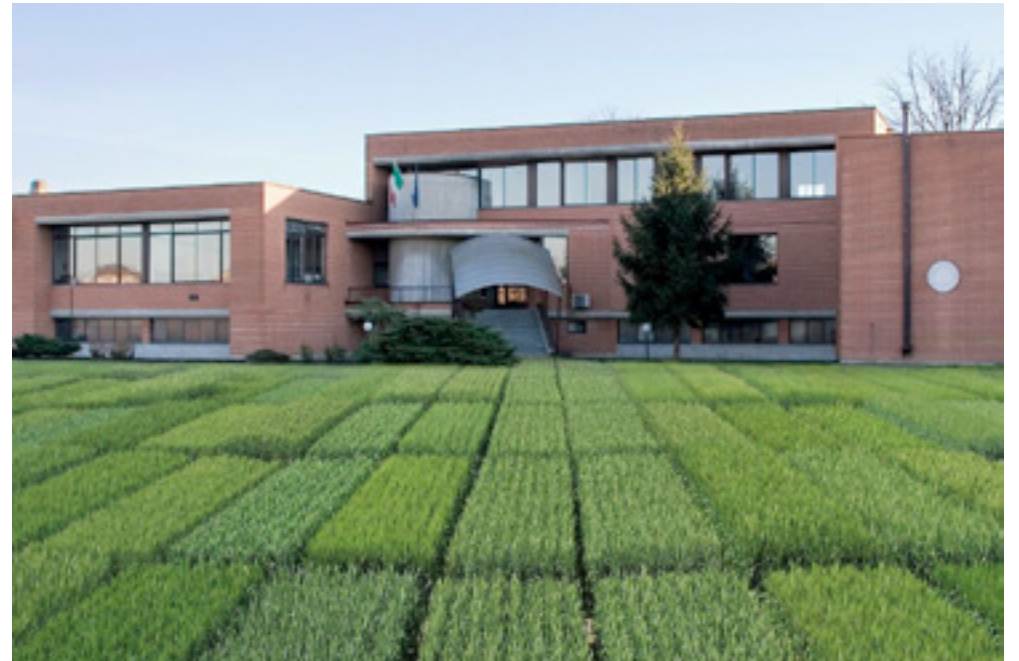


*In ricordo del collega  
Norberto E. Pogna,  
del collaboratore tecnico  
Hubert Boiocchi  
e di tutti coloro che hanno  
contribuito allo svolgimento  
delle ricerche svolte da  
“La genetica” santangiolina*

**GAETANO BOGGINI**

**C'era una volta  
“La genetica”  
di Sant’Angelo Lodigiano**



*L'attuale Sede in Via Forlani, 3, de “La genetica”  
(fotomontaggio di Luigi Battaini)*

Questo volume è stato realizzato con il contributo di



e con il patrocinio di



L'autore desidera ringraziare: la Società Storica Lodigiana per aver inserito il libro tra i "Quaderni di Storia Lodigiana"; tutti coloro che lo hanno aiutato nella raccolta di documenti e immagini; quanti gli hanno fornito suggerimenti per rendere il testo il più completo possibile e di facile interpretazione.

Un ringraziamento particolare va:

a Angelo Savarè, per avermi concesso di utilizzare la sua opera artistica come copertina del libro;

all'amico Giovanni Godina per la sua disponibilità e collaborazione nel predisporre e realizzare il progetto tipografico.

Le immagini fotografiche inserite nel libro fanno parte, dove non è citata la fonte, dell'archivio dell'autore e dell'ex Sezione dell'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura di S. Angelo Lodigiano.

L'editore è comunque a disposizione degli eventuali aventi diritto per crediti fotografici non correttamente segnalati.

*Il ricavato della distribuzione di questo libro verrà devoluto a sostegno delle attività benefiche della "Associazione Missione Cabriniana Oggi"*

## Prefazione

L'amico Tanino (Gaetano) Boggini mi ha chiesto di presentare questo lavoro che ha scritto con un particolare afflato, giustificato da diverse ragioni. Fra queste vi sono sicuramente: di essere cittadino affezionato di Sant'Angelo Lodigiano; di aver frequentato già in giovanissima età le strutture di ricerca che qui descrive; di essersi appassionato alle ricerche che ivi si svolgevano fino a poterle gestire personalmente da responsabile.

Ho incontrato la prima volta Tanino nel 1968 accompagnando Francesco Salamini a S. Angelo, incaricato di ricevere le consegne da Bruno Rusmini, che lasciava la direzione della Sezione dell'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura. Ho poi continuato a incontrarlo e poi diventarne intimo qualche anno dopo: quando svolgeva la tesi di laurea con Basilio Borghi, che si occupava di cucurbitacee presso la Sezione di Montanaso Lombardo dell'Istituto Sperimentale per l'Orticoltura; dopo la laurea, quando frequentava, come borsista, la Sezione santangiolina; successivamente e con maggiore intensità quando, entrato nei ruoli della sperimentazione del Ministero dell'Agricoltura e Foreste, venne assegnato a Sant'Angelo; quando mi sostitui alla direzione della Fondazione Bolognini; ma anche quando assunse la direzione della Sezione di Catania, in quanto, avendo la famiglia a Sant'Angelo, continuava a frequentare "La genetica"; infine, nel 2006, quando lo chiamai a Milano presso la Facoltà di Agraria per sostituirmi nell'insegnamento di Coltivazioni Erbacee.

Ho ricordato prima "La genetica", questo il nome con il quale a Sant'Angelo si conosce l'Istituzione della quale si parla nel libro, sin dalla sua costituzione. Nel libro si spiega il perché del nomignolo, derivato da Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura di Roma, cui fu affidata, dalla Contessa Lydia Caprara Bolognini, la Fondazione intestata al marito Conte Gian Giacomo Morando Bolognini. Quest'ultimo, nel suo testamento, aveva previsto la costituzione di un centro capace di apportare miglioramenti alla cerealicoltura del nord Italia.

In realtà la Fondazione, come tale, fu concepita dal grande genetista Nazareno Strampelli per sviluppare due diversi compiti:

- miglioramento genetico dei cereali, in ciò rispondendo ai desiderati testamentari;
- mantenimento in purezza e diffusione delle "Varietà Elette", similmente a come si operava negli Stati Uniti d'America con le *Foundation Seed*, capaci non solo di fare un grande servizio al mondo agricolo, ma anche di fornire risorse economiche alla ricerca.

Strampelli per operare in questo senso aveva fatto adattare alcuni fabbricati in Sant'Angelo, per lavorare e conservare piccoli lotti di sementi e aveva fatto modificare i contratti di affitto in essere, al momento del ricevimento dei beni, per poter conseguire, con gli affittuari, l'attività di moltiplicazione delle sementi e con

l'idea di non rinnovare i contratti stessi e riunire in un'unica azienda tutti i terreni (circa 400 ha) per destinarli all'attività istituzionale; similmente a quanto aveva già realizzato a Rieti con l'azienda San Pastore e a Roma con l'azienda Inviolatella.

Alla morte di Strampelli (1942) la nuova direzione non si trovò d'accordo con detto orientamento e continuò a concedere i fondi in affitto per utilizzare i redditi conseguiti nel mantenimento delle strutture e per erogare borse di studio per la formazione di nuovi ricercatori. La visione di Strampelli relativa alla organizzazione della ricerca da sviluppare, prevalentemente su frumento, fu mantenuta fino agli anni Settanta e poi deviata. Quella relativa alla organizzazione della Fondazione fu ripresa con la Direzione dell'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura di Angelo Bianchi, ma fu ostacolata, per un lungo periodo, da politici locali che ostacolarono la liberazione dei fondi, limitando l'attività della Fondazione.

Questo libro, che ho il piacere di presentare, ha lo scopo di far conoscere le principali attività di ricerca sviluppate e i risultati conseguiti; l'una e gli altri sono stati in grado di far conoscere Sant'Angelo Lodigiano nel mondo. Lo scritto, oltre ad essere interessante dal punto di vista storico, presenta le direzioni susseguites e descrive le ricerche via via messe in atto. Queste risultano di grande importanza dal punto di vista conoscitivo e applicativo e si trovano pubblicate in riviste tecnico-scientifiche nazionali e internazionali.

Se a posteriori un rilievo all'attività dell'Istituzione si può fare è quello di non aver seguito l'impostazione iniziale che avrebbe potuto portare ad una più incisiva costituzione varietale. Questa, purtroppo, è stata limitata per due ragioni: evitare la concorrenza all'attività di costituzione varietale da parte di ditte sementiere private e la mancanza di ricercatori da avviare a questa attività. In pratica si era scelta la linea di aiutare la costituzione varietale da parte dei privati mettendo a loro disposizione materiale genetico superiore per caratteristiche quanti-qualitative. Oggi si può riconoscere che questo modo di operare non è stato del tutto felice in quanto i sementieri/costitutori italiani sono rimasti "piccoli", alcuni scomparsi e quelli rimasti si sono rivolti a materiale genetico, o varietà, costituite da società straniere.

Ciò nulla toglie alla grande produttività scientifica di questa sede, che ha influenzato in modo incisivo il differenziamento qualitativo del frumento tenero, l'agrotecnica della coltura e più recentemente gli studi sui frumenti ancestrali e in particolare del monococco.

Auguro al libro una grande fortuna non solo fra gli studiosi degli argomenti trattati, ma anche fra gli abitanti di Sant'Angelo Lodigiano per i quali, anche, l'amico Tanino lo ha scritto.

*Tommaso Maggiore*  
*Presidente del Museo Lombardo di Storia dell'Agricoltura*  
*di Sant'Angelo Lodigiano*

## Premessa

Lo storico Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura di Sant'Angelo Lodigiano è stato per alcuni decenni una delle preminenti realtà della Genetica italiana. La preparazione e la bravura dei suoi tecnici lo hanno fatto giganteggiare a più riprese nel panorama nazionale ed internazionale, facendone un qualificato punto di riferimento nel miglioramento genetico del frumento.

Il libro trabocca di notizie inedite su questo Ente, nato nel 1933 grazie alla contessa Lidya Caprara Bolognini, che decise di dar vita a «una Fondazione a scopo di interesse pubblico, di istruzione, di sperimentazione e di propaganda agricola, da intitolarsi al suo defunto consorte, e da affidarsi in gestione all'Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura».

Le pagine che seguono descrivono in modo approfondito e scientifico un'eccellenza che il territorio lodigiano ha conosciuto poco o talvolta addirittura ignorato di ospitare.

Le sue vicende sono narrate da Gaetano Boggini, che non è uno storico, ma qualcosa di più: un tecnico che possiede la materia argomento del volume e un appassionato cultore della Genetica. Boggini in alcuni anni è stato testimone e diretto protagonista dei successi registrati dall'Istituto. La sua è una ricerca approfondita compiuta con serietà scientifica. In un lavoro intelligente, documentatissimo e traboccante di notizie inedite, illustra come e per quale motivo il centro di Sant'Angelo Lodigiano ha inciso nella storia della Genetica italiana.

Pur essendo un'opera scientifica scaturita da un personaggio che possiede appieno gli argomenti che vengono affrontati nelle sue pagine, è scritta in modo da riuscire comprensibile anche ai non esperti della materia. Il che non guasta. Molto significative anche le fotografie, entrate nella storia dell'Istituto santangiolino.

Dal libro emerge, chiarissima e indiscutibile, la spiccata professionalità dei tecnici che hanno guidato l'Istituto o hanno lavorato presso di essi, capaci di esperimenti arditi e di studi d'alto livello, talvolta purtroppo boicottati o frenati da scriteriate scelte politiche che hanno impedito alla struttura di Sant'Angelo Lodigiano di superare altre realtà diffuse in Italia e nel mondo.

Boggini illustra i successi registrati nel corso degli anni grazie alle illuminate direzioni di Roberto Forlani (1945-1953) che trasformò la Stazione santangiolina in un punto di riferimento per i genetisti delle Università di Pavia, Milano e Firenze; di Bruno Rusmini (1953-1968) che avviò un intenso programma di ricerche sul frumento tenero e sul frumento duro per il nord Italia; di Carla Fabbretti Scalfati (1968-1972) che ha selezionato la prima varietà di frumento di forza italiano e aperta la strada del miglioramento genetico della panificabilità del frumento; di Basilio Borghi (1972-1998) il cui periodo si caratterizzò per le nuove e moderne metodologie



di miglioramento genetico e per la realizzazione della nuova sede. Sono in parte autobiografiche le pagine successive, dedicate alla direzione dello stesso Boggini (1998-2007), che spaziano sull'ampia attività condotta per potenziare e valorizzare il grande patrimonio scientifico e che si concludono con la grande riforma degli Istituti di ricerca e la nascita del Crea (Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'Economia agraria) Quest'ultimo nel 2017 attuò a sua volta una radicale trasformazione che si abbatté come una scure su tutte le realtà di ricerca agricola presenti nel Lodigiano.

A tale proposito sono ricche di contenuti le considerazioni conclusive. Attualmente - scrive Boggini - per "La genetica" santangiolina si prefigura un trasferimento di tutta la struttura a Lodi, dove verrà creato un unico polo di ricerca in cui confluiranno anche le Unità di Montanaso Lombardo e di Tavazzano. A Sant'Angelo, però, verrà tolta quella vocazione per la quale era stata costituita nel 1933: il miglioramento genetico, un elemento fondamentale per il progresso della coltura del frumento tenero. La riforma del Crea non ha tenuto conto dell'enorme massa di lavoro che la realtà santangiolina ha realizzato dalle sue origini ai giorni nostri. Purtroppo, un finale amaro.

*Ferruccio Pallavera  
direttore de "Il Cittadino"  
quotidiano del Lodigiano e del Sudmilano*



*Raccolta di spighe di vecchie varietà di frumento, conservate al Museo del Pane del Castello Bolognini*

## Introduzione

Quello che attualmente è chiamato Centro di Ricerca per la Zootecnia e l'Acquacoltura, ulteriore Sede attiva di Sant'Angelo Lodigiano, del Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'Economia agraria (Crea) di Roma, sita in Via Roberto Forlani, 3 (in precedenza denominata Via del Mulino) è, a tutti i santangiolini, nota come "La genetica".

Questa denominazione nasce dal fatto che quando l'Ente venne costituito, nel 1933, era denominato: Stazione Fitotecnica dell'Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura di Roma (Ente di sperimentazione agraria del Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Maf).

La Stazione Fitotecnica nasce a seguito della donazione che la Nobil Donna Lydia dei Conti Caprara, vedova del Conte Gian Giacomo Morando Attendolo Bolognini, fa al suddetto Istituto in memoria del defunto consorte, affinché, venga promossa la creazione di una Fondazione intitolata al marito. Nell'atto di donazione (Allegato 1) veniva sottolineata la volontà di contribuire alla "battaglia del grano" (campagna lanciata durante il regime fascista da Benito Mussolini, allo scopo di perseguire l'autosufficienza produttiva del frumento dell'Italia) favorendo in modo particolare il miglioramento genetico, ritenuto un elemento fondamentale per il progresso cerealicolo.

Con questo atto, la nascente Fondazione, diventava anche proprietaria del Castello



*Nobil Donna Lydia dei Conti  
Caprara*



*Conte Gian Giacomo Morando  
Attendolo Bolognini*

Bolognini, dei fabbricati adiacenti e delle cascine: Ortaglia di ha 3,50 (sita a fianco del Castello e comprendente i campi di Via del Mulino), Belfuggito di ha 85,43 e Santa Martina di ha 108,43 (entrambe site nella parte sud della città di Sant'Angelo, direzione Graffignana), Coda San Pietro di ha 16,16 e Santa Maria di ha 23,67 (ad ovest della città, adiacenti al cimitero e alla Malpensata), Cascina Nuova di ha 72,00, Musella di ha 31,46, Musellina di ha 17,07 e Marudino di ha 35,19 (a nord della città, direzione Valera Fratta), dai cui affitti sarebbero derivati i finanziamenti per il mantenimento del Castello e delle attività di ricerca del costituendo Ente di ricerca.

Ente di ricerca, la cui attività è stata sempre poco conosciuta dalla maggior parte dei santangiolini, per i quali "La genetica" è semplicemente il sinonimo della proprietà del Castello e delle cascine.

Scopo di questo libro è quello di far conoscere, ad una vasta platea, le principali attività di ricerca ed i risultati conseguiti dalla struttura. Risultati che hanno varcato i confini nazionali e portato il nome della città di Sant'Angelo Lodigiano in tutti i Continenti.

Per far meglio comprendere il contesto delle ricerche svolte sono state introdotte, nel testo, alcune spiegazioni utili ad inquadrare l'argomento descritto, così come, a piè di pagina, note esplicative del termine tecnico-scientifico utilizzato. Inoltre, per alcune ricerche, viene riportata la citazione bibliografica del lavoro pubblicato, onde rendere possibile, al lettore interessato, l'approfondimento della ricerca e dei risultati conseguiti.



*Il Castello Bolognini, lato Sud, dove era collocata la Stazione Fitotecnica, con la sua piccola serra ed il campo del Giardinone*

### **Allegato 1: Atto di Donazione**

Redatto il 14 settembre 1933, a Milano, dal Notaio Dott. Angelo Moretti, alla presenza della Nobil Donna Lydia dei Conti Caprara, vedova del Conte Gian Giacomo Morando Attendolo Bolognini ed il Dott. Giovanni Raineri Senatore del Regno, quale Presidente dell'Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura con Sede in Roma.

*[omissis]*

*La Nobil Donna Lydia dei Conti Caprara Vedova Contessa Morando, desiderando dare un nuovo tributo di affetto e di omaggio alla compianta memoria del suo defunto Consorte Senatore Conte Gian Giacomo Morando Attendolo Bolognini, interpretandone i sentimenti, è venuta nella determinazione di creare una Fondazione a scopo di interesse pubblico, di istruzione, di sperimentazione e di propaganda agricola, da intitolarsi al suo defunto Consorte, e da affidarsi in gestione all'Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura.*

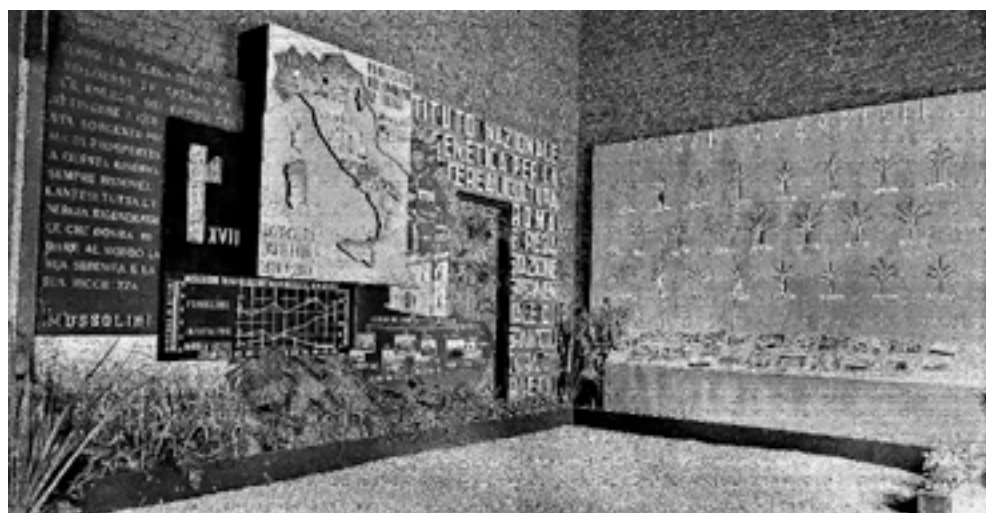
*Così la nobile donatrice, memore del grande amore per il compianto suo Consorte, onorevole Conte Gian Giacomo Morando Bolognini portava all'agricoltura intende contribuire alla grande mirabile opera che si compendia nella battaglia del grano, per la quale la genetica per la cerealicoltura è elemento fondamentale di progresso.*

*S.E. Raineri, nel nome, dal canto suo, avuta notizia di quanto sopra, mentre rende vive e pubbliche grazie alla Contessa Lydia Morando, si è dichiarato disposto ad aderire.*

*[omissis]*

*8) La Fondazione avrà per iscopo precipuo la costituzione, con Sede in Sant'Angelo Lodigiano, di una Stazione Fitotecnica per l'Alta Italia dell'Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura intitolata al nome del Conte Gian Giacomo Morando Bolognini. L'Amministrazione della Fondazione, affidata all'Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura, verrà regolata dal progetto di Statuto, che letto sempre in presenza dei testi, da me alle parti viene firmato qui nell'atto delle parti stesse, dai testi e da me Notaio ed allegato sotto C: il quale progetto di Statuto sarà, d'accordo tra la Donatrice e l'Istituto predetto, presentato al Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, insieme a questo atto per provocare il Decreto Reale di erezione ad ente morale della Fondazione.*





*La Mostra del grano allestita nel Salone dei Cavalieri, in Castello  
(Foto archivio Oreste Sari)*

## Le prime attività della Stazione Fitotecnica

Come da impegno, la Fondazione, sotto la guida dei Senatori del Regno Nazareno Strampelli e Giovanni Raineri, rispettivamente direttore e presidente dell'Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura, istituiva in Sant'Angelo una Stazione Fitotecnica. Questa aveva, come da Statuto (Allegato 2), il fine principale della costituzione, sperimentazione e diffusione di nuove varietà di cereali e di altre colture interessanti per il Nord Italia e lo sviluppo di nuove tecniche agronomiche. In particolare, la Fondazione, e per essa la Stazione Fitotecnica, doveva prendersi cura della realizzazione di campi sperimentali, di moltiplicazione e conservazione in purezza delle varietà costituite dall'Istituto, di campi regionali di orientamento nella scelta varietale e di quanto altro necessario per uno sviluppo produttivo dei cereali, oltre che di altre piante coltivate nei vari territori dell'Alta Italia.



*Nazareno Strampelli*

Inoltre avrebbe dovuto occuparsi della formazione di tecnici e ricercatori, mediante corsi di perfezionamento in Italia ed all'estero, istituendo borse di studio per giovani laureati e diplomati (il primo bando per tre borse di studio per laureati fu emesso nel 1945 e, dopo concorso, assegnate a Vladimir Nozzolini e a sua moglie Elena Slawo, rimpatriati dalla Russia e raccomandati dal Comitato per i rimpatriati; l'altra a Ilario Asti, residente in un paese nelle vicinanze di Sant'Angelo), oltre a corsi di aggiornamento agli agricoltori, di conferenze e pubblicazioni, integrativi ai fini della Fondazione.

Dopo una fase di avvio e di allestimento degli uffici e dei laboratori (sale situate nel lato sud del Castello), dei magazzini (locali del Castello lati sud ed ovest) e dei campi per la sperimentazione (il Giardinone e i campi di Via Forlani) avvenuta sotto la direzione dello stesso Strampelli, con la collaborazione di Ernesto Grifoni (sperimentatore della Stazione Fitotecnica di Rieti), il 1 febbraio 1941, alla presenza del Prefetto di Milano, di diverse autorità del mondo agricolo, di politici locali e con la benedizione di Mons. Nicola De Martino (curatore del Castello su nomina della

Contessa, così come la custode sig.na Mariettina Ravarelli), avvenne l'inaugurazione ufficiale della Stazione.

Di seguito viene riportata la descrizione della cerimonia, redatta dal reggente della Stazione (così venivano chiamati i direttori delle strutture periferiche dell'Istituto), Giovanni Bottazzi, nominato dallo Strampelli nel dicembre 1940:

*«Sant'Angelo Lodigiano, 4.02.1941, prot. 350*

*l'Eccellenza il Prefetto Tiengo ha onorato nuovamente la Stazione Fitotecnica Lombarda visitandola in veste ufficiale il 1° corrente. Egli era accompagnato dai rappresentanti delle organizzazioni sindacali, corporative e consorziali dell'Agricoltura della Provincia di Milano e dagli ispettori Prof.ri Broggi ed Arata nonché dalle Autorità locali.*

*La visita si è iniziata alle ore 11 al Castello Morando ove il Prefetto, accolto dal Dott. Maliani in rappresentanza del Sen. Strampelli, dello scrivente e dall'Ingegnere Bondioli, ha visitato la Mostra del grano opportunamente aggiornata ed ha esaminato con vivo interesse i nuovi grani: Balbo, Novaro, Baudi, Picchiatello, Eia ed Alalà. Indi ha voluto visitare varie sale del Castello [...]. Il Capo della Provincia si è successivamente recato nella Sede della Stazione Fitotecnica decorata, per la fausta circostanza, con numerose bandiere. All'ingresso venne festosamente accolto da un piccolo gruppo di nostre operaie in costume che hanno spontaneamente ed entusiasticamente inneggiato al Duce. Indi Don Nicola De Martino ha impartito la benedizione della Sede della Stazione cui è seguito il saluto al Duce. Dopo di che il Prefetto ha visitato l'ufficio, il laboratorio e i magazzini chiedendo delucidazioni sulla organizzazione del nostro lavoro e, prima di partire per Cascina Nuova, si è affabilmente intrattenuto con le nostre operaie.*

*A Cascina Nuova attendevano il Prefetto il fittabile Forni, la sua famiglia, operai ed operaie in costume rurale; una di queste offrì al Rappresentante del Governo, con gesto gentile, un pane casalingo legato con nastro tricolore. Durante la visita [...] l'ingegnere Bondioli espose al Prefetto le direttive dell'Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura [...] trovando la sua piena approvazione. [...] Prima della partenza il Prefetto ordinò il saluto al Duce ed espresso, come già fece, l'estate scorsa la sua soddisfazione per l'esistenza in Provincia di Milano della Stazione Fitotecnica Lombarda [...] ricordando [...], il lavoro della Stazione che è il lavoro di quell'Istituto Nazionale di Genetica creatore dei grani della Vittoria. A nome dell'Istituto, dell'Eccellenza Raineri e del Sen. Strampelli, tanto il Dott. Maliani che lo scrivente hanno fervidamente ringraziato il Capo della Provincia per l'onore della Sua visita e per le cortesi espressioni sul fecondo e fervido avvenire augurato alla Stazione Fitotecnica Lombarda.»*

Le prime attività di ricerca avviate da Bottazzi sul frumento tenero, riguardano la valutazione dell'adattabilità delle varietà di Strampelli all'ambiente lombardo,

attraverso prove varietali in località diverse, la realizzazione di prove di concimazione e di difesa alle avversità fungine, la valutazione genetica degli ibridi<sup>(1)</sup> spontanei e delle loro discendenze e il mantenimento in purezza e la moltiplicazione delle sementi delle varietà dell'Istituto.

Bottazzi si interessa pure della valutazione di varietà di orzo, di avena e di frumento a semina primaverile, costituite dall'Istituto, da consigliare agli agricoltori in caso di risemina di colture autunnali, gravemente colpite da danni da freddo invernali.

Inoltre, avvia la ricerca su nuove varietà di mais, prive dei principali difetti di quelle allora maggiormente diffuse nella zona: taglia troppo elevata, eccessiva tardività, inserzione della spiga piuttosto alta e scarsa resistenza all'avversità del carbone del mais<sup>(2)</sup>. A tale scopo, nel 1942, effettua incroci tra il granturco americano bianco Prolifico, con i migliori cinquantini<sup>(3)</sup> della zona: Davini, Castellania, San Fermo, Sacra Famiglia e Parenti, tutti di taglia bassa e molto precoci, avviando, negli anni successivi, la selezione per la costituzione di nuove varietà.

Il Bottazzi si impegna anche nella selezione di biotipi<sup>(4)</sup> pregevoli di erba medica e di trifoglio (selezionati nella varietà Gigante Lodigiano), della loro moltiplicazione e della realizzazione di prove di adattabilità.

Si interessa inoltre della valutazione morfologica, fisiologica ed agronomica, di varietà di soia a ciclo breve, da utilizzare per colture di secondo raccolto (semina dopo frumento).

Nell'agosto del 1944, a seguito di un forzato trasferimento del Bottazzi al Ministero dell'Agricoltura, causa pronunciamenti ostili e minacce da parte di alcuni anti-fascisti santangiolini, viene nominato come reggente della Stazione Fitotecnica, Cirillo Maliani, il quale, in considerazione degli eventi bellici in corso, agiva come coordinatore delle Stazioni Fitotecniche dell'Istituto site al centro-nord che, oltre a Sant'Angelo, erano dislocate a Badia Polesine (RO), Montagnana (PD), Piacenza e Urbino (PU).

Nel medesimo anno la gestione amministrativa della Fondazione e quindi anche della Stazione, passava da Gaetano Bondioli a Flaminio Grassi, suo collaboratore.

Nel periodo di reggenza Maliani l'attività della Stazione fu principalmente quella di mantenere in purezza e moltiplicare le varietà di frumento tenero costituite da Strampelli, oltre al proseguimento della valutazione del materiale genetico lasciato dal Bottazzi.

Per lo svolgimento di tali attività, Bottazzi prima e Maliani poi, hanno potuto conta-

(1) Ibrido: il primo prodotto di un incrocio tra genitori geneticamente diversi.

(2) Carbone del mais: malattia fungina che si manifesta su tutta la pianta con formazioni ipertrofiche (tumori) di forma e diametro assai variabili.

(3) Mais cinquantini: varietà a ciclo vegetativo breve, capace di maturare in 50 giorni.

(4) Biotipo: individuo scelto in base a qualche carattere o gruppo di caratteri.



re sul valido contributo del sig. Giovanni Toscani, capo operaio e già uomo di fiducia della Contessa, dell'impiegata sig.ra Antonietta Passoni in Fratti e di alcuni affittuari della Fondazione che hanno messo a disposizione parte dei loro terreni per la moltiplicazione di "semente eletta *Culto Fertilio*" delle varietà di frumento tenero e di erba medica dell'Istituto, da destinare, in collaborazione con il Consorzio Agrario di Lodi, agli agricoltori dell'areale padano.

La permanenza di Maliani a S. Angelo ebbe termine nel luglio 1945, con la nomina a reggente di Roberto Forlani.



*Sig.ra Antonietta Passoni Fratti*



*Logo dell'Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura, ideato da Nazareno Strampelli*

*Nota dell'autore*

*Roberto Forlani nasce nel 1902, laureato in Scienze Agrarie, inizia la sua attività di agronomo nel 1926 come tecnico della Cattedra Ambulante di Agricoltura di Parma, divenuta poi Ispettorato, dove accanto all'attività di propaganda agraria e di sperimentazione pratica di campo, avvia un suo programma di miglioramento genetico del frumento.*

**Allegato 2: STATUTO**

Allegato C dell'atto di donazione n. 23286 = 12257 di repertorio, Notaio Angelo Moretti in Milano, registrato in Milano - Atti pubblici n. 3042, del 27.09.1933

In tondo, le modifiche allo Statuto dell'atto di Donazione.

- 1) *In base alla munifica donazione fatta dalla Contessa Lydia Caprara vedova del Conte Sen. Gian Giacomo Morando per atto del notaio Dott. Comm. Angelo Moretti è costituita la Fondazione Conte Gian Giacomo Morando Bolognini destinata alla erezione di una Stazione Fitotecnica (1) per l'Alta Italia con sede in Sant'Angelo Lodigiano, Stazione dell'Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura in Roma (1). La Fondazione eretta in Ente morale e con R.D. 19 febbraio 1933 XII n. 459 è disciplinata dal presente statuto con le vigenti leggi in particolare con le norme regolatrici dell'Istituto predetto.*
- 2) *Scopo della Fondazione è quello di creare una particolare Stazione Fitotecnica per l'Alta Italia, Stazione dell'Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura, istituito con R.D. 8 giugno 1919 numero 1044, la quale Stazione avrà come suo principale fine di istruzione, di sperimentazione e di propaganda agricola, la ricerca e la diffusione delle varietà di cereali ed eventualmente di altre piante coltivate più adatte ai vari territori dell'Alta Italia per accrescerne la produzione unitaria ad incremento dell'economia generale del Paese*
- 3) *La Fondazione è costituita col patrimonio della donazione, consistente nella proprietà di Sant'Angelo Lodigiano, Castello, case e terreni, descritti nell'atto suddetto e si accrescerà cogli aiuti che lo Stato e gli Enti pubblici le concederanno nonché con quei proventi che le benemerenze dell'ente le acquisteranno, oltre tutte quelle somme che l'Istituto Nazionale di Genetica crederà di aggiungere per il regolare funzionamento della speciale Stazione.*
- 4) *La Fondazione è posta sotto la direzione tecnica e scientifica del Direttore dell'Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura, ed è amministrata dal Consiglio di Amministrazione dell'Istituto stesso, al quale è aggiunto un rappresentante della Signora donatrice da designarsi dalla medesima e, alla morte di lei, dal Presidente della Sezione Agraria del Consiglio Provinciale dell'Economia Corporativa di Milano, o da un suo delegato (1). Il Consiglio potrà pure aggregarsi di un rappresentante degli Istituti sovventori. Nel caso in cui l'amministrazione dell'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura sia tenuta da un Commissario straordinario, i poteri del Consiglio di Amministrazione della Fondazione saranno assunti dal medesimo Commissario.*
- 5) *In particolare, la Fondazione e per essa la Stazione Fitotecnica, istituirà campi sperimentali e di moltiplicazione iniziale, campi regionali di orientamento, di prova, campi di moltiplicazione e di conservazione e quanto altro sia necessario*

ad un conveniente controllo scientifico. Essa inoltre eseguirà, a seconda delle circostanze, esposizioni e mostre nel castello, corsi di propaganda, conferenze, pubblicazioni ed altre opere integrative ai fini dell'Ente. Dopo il consolidamento della proprietà con l'usufrutto e cioè quando saranno a disposizione dell'Ente tutti i redditi della proprietà Morando in Sant'Angelo Lodigiano, in seguito a concorso e con norme da stabilirsi, l'Ente assegnerà una o più borse di studio per laureati in agraria che intendano seguire corsi di perfezionamento in Italia e all'estero nella genetica per la cerealicoltura ed affini. Di regola ogni anno il 22 ottobre, data della morte del Conte Gian Giacomo Attendolo Morando Bolognini, verrà fatta una distribuzione di premi agli agricoltori che abbiano seguite diligentemente le norme consigliate dalla Stazione per la coltivazione del grano.

- 6) L'organico della Stazione è formato per ora da un Reggente e dal personale tecnico inferiore e di servizio che sarà ritenuto necessario su proposta del Direttore. I patti e le condizioni della loro assunzione come l'organico definitivo e le variazioni di esso saranno di competenza del Consiglio di Amministrazione dell'Ente.
- 7) [omissis]
- 8) [omissis]
- 9) [omissis]

Milano li 14 settembre 1933-XI

Firmato: Lydia Morando Bolognini Caprara - Giovanni Ranieri in nome - Ugo da Como - Enrico Caprara - Ing. Gaetano Bondioli teste - Rag. Giovanni Cislighi teste - Dr. Angelo Moretti fu Dott. Notaio Domenico not. di Milano.

(1) - dal 12.2.1971, modificato in Sezione operativa periferica dell'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura e Camera di Commercio Industria e Artigianato.



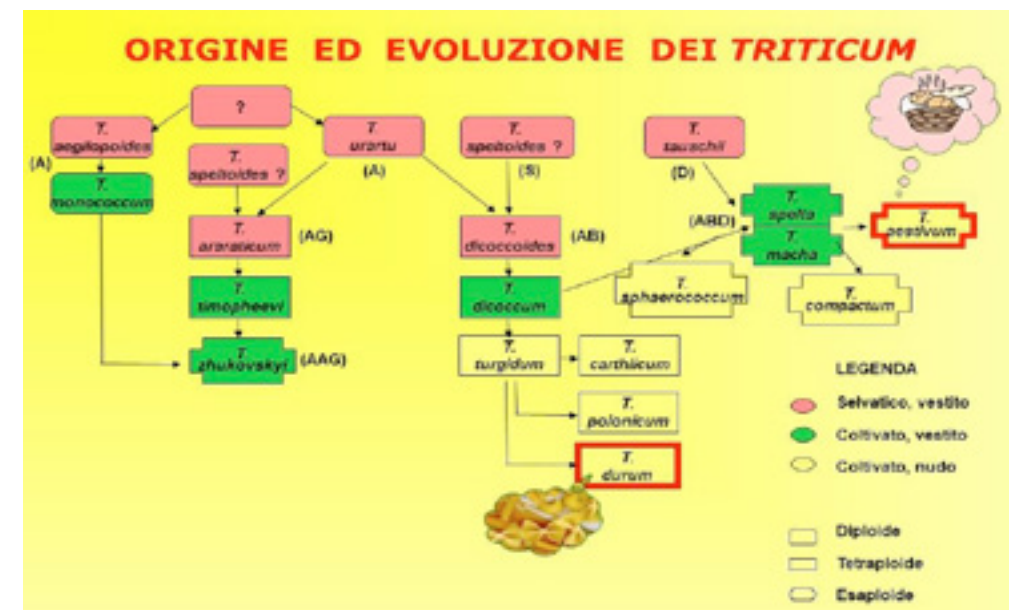
La sede dell'Istituto di Roma, realizzata da Strampelli, nel 1930

## Le ricerche di Roberto Forlani (1945-1953)

Per meglio comprendere l'attività di ricerca svolta da "La genetica" santangiolina, a partire dall'operato di Forlani, è necessario premettere alcune informazioni botaniche sui frumenti.

I frumenti appartengono alla famiglia delle Graminacee, tribù delle *Triticeae*, sottotribù delle *Triticinae*. A questa sottotribù appartengono i generi *Agropyron*, *Triticum*, *Secale* ed *Aegilops*. Quest'ultimo, nell'attuale classificazione delle *Triticinae*, è stato inglobato nel genere *Triticum*.

Il genere *Triticum* comprende diverse specie di frumenti selvatici e coltivati, che si differenziano tra loro per caratteristiche morfologiche ma, soprattutto, per la loro ploidia cromosomica<sup>(5)</sup> (numero delle serie omologhe di cromosomi<sup>(6)</sup> presenti in una cellula; nel genere *Triticum* ogni serie è composta da 7 cromosomi ed è simboleggiata con una lettera). Esistono infatti frumenti: diploidi, con 14 cromosomi (2n, genoma<sup>(7)</sup> A, o genoma S, o D); tetraploidi con 28 cromosomi (4n, genoma AB); esaploidi con 42 cromosomi (6n, genoma ABD, o AAG).



(5) Ploidia cromosomica: numero di corredi cromosomici di base diverso da due (2n). Si hanno così individui tetraploidi (4n), esaploidi (6n), ecc.

(6) Cromosomi omologhi: cromosomi morfologicamente identici, con gli stessi geni, ma con informazioni diverse.

(7) Genoma: una serie di cromosomi corrispondente al corredo aploide (n) di una specie.



I tetraploidi si sono formati a seguito dell'ibridazione e del successivo raddoppiamento cromosomico, avvenuto in modo naturale, senza l'intervento dell'uomo, tra due specie diploidi; gli esaploidi dall'ibridazione naturale e dal successivo raddoppiamento cromosomico di un frumento tetraploide con un frumento diploide, secondo lo schema riportato nella precedente figura.

Il frumento, 10.000 anni fa, era una pianta selvatica, con una spiga molto fragile che, a maturità, si rompeva e cadeva al suolo, garantendo così una naturale risemina. Per questo motivo l'uomo raccoglieva manualmente le spighe immature, le essiccava e poi le sgranava, ottenendo dei semi, che utilizzava nella sua alimentazione. Questo frumento selvatico, meglio noto come farro, avendo il seme vestito (cioè ricoperto da glumette<sup>(8)</sup> molto aderenti), era composto prevalentemente da forme diploidi (*Triticum monococcum*, in particolare).



Dal farro al frumento coltivato  
(foto Pasquale Viggiani)



(8) Glumette: brattee, interne alle glume, che coprono i fiori delle graminacee.

Passando dal periodo preistorico ad epoche più recenti si constata che, prima dell'inizio dei lavori di miglioramento delle piante coltivate su basi scientifiche, in ogni zona si coltivavano popolazioni locali di frumento originatesi anche a seguito della selezione empirica condotta per millenni dall'uomo. È solo all'inizio del XIX secolo che ha avuto inizio un lavoro di selezione, entro le popolazioni, condotto con metodi via via più razionali. Questa metodologia, tuttavia non poteva portare a grandi successi in quanto si limitava ad isolare dalla popolazione e poi moltiplicare, individui pregevoli già preesistenti in quella di partenza.

Reali e rapidi progressi si sono avuti solo con l'impiego dell'ibridazione e quindi con la creazione di nuova variabilità. Il primo incrocio artificiale sul frumento fu fatto dall'inglese Knight nel 1804, ma soltanto verso la metà del secolo altri ricercatori ottennero, seguendo questa via, nuove varietà migliorate, senza tuttavia ancora conoscere le leggi della Genetica di Gregorio Mendel, messe a punto nel 1865, ma riscoperte e valorizzate solo nel 1900. I primi ad applicare, su frumento, con rigore le leggi mendeliane furono lo svedese Nilsson Eहेle e Nazareno Strampelli (Boggini, 1978). Allo Strampelli si deve pure il merito di aver stimolato altri ricercatori italiani al miglioramento genetico del frumento e, tra questi, anche Roberto Forlani.

Forlani, già nel 1942, viene sollecitato ad entrare nell'Istituto dal presidente Senatore Giovanni Raineri. Incarico che gli viene riproposto nel 1945 dal nuovo presidente, Carlo Jucci, docente di Genetica presso l'Università degli Studi Pavia.

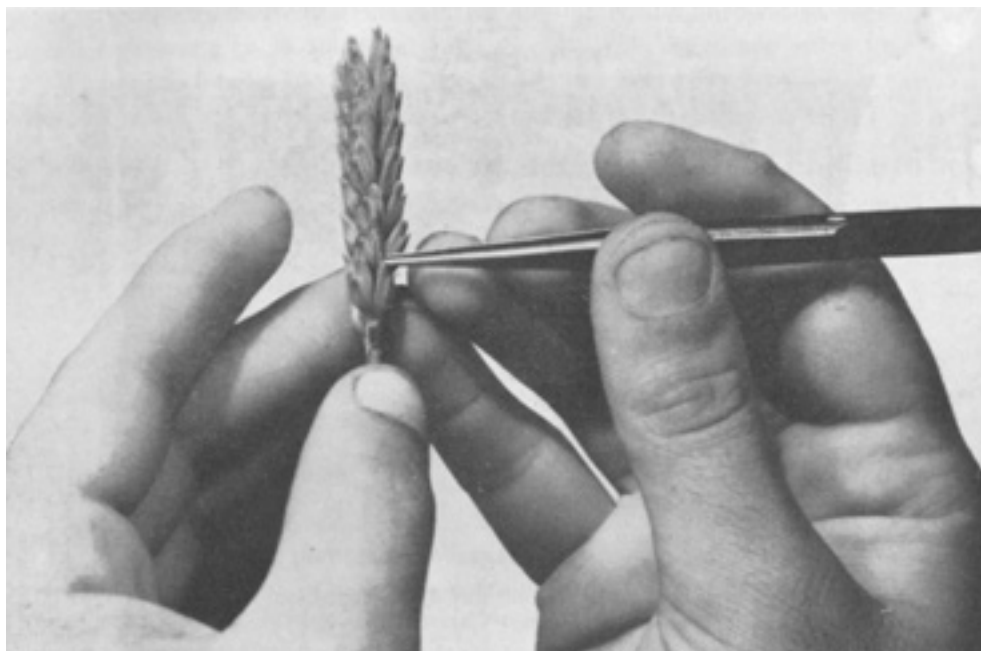


Roberto Forlani

A questo invito, Forlani accetta nonostante una situazione economica dell'Istituto molto critica. Alla guida dell'Ente non c'era più Strampelli e l'incarico alla direzione era affidato a Bernardino Giovanelli.

Grazie alla fiducia mostratagli dalla nuova dirigenza, Forlani avvia la sua attività, non dopo aver allargato la cerchia delle sue esperienze e approfondito la sua cultura nel campo della Genetica più moderna. Avvia ricerche, in gran parte originali e pionieristiche per l'Italia, riguardanti l'ibridazione interspecifica (tra diverse specie di *Triticum*) ed intergenerica (tra generi affini al *Triticum*), costituendo materiale di base per una innovata strategia di miglioramento genetico.





*Preparazione della spiga per l'incrocio: 1) vengono eliminate le spigchette apicali e basali; 2) vengono eliminate, all'interno della spigchetta i fiori centrali, lasciando solo i due laterali.*



*Demasculazione del fiore: nei due fiori laterali di ogni spigchetta vengono asportate le tre antere immature. La spiga demasculata viene protetta con un sacchetto di carta in attesa, dopo 2-3 giorni, di essere impollinata con un'antera matura di un'altra varietà.*

Questo lavoro diede grande lustro alla Stazione santangiolina, che divenne punto di riferimento per molti genetisti dell'epoca. Forlani collaborava infatti con rinomati scienziati quali: il già citato Jucci ed il patologo vegetale Raffaele Ciferri, pure dell'Università di Pavia, Elio Baldacci, patologo vegetale dell'Università di Milano, Alberto Oliva, agronomo, dell'Università degli Studi di Firenze, oltre ad altri accademici tra i quali anche Padre Agostino Gemelli, Rettore dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano che, nel 1952, lo chiamò a tenere il corso di Genetica vegetale alla Facoltà di Agraria di Piacenza.

Forlani porta con sé il materiale genetico da lui creato nella sua precedente occupazione presso l'Ispettorato Agrario di Parma e presso la Cattedra Ambulante dell'Appennino Parmense, quali: piante di seconda generazione (F<sub>2</sub>) ottenute dall'ibridazione di grani perenni (*Agropyron* spp.) con grani nostrani e 4 ibridi di *Triticum aestivum* x *Aegilops ovata*.

In merito a questi materiali genetici, nel 1946, scriveva al collega Prof. Oliva: «... questi sono però simili ai grani teneri comuni, perché le prime e le seconde generazioni furono sterili nella parte maschile del fiore e le poche cariossidi che si ebbero furono frutto di incroci accidentali con poline vagante di grano. [...] Quest'anno ho fatto molti incroci fra razze<sup>(9)</sup> diverse [...] molti accoppiamenti po-



*Cespo di grano perenne*

tranno non essere armonici e quindi non convenienti, ma qualcuno potrebbe essere consigliabile. Ho pure fatto molte ibridazioni fra specie e generi diversi. Spero l'anno prossimo di avere degli F<sub>1</sub><sup>(10)</sup> interessanti. Come Lei sa bene, occorre pazienza: in questo lavoro ci vuole costanza e nessuna fretta. In conclusione, il mio programma è duplice e cioè: ricerca del probabile e ricerca del possibile. Entra nel primo caso il lavoro di incrocio intra ed interrazza e l'attività di selezione normale. Fan parte del secondo le ibridazioni interspecifiche ed intergeneriche, alle quali mi sono

(9) Razza: sinonimo di varietà.

(10) F<sub>1</sub>: pianta ottenuta da seme ibrido.

*dedicato da molti anni, senza avere sinora risultati incoraggianti per l'utilità pratica, ma che danno delle sorprese e sono attraentissime».*

I grani perenni li ebbe da Marino Gasperini, agronomo, dell'Università di Firenze, che a sua volta li ebbe da Giovanni Haussman, docente di Chimica agraria all'Università di Torino, che, nel 1942, li portò in Italia dall'Ucraina e che, nel 1948, diventerà direttore della Stazione Sperimentale di Praticoltura di Lodi (successivamente Istituto Sperimentale per le Colture foraggere).

Dalle relazioni annuali sulle sperimentazioni realizzate da Forlani si rileva che il suo interesse di ricerca non è limitato al solo frumento ma si allarga anche al mais, all'orzo, all'avena, alla segale, alla vigna, alla soia, all'erba medica, ai pomodori e alle patate.

Sono relazioni molto dettagliate che evidenziano l'ampiezza delle conoscenze genetiche ed agronomiche di un ricercatore che ha dedicato tutto il suo tempo per il raggiungimento di obiettivi fino ad allora mai affrontati da ricercatori italiani e forse anche stranieri.

Di seguito si riporta la relazione da Lui svolta, nel 1947, al secondo anno della sua permanenza a Sant'Angelo, limitatamente alle ricerche in atto sul frumento:

*«Sant'Angelo Lodigiano, 14.09.1947*

*Oggetto: Attività della Stazione di S. Angelo negli anni agrari 1945-46 e 1946-47.*

#### Attività Sperimentale

*A) Frumento; assai varia è l'attività svolta in questo campo, oltre all'impianto delle prove parcellari con le numerose razze e stirpi<sup>(11)</sup> in esame. Accenno agli argomenti principali:*

*a) Fecondazione incrociata intrarazziale – Con parcelle ripetute si proveranno le generazioni  $F_3$ ,  $F_2$ ,  $F_1$  derivanti da fecondazioni incrociate, entro la razza, fatte negli anni precedenti in confronto con le rispettive razze normali. Si faranno pure, come*

(11) Stirpe: sinonimo di biotipo



*Operaie ibridatrici.  
In prima fila la sign. Maddalena Bianchi*

*si è fatto quest'anno e precedentemente, osservazioni su piante singole, distanziate. Si potranno così avere dati sufficienti per giudicare se sia o no opportuno continuare con l'esperimento.*

*b) Fecondazione incrociata fra razze differenti – Maggiore fiducia ho sulla utilità di questi incroci dal punto di vista pratico. I discendenti da tali incroci, oltre ad altri vantaggi sperabili almeno in teoria, dovrebbero offrire una maggiore costanza di produzione, dipende da una maggiore resistenza alle cause nemiche. Infatti, una razza omozigota<sup>(12)</sup>, potrà essere assai produttiva, forse anche la più produttiva, ma poiché ancora non si è trovato il frumento perfetto (e probabilmente non lo si troverà mai) ogni razza, anche ottima, ha uno o più difetti.*

*Chi resiste alle ruggini<sup>(13)</sup>, ma non al gelo; chi resiste al gelo, ma non alle ruggini; e così via. È evidente che in quell'annata in cui una razza è colpita da cause avverse, tutte le piante lo saranno. Se invece un campo è seminato con le progenie derivanti, senza nessuna selezione, da due razze ottime ma una suscettibile ad una causa avversa e l'altra a causa avversa differente, fra i discendenti si troveranno individui aventi diverso grado di resistere alle due cause nemiche poste in esempio. È quello che avviene nell'uomo, avente il massimo dell'eterozigosi<sup>(14)</sup>: qualunque epidemia si manifesti vi sarà sempre una parte di individui colpiti in modo più o meno grave ed una parte di individui immuni.*

*Queste considerazioni hanno valore puramente teorico: le sole prove comparative potranno confermare la bontà o meno del metodo. Certo non bisogna pensare che tutti gli accoppiamenti possano essere convenienti.*

*Solo la sperimentazione potrà dire quali possano essere gli incroci interrazziali vantaggiosi.*

*c) Ibridi interspecifici ed intergenerici – Sono molti gli ibridi ottenuti. Quelli di frumenti vari con *T. monococcum* furono tutti sterili alla prima generazione, salvo un caso che lo fu alla seconda. Gli ibridi grano x segale furono anch'essi sempre sterili nella prima generazione, salvo un caso che lo fu nella seconda ed i due ibridi [(*T. orientale* x *Ag. glaucum*) x *Secale cereale*] e [(*Lutescens 062*<sup>(15)</sup> x *Ag. glaucum*) x *Secale cereale*]. Il primo mi ha dato quest'anno la prima generazione parzialmente*

(12) Omozigote: individuo nel cui nucleo cellulare i cromosomi, che formano la coppia, portano gli stessi geni e che, a seguito dell'autofecondazione, generano individui identici.

(13) Ruggini del frumento: malattie fungine che colpiscono la pianta. Sono di tre tipi: gialla, bruna e nera, con diverse epoche di comparsa.

(14) Eterozigote: individuo nel cui nucleo cellulare i cromosomi, che formano la coppia, portano geni non tutti identici tra loro e che, a seguito dell'autofecondazione, genera individui che mostrano segregazione dei caratteri.

(15) *Lutescens 062*: varietà russa di frumento tenero.

fertile (8 cariossidi<sup>(16)</sup>) per cui avrà la F<sub>2</sub>; il secondo mi ha dato quest'anno la seconda generazione costituita da due piante, di cui una sterile e l'altra limitatamente fertile, ha prodotto 15 cariossidi. Perciò spero nella terza generazione.

Gli ibridi grano x *Aegilops* furono spessissimo sterili nella prima generazione. Ne ho qualcuno, invece che ha dato discendenti e, fra questi, specialmente, il Mentana<sup>(17)</sup> x *Aeg. ovata* del quale seminerò quanto prima la sesta generazione e che ha dato piante molto promettenti specialmente per ciò che riguarda la stretta. Ho infine ibridi da diversi frumenti con *T. timococcum*, ibridi non facili da ottenere. Il Damiano<sup>(17)</sup> x *timococco* è ora alla quarta generazione. Nel prossimo autunno conto di trattare con la colchicina<sup>(18)</sup> numerose cariossidi ibride ottenute nella scorsa primavera.



Incrocio tra *Triticum dicoccum* e *Aegilops ovata*; in alto genitori (ai lati) e F<sub>1</sub> (al centro); in basso forme disgiuntive F<sub>2</sub>

(16) Cariosside: sinonimo di seme.

(17) Mentana e Damiano: varietà di frumento tenero costituite da Strampelli.

(18) Colchicina: alcaloide in grado di impedire la mitosi, favorendo il processo di poliploidia dei cromosomi. Mitosi processo mediante il quale il nucleo cellulare si divide in due nuclei figli, con corredi cromosomici equivalenti, dando così origine ad una nuova cellula.

d) Ibridi di (*T. orientale* x *Agropyron*) e di (*Lut.062* x *Agr.*) con grani di varie specie. I discendenti da tali fecondazioni incrociate non interessano dal punto di vista della perennità, che non esiste (o è molto problematica) neppure nei genitori, almeno nell'ambiente della pianura padana. Qualcuno di essi è invece interessante sia per le forme anormali delle spighe, rilevanti caratteri insospettabili, sia perché promettente dal punto di vista agrario. Qualche discendente da detti incroci ha spiga molto lunga in pianta notevolmente bassa: carattere questo difficile a riscontrarsi.

Semerò pure le cariossidi di ibridi grano x *Agropyron*, ottenute nel Canada ed inviatemi dal Prof. Hudson. Qualche cariossida seminata in vaso nell'aprile scorso ha dato piante che ora sono freschissime ed aventi cespo che si giudica lievemente rizomatoso.

e) Ibridi di frumento "del miracolo" -. Da parecchi anni seguo le discendenze di ibridi di frumento di diverse specie e razze con il *T. turgidum* "del miracolo" Ho avuto piante con spighe stranissime aventi la forma della spiga della scagliola (*Phalaris canariensis*); altre molto basse e notevolmente precoci.

La speranza sarebbe quella di poter ottenere qualche tipo ramificato e non soggetto ai gravi malanni del grano del "miracolo" (tardività, ruggini, disseccamento, allettamento).



Spighe ottenute dall'ibridazione tra il *Triticum turgidum* – grano del miracolo – con il frumento tenero



- f) *Orzi ed avene* [omissis]  
 g) *Segale* [omissis]  
 B) C) *Soie e Vigne* [omissis]  
 D) *Piante da orto* (pomodori, piselli, patate) [omissis]  
 E) *Erba medica* [omissis]  
 F) *Prove diverse*  
 a) In collaborazione col Prof. Baldacci ho fatto inoculazioni di *Claviceps*<sup>(19)</sup> in fiori di diverse specie usando colture derivanti da sclerozi<sup>(20)</sup> trovati su spighe di segale, di frumento e di *Agropyron*, ricavandone numerose osservazioni, che saranno pubblicate prossimamente.  
 b) Ho eseguito trattamenti a semi di diverse specie con poltiglia di colchico<sup>(21)</sup>. Le piante reagivano in modo vario. Si vedrà in seguito se il trattamento ha influito solo sul seme ed anche sul gene. Nelle prossime semine userò la colchicina.  
 G) *Prove sperimentali seguite dal Dott. Nozzolini* [omissis]  
 a) *Patate* [omissis]  
 b) *Girasole* [omissis]  
 c) *Lino* [omissis]»

Con la collaborazione del Nozzolini, Forlani, avvia anche ricerche sulla iarovizzazione (vernalizzazione) dei frumenti, sulla scia delle teorie sullo sviluppo fisiologico della pianta proposte dallo scienziato russo Trofim Denisovic Lysenko, del quale scrive, nel 1950, a Valentino Maniscalco di Udine: «Credo anch'io che le opinioni di Lysenko sulla Genetica siano false [...], ci riportano indietro di cento anni, quando Mendel non aveva scritto ancora nulla» (Forlani, 1949-1950).

Nel 1948, Forlani, propone l'innovazione di coltivare non le varietà, geneticamente omogenee, ma le popolazioni eterogenee derivanti dall'incrocio tra due varietà (vedi relazione attività del 1947, punto b). Con ciò anticipa quanto poi messo in pratica dall'Icarda (*International Center for Agricultural Researches in Dry Areas*) che propone, per gli ambienti colturali difficili, la coltivazione di popolazioni segreganti (*multilines populations*) eterogenee per aumentare la resistenza alle avversità climatiche (siccità e alte temperature) e patologiche (ruggini del frumento) (Ceccarelli, 2007).

(19) *Claviceps purpurea*: è un parassita che genera nelle piante infette degli sclerozi simili a speroni o spesso, come nel caso della segale, delle escrescenze a forma di corna, da cui anche il nome comune di segale cornuta.

(20) Sclerozio: corpo duro, micro o macroscopico, di certi funghi. Rappresenta uno stadio di conservazione, nel quale il fungo mantiene a lungo la sua vita.

(21) Colchico: pianta alcaloide da cui si estrae la colchicina.

Nel 1951, rispondendo ad una domanda di Cirillo Maliani (diventato nel frattempo Direttore del settore ricerca della Federazione Italiana Consorzi Agrari) che gli chiedeva il perché del gran numero di incroci realizzati, rispose per iscritto: «L'arte del fitotecnico non è, come qualcuno pensa un giuoco del lotto, in cui chiunque può vincere purché giuochi. È invece paragonabile a quello dello "scopone scientifico".



Campo ibridazioni

In questo giuoco, se è vero che qualche volta può vincere anche chi conosce appena le carte, vince però quasi sempre chi è padrone delle regole dello scopone. Ed avrà maggiori probabilità di vincere quanto più giuocherà.

Così nel lavoro di miglioramento delle piante può talvolta giungere a selezionare qualche linea buona anche colui che non ha mai sentito parlare di Genetica, ma per compiere un lavoro organico occorre avere buone basi di Genetica, di Botanica e di Agronomia che sono le "regole del giuoco". E per avere più probabilità di riuscire occorre compiere un lavoro vasto, perché talvolta, nella ricombinazione dei caratteri può avvenire che da due genitori pregevoli non si abbia nessuna discendenza utile; mentre da due genitori meno pregiati si può avere qualche linea la quale riunisca virtù che erano nascoste nelle razze che si sono accoppiate.

I caratteri di "razzatore" talvolta non si rilevano che nella discendenza. La grande fortuna di Strampelli fu quella di imbattersi nell'*Akagomughi*, (varietà di frumento tenero giapponese) frumento di nessun pregio, se si esclude quello della precocità. Ma prima di giungere a sfruttare le virtù di *Akagomughi*, quante centinaia di incroci senza buon risultato ha dovuto fare Strampelli!».

Grazie a questa genialità e costanza nelle sue ricerche, Forlani fu certamente uno dei primi ad ottenere la fertilità di certi ibridi interspecifici ed intergenerici, ricorrendo anche all'utilizzo di trattamenti poliploidizzanti (che provocano il raddoppiamento del numero cromosomico) con colchicina (Forlani, 1951).

Altrettanto interessanti sono stati alcuni studi di Forlani sulle relazioni fra varietà di frumento e parassiti fungini (carie, carbone del frumento e segale cornuta) (Baldacci

e Forlani, 1950) avviati prevalentemente in collaborazione con Baldacci a cui, nel 1950, affiancò il borsista laureato della Fondazione Bruno Rusmini affinché si prendesse cura di tale linea di ricerca.

Nell'espore, in diverse sue pubblicazioni sulle ibridazioni interspecifiche ed intergeneriche, i risultati scientifici da lui ottenuti, avanza alcune considerazioni sulla opportunità di una revisione del genere *Triticum* e dei generi affini (Forlani, 1951). Cosa che è stata poi attuata ad opera prevalentemente di studiosi svedesi, israeliani, giapponesi ed americani (Mac Key, 1966).

I risultati di Forlani sono stati veramente sorprendenti se si tiene conto che lavorava nell'immediato dopoguerra, con la sola collaborazione di borsisti e di personale precario e con scarsità di mezzi tecnici e scientifici.

Negli anni Quaranta pubblica i risultati di ibridazioni tra *Triticum* ed *Aegilops* (Forlani, 1947a), *Triticum* e *Secale* (Forlani, 1947b), *Triticum* ed *Agropyron* (Forlani, 1949). Postumo, nel 1954, uscì il volume "Il frumento – Aspetti genetici ed agronomici del miglioramento della coltura granaria" (scritto in collaborazione con Alberto Oliva), nel quale vengono riportati in modo dettagliato gli studi genetici da Lui realizzati ed i risultati ottenuti. Tale lavoro è stato oggetto di consultazione da parte di molti ricercatori come dimostrano le frequenti citazioni negli elenchi bibliografici di numerose pubblicazioni scientifiche relativi alle *Triticinae* (Bianchi, 1977).

Il lavoro di miglioramento genetico svolto da Forlani nei suoi otto anni di reggenza della Stazione non ha portato tuttavia alla costituzione di varietà particolarmente

#### Nota dell'autore

Come dice Forlani, la costituzione varietale richiede pazienza e costanza poiché, per raggiungere l'obiettivo della nuova varietà, sono necessari, con l'ibridazione intervarietale, dagli 8 ai 10 anni e molto di più per quella intergenerica o interspecifica. A questi vanno poi aggiunti gli anni per la messa in purezza e moltiplicazione della semente (2-3 anni) e contemporaneamente, o successivamente, la procedura per l'iscrizione al Registro nazionale delle varietà (2 anni).

Nel sottostante quadro è riportato, in modo molto semplificato, il sistema genealogico normalmente utilizzato per la costituzione varietale.

#### SCHEMA DI SELEZIONE GENEALOGICA

Anno 0: incrocio tra due varietà (A x B)

Anno 1: F<sub>1</sub>, allevamento a piante spaziate, nessuna selezione

Anno 2: F<sub>2</sub>, allevamento a piante spaziate e selezione delle piante migliori

Anno 3: F<sub>3</sub>, allevamento a file/spiga e selezione tra e entro fila

Anno 4: F<sub>4</sub>, allevamento in parcella di 6-12 file delle famiglie di linee e selezione tra linee

Anno 5: F<sub>5</sub>, allevamento in parcella di 12 file delle famiglie di linee e selezione tra linee e/o parcella

Anno 6-7: F<sub>6</sub>, F<sub>7</sub>, come in F<sub>5</sub>, oltre a prove agronomiche di valutazione

Anno 8 e successivi: mantenimento in purezza e moltiplicazione sementi

pregevoli dal punto di vista produttivo, ma ha messo a disposizione materiali utilizzati da selezionatori italiani e stranieri, per il successivo ottenimento di varietà di successo. Tra le varietà di frumento tenero costituite da Forlani, si annoverano San Marino e Titano.



Spiga e granella della varietà San Marino

Il primo, derivato dall'incrocio Mentana x *Aegilops ovata*, ha avuto notevole diffusione in Turchia ed è stato ampiamente utilizzato nei programmi di miglioramento genetico per la sua elevata resistenza al virus giallo del grano. Il secondo, derivato dall'incrocio Villa Glori x Inallettibile 96, ha avuto una limitata diffusione nel centro Italia.

Nello spirito di quanto sancito dallo Statuto della Fondazione Bolognini, il Forlani non mancò di collaborare con vari ricercatori per lo studio di altre specie di interesse agricolo ed in particolare del mais.

Nel lavoro su questa specie, ha svolto ricerche riguardanti le analisi biometriche dei mais Nostrano dell'Isola e Nostrano Vicentino, avvalendosi della collaborazione di Angelo Bianchi di Pavia, assistente dello Jucci.



Nel febbraio del 1953, a soli 50 anni e nel pieno della attività di ricerca, improvvisamente cessa la sua vita.

Grande è stata la partecipazione del mondo scientifico e dei santangiolini al dolore dei famigliari e dei conoscenti, tanto da indurre l'allora Sindaco di S. Angelo Lodigiano, Domenico Savarè, a costituire un Comitato di onoranze.

A Lui, nel 2005, l'Amministrazione Comunale della Città di Sant'Angelo Lodigiano, intitola la Via dove ha sede l'attuale struttura di sperimentazione.



*La cerimonia di dedizione della Via Forlani, alla presenza della figlia di Forlani, Maria, del Sindaco di Sant'Angelo, Giuseppe Carlin e del direttore della Sezione, Gaetano Boggini*

#### *Nota dell'autore*

*Bruno Rusmini nasce nel 1925 a Milano. Si laurea in Scienze Agrarie presso l'Università di Milano. Dopo le sue esperienze presso l'Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura, nel 1968, si trasferisce presso una società sementiera multinazionale impegnata nella costituzione di ibridi F<sub>1</sub> di frumento tenero. A seguito della chiusura di tale programma, nel 1972, inizia una nuova attività di miglioramento genetico nel settore florovivaistico presso la Fondazione Minoprio di Vertemate con Minoprio (CO).*

## **La reggenza di Bruno Rusmini (1953-1968)**

Dopo la scomparsa di Roberto Forlani la reggenza della Stazione Fitotecnica viene affidata al suo collaboratore Bruno Rusmini, borsista laureato della Fondazione Bolognini dal 1950 e sperimentatore del Ministero dell'Agricoltura e Foreste dal 1955



*Gaetano Boggini, Bruno Rusmini e la moglie Alba Pedrazzini, sua collaboratrice*

Questi, tuttavia, non prosegue sulla strada tracciata

dal suo predecessore, cioè quella dell'ibridazione interspecifica ed intergenerica, ma si concentra sul miglioramento genetico per mezzo dell'ibridazione intervarietale. Tale decisione è verosimilmente imputabile al fatto che l'allora direttore dell'Istituto, Ugo De Cillis (già direttore della Stazione Sperimentale di Granicoltura per la Sicilia), non condivideva la linea di ricerca intrapresa da Forlani. Discordanza evidenziata durante una sua visita alla Stazione ed ai campi sperimentali in essere.

Rusmini utilizzando il materiale costituito da Forlani, ed anche varietà reperite all'estero, con pregevoli caratteristiche agronomiche e qualitative, avvia un intenso programma di miglioramento con l'obiettivo di costituire varietà di frumento tenero dotate di elevata e costante capacità produttiva, di elevata adattabilità a svariate condizioni pedoclimatiche e di buona qualità della granella. A tale scopo indirizza la sua attività di selezione tenendo particolarmente in evidenza il ciclo biologico, la resistenza al freddo invernale, all'allettamento e alle principali avversità parassitarie che colpiscono il frumento (carie, carbone, ruggini, oidio, septoria, fusariosi). Agendo sull'allungamento del ciclo biologico (4-5 giorni più tardivo della varietà allora maggiormente coltivata, il San Pastore, costituito da Strampelli), in modo da evitare gli eventuali danni da gelate primaverili tardive, ha costituito le varietà Demar 4, dall'incrocio tra Demeter (varietà del nord Europa) con Mara (varietà resistente all'allettamento) e Colorben 4, dall'incrocio [(Cologna 83 x Benvenuto Inca) x Orlandi 10], dotata di elevata resistenza all'allettamento, come il progenitore Orlandi 10. Intervendo sulla fertilità della spiga e sul peso delle cariossidi, dall'incrocio Mara x Impeto, seleziona le varietà Marimp 3 e Marimp 8 che, nelle condizioni ambientali padane, esprimono una capacità produttiva molto elevata e che ne ha agevolato la loro diffusione su ampie superfici. Fondamentale per tale espansione è stato anche il ruolo della Ditta Roderi Sementi di Sant'Angelo Lodigiano che, anche tramite gli



agricoltori ad essa collegata, ha favorito una rapida moltiplicazione e diffusione di queste varietà. Altre costituzioni di Rusmini sono state: Curzio, Plinio e Marco che, tuttavia, non hanno avuto grande diffusione (Rusmini, 1966).



Spiga e semi delle varietà Marimp 3 e Demar 4

Tra gli obiettivi di Rusmini, vi è stato anche il miglioramento della qualità panificatoria del frumento tenero. A tale scopo ha realizzato un ampio programma di ibridazione intervarietale utilizzando in modo particolare le varietà italiane di buona qualità: Glutinoso S15, Impeto, Fiorello e Carme Jacometti e, negli ultimi anni della sua permanenza a Sant'Angelo, anche la varietà russa Bezostaja 1, identificata a seguito della partecipazione della Stazione all'*International Winter Wheat Performance Nursery*, una rete internazionale di valutazione varietale organizzata e coordinata dall'*University of Nebraska Agriculture Department* (USA) e coinvolgente 16 Paesi.

Dal materiale costituito per via interspecifica ed intergenerica da Forlani, Rusmini non ha ottenuto linee di particolare interesse. Qualche riscontro positivo lo ebbe dal materiale derivato dalle ibridazioni con il “grano del miracolo”, ma le numerose linee selezionate hanno dimostrato purtroppo il grave difetto di una mediocre qualità della granella. Sul materiale “perennante”, ottenuto dalle ibridazioni *Triticum x Agropyron*, reincrociato con varietà di frumento tenero, Rusmini, ha selezionato linee con caratteristiche assai pregevoli per fertilità di spiga e resistenza ad alcune malattie fungine, ma di taglia alta e poco idonee ai fertili terreni della pianura padana, raccomandabili comunque per la coltivazione in zone collinari.

Mentre dalle linee derivate dall'ibridazione tra il frumento tenero e la segale ha ottenuto linee dotate di cariossidi eccezionalmente pesanti.

Sulla scia dei successi ottenuti da ricercatori svedesi, circa l'utilizzo dei raggi X e Y, per la creazione di nuova variabilità genetica, da utilizzare come mezzo di miglioramento delle piante, agli inizi degli anni Sessanta, Rusmini ha avviato un programma di mutagenesi utilizzando i raggi X, sia sui grani teneri (Damiano e Mara), sia sul grano duro (Cappelli). Il trattamento mutageno gli ha permesso di selezionare piante mutate per alcune caratteristiche morfologiche quali: la taglia bassa, una migliore fertilità di spiga e la resistenza alle malattie. Di particolare interesse sono risultati alcuni mutanti selezionati dal Mara, che tuttavia non hanno portato alla costituzione di varietà pregevoli da immettere in coltivazione.

Rusmini ha comunque lasciato una grande impronta nel lavoro della Stazione per la sua attività nella costituzione di varietà di frumento duro idonee agli ambienti del nord Italia.

Questo programma fu avviato in considerazione della necessità di aumentare la produzione nazionale di frumento duro, ridurre le forti importazioni di grano americano e garantire le necessità dell'industria di pastificazione nazionale, in forte espansione. Le varietà allora disponibili, anche quelle di più recente costituzione, dimostravano una capacità produttiva piuttosto bassa e paragonabile a quella della vecchia varietà Cappelli, di Strampelli, anche se, rispetto a quest'ultima, dimostravano una maggiore precocità di maturazione, resistenza all'allettamento, ma poco idonee alla loro coltivazione nel nord Italia e non in grado di apportare un progresso produttivo, paragonabile a quello ottenuto in frumento tenero con le nuove costituzioni di Strampelli e dei suoi allievi. Questa situazione fece maturare l'opinione che per una specie (tetraploide), che presenta una minore variabilità genetica rispetto al grano tenero (esaploide), fosse necessario aumentarla, con l'introggressione di nuove caratteristiche da altre specie del genere *Triticum* o da generi più prossimi a questo, oltre all'utilizzo della mutagenesi.

Sulla base di tale convinzione, Rusmini, nel 1954, incrocia una linea derivata dall'incrocio Mentana x *Agropyron glaucum*, costituita da Forlani, con il Cappelli. L'anno successivo reincrocia la F<sub>1</sub> ottenuta, nuovamente con il Cappelli e da tale combinazione seleziona, nel 1962, la “linea 1159” che, nel 1972, verrà iscritta al Registro nazionale delle varietà con il nome di Conte Morando Bolognini. Questa tuttavia non risulta resistente al freddo, carattere che Rusmini introduce con l'utilizzo di discendenze di *Triticum dicoccoides* e *Triticum persicum*, ottenute attraverso incroci con una varietà di grano duro australiano, dotata di buona resistenza alle ruggini ed alla fusariosi. Attraverso questi complessi incroci, ha selezionato, nel 1966, la “famiglia 569/66”, dalla quale sono state poi identificate le varietà Lambro e Belfuggito, le prime varietà di notevole adattabilità alla coltivazione nel nord e

centro-nord Italia, che verranno, nel 1972, iscritte al Registro Nazionale, anche se, nel frattempo, la “famiglia 569/66” era già ampiamente coltivata, con successo, in diversi areali dell'Oltrepò Pavese e dell'Emilia-Romagna (Bianchi, 1973).

Un'altra linea di ricerca avviata da Rusmini ha riguardato la costituzione di ibridi  $F_1$  al fine di sfruttare, come avviene per il mais, il fenomeno dell'eterosi. L'eterosi è un fenomeno di natura genetica che descrive un aumento di vigore e una maggiore produzione. In frumento tale ricerca è stata basata sull'utilizzo di varietà con maschiosterilità citoplasmatica<sup>(22)</sup>, provocata da ibridazioni interspecifiche ed intergeneriche e da varietà portatrici di geni ristoratori<sup>(23)</sup>, in grado di ripristinare la fertilità del polline. Rusmini, nell'ambito delle ricerche da lui svolte ha rilevato che non erano disponibili linee maschiosterili e linee ristoratrici perfettamente adatte alle nostre condizioni ambientali e che l'eterosi manifestata dagli ibridi ottenuti era inferiore a quella manifestata da ibridi di altri ricercatori stranieri. (Rusmini, 1967; Bozzini e Rusmini, 1972).



*Rusmini tra parcelle della famiglia 569/69*

(22) Maschiosterilità citoplasmatica: determinata da caratteri ereditari presenti nel citoplasma cellulare, diversi da quelli ubicati sul cromosoma.

(23) Geni ristoratori: presenti sul cromosoma ed in grado di annullare l'effetto dei geni responsabili della maschiosterilità citoplasmatica.

Con la reggenza Rusmini la superficie dei campi sperimentali si amplia notevolmente, rendendo necessario il loro allestimento presso i campi dell'azienda Santa Maria. L'aumento dell'attività comporta anche l'incremento del personale, tanto che nei mesi di raccolta/semina la Stazione è arrivata ad avere oltre quaranta dipendenti, tra cui molti giovani impegnati nella raccolta manuale di spighe e covoni, nella trebbiatura delle stesse e nella preparazione della successiva semina.

Fra questi c'è stato pure, a partire dal 1964, Gaetano Boggini che, come operaio agricolo, ha iniziato la sua carriera presso la Stazione, diventando, dopo il diploma di perito agrario, conseguito nel 1967, borsista diplomato della Fondazione Bolognini ed il principale collaboratore di Maria Carla Fabbretti in Scalfati che, nel 1968, ha sostituito Rusmini, dimessosi per andare a dirigere un programma di miglioramento genetico dei frumenti presso una multinazionale sementiera operante in Italia.

In concomitanza a tale cambio di direzione, nel 1967, con il DPR 1318 di riforma degli Istituti di sperimentazione agraria del Ministero dell'Agricoltura e Foreste, l'Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura di Roma viene fuso con la Stazione Sperimentale di Risi-coltura, di Vercelli, con la Stazione Sperimentale di Maiscoltura, di Bergamo e con la Stazione Sperimentale di Granicoltura per la Sicilia, di Catania, cambiando la denominazione in Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura. Con tale variazione, la Stazione Fitotecnica di Sant'Angelo Lodigiano diventa Sezione operativa periferica del nuovo Ente.

### **La riforma degli Istituti di ricerca agraria**

Con questa riforma, vengono creati 22 Istituti di ricerca agraria a carattere nazionale. L'Istituto di Cerealicoltura viene strutturato su 4 Sezioni centrali: Pianificazione degli esperimenti, Genetica applicata, Tecniche agronomiche, Merceologia dei prodotti e 7 Sezioni operative periferiche: Vercelli, per il miglioramento genetico e tecniche colturali del riso; Bergamo, per il miglioramento genetico e tecnica colturale del mais e del sorgo; Badia Polesine, per il miglioramento genetico del frumento e tecniche colturali cerealicole; Fiorenzuola d'Arda (PC) (dove si era trasferita la Fitotecnica di Piacenza), per la genetica e il miglioramento genetico dell'orzo e tecniche colturali cerealicole; Foggia per il miglioramento genetico e tecniche colturali cerealicole; Catania per il miglioramento genetico e tecniche colturali cerealicole; Sant'Angelo Lodigiano per il miglioramento genetico del frumento e della segale.

Con la riforma cessa anche la gestione amministrativa congiunta della Fondazione Bolognini e della Stazione/Sezione ed entrambi gli Enti diventano autonomi, sempre però sotto la gestione generale della Sede romana, allora diretta con incarico, al posto di Ugo De Cillis, da Romeo Piacco, già direttore della Stazione Sperimentale di Risi-coltura.

Nel 1971 viene invece nominato direttore dell'Istituto Angelo Bianchi che, in passato,



aveva collaborato con Forlani negli studi genetici sul mais. Tale nomina avviene avendo, lo stesso, diretto l'Istituto di Allevamento Vegetale di Bologna (divenuto con la riforma, Istituto Sperimentale per le Colture Industriali) dove già si svolgevano studi genetici sui cereali.

In quegli anni Bianchi era docente di Genetica vegetale presso la Facoltà di Agraria di Piacenza, dove ha formato diversi allievi, tra i quali: Francesco Salamini, Tommaso Maggiore e Basilio Borghi che poi diverranno suoi collaboratori presso l'Istituto di Cerealicoltura.



Con la riforma la Fondazione viene sollevata da una parte dei propri compiti, in particolare quelli relativi alla sperimentazione. Contestualmente si ritenne di non appesantire la gestione della Sezione, lasciando alla Fondazione il compito della moltiplicazione e della diffusione delle nuove costituzioni dell'Istituto di Cerealicoltura. Questa ripartizione sembrò la più efficiente anche alla luce delle esperienze maturate in diversi Paesi quali ad esempio: la *Fundation Seed* degli USA, la *National Seeds Development Organization* inglese e la *Swedish Seed Association* in Svezia. L'attività sementiera della Fondazione ha avuto, a partire dagli anni Ottanta un forte sviluppo con attività di moltiplicazione e commercializzazione (anche all'estero) di diverse varietà di frumento tenero e duro, di linee e ibridi di mais, di varietà di orzo, di avena e di erba medica. Con l'affacciarsi nel settore italiano sementi di diverse industrie europee ed in seguito di diverse società sementiere multinazionali, l'attività di moltiplicazione sementi ha subito, verso la fine degli anni Novanta, una sensibile riduzione. A ciò va pure aggiunto la minor attività di costituzione varietale dell'Istituto a seguito dei nuovi orientamenti programmatici della ricerca agricola nazionale. L'unica attività sementiera, della Fondazione, che non ha risentito di tale crisi è stata quella relativa al mantenimento di linee pure di mais per la produzione di ibridi.

#### Nota dell'autore

Maria Carla Fabbretti in Scalfati, nasce nel 1927 a Foligno (PG), nel 1949 si laurea in Scienze Agrarie all'Università di Perugia e nel 1955 entra nei ruoli della sperimentazione presso la sede dell'Istituto Nazionale di Genetica per la Cerealicoltura di Roma, attività che poi prosegue nella Sezione di Genetica applicata dell'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura. Nel 1974 lascia l'attività di ricerca.

## La direzione Fabbretti Scalfati (1978-1972)

Maria Carla Fabbretti in Scalfati, sperimentatrice presso la Sezione centrale di Genetica applicata di Roma, ha svolto il ruolo di direttore incaricato della Sezione santangiolina dividendosi tra Roma e Sant'Angelo. Nei suoi quattro anni di direzione ha proseguito le linee di ricerca avviate dal suo predecessore.

Con il supporto delle analisi tecnologiche<sup>(24)</sup>, effettuate dalla Sezione centrale di Merceologia dei prodotti, ha maggiormente incentrato la selezione verso lo sviluppo di linee di frumento tenero di buona o elevata qualità panificatoria, selezionando, nel 1970, le linee F<sub>5</sub>: Bezogluti 1 e Bezomarimp 1. La prima, derivata dall'incrocio Bezostaja 1 x Glutinoso S.15 e la seconda dall'incrocio Bezostaja 1 x Marimp 8, entrambi gli incroci eseguiti da Rusmini nel 1965. Nel 1980 entrambe le linee sono state iscritte al Registro



Maria Carla Fabbretti  
Scalfati

varietale, rispettivamente con il nome di Salmone e di Saliente. Salmone è stata la prima varietà italiana con caratteristiche qualitative simili a quelle dei grani di forza importati dal Manitoba (Canada) per migliorare la qualità panificatoria dei frumenti italiani (Borghi *et al.*, 1985). Saliente invece, pure di elevata qualità, risulta più adatta alla coltivazione nelle aree collinari.

Con la collaborazione di Gaetano Boggini, diventato, nel frattempo borsista laureato della Fondazione Bolognini, la Fabbretti Scalfati ha altresì incrementato le ricerche relative alla costituzione degli ibridi F<sub>1</sub> di frumento, evidenziando le notevoli difficoltà che l'interazione genotipo<sup>(24)</sup>-ambiente ha sul controllo della maschiosterilità, della ristorazione della fertilità,



Spighe di Salmone

(24) Analisi tecnologiche: serie di test condotti sulla farina al fine di valutarne le caratteristiche qualitative.

(25) Genotipo: l'intera costituzione genetica di un individuo.



e dei conseguenti ostacoli di natura economica, alla produzione del seme ibrido, in una specie autogama in cui l'impollinazione del fiore avviene da parte del suo stesso polline (Boggini e Scalfati, 1972; Boggini, 1975). Nel settore di ricerca sul frumento duro per il nord Italia ha realizzato una serie di incroci intervarietali ed interspecifici (con il frumento tenero) per cercare di migliorare i difetti delle varietà Lambro e Belfuggito, in particolare la loro tardività di maturazione.

Va altresì ricordato che, durante la direzione Fabbretti Scalfati, la Sezione si è fatta carico anche del mantenimento e purezza e moltiplicazione delle varietà di frumento tenero dell'ex Istituto di Allevamento Vegetale di Bologna, costituente di diverse varietà di grano tenero allora molto diffuse, tra le quali: Fortunato, Fiorello e Funo. Inoltre, avendo recepito dall'Istituto bolognese tutte le attrezzature di laboratorio per l'effettuazione delle analisi qualitative del frumento, ha avviato i lavori per l'allestimento, nelle sale del Castello, di un laboratorio di tecnologia dei cereali.

Alla Fabbretti Scalfati va il merito di aver mantenuta attiva la Sezione all'interno di un Istituto dove, con la direzione De Cillis, regnava un immobilismo generale, che ha portato all'inattività delle Sezione periferiche di Badia P., Fiorenzuola e Catania.



*Campo selezioni segreganti (foto Barabba Terno)*

#### *Note dell'autore*

1) Per il nome delle varietà di frumento tenero, costituite dalla Sezione santangiolina, è stata adottata la regola di iniziarle con "Sal", acronimo di Sant'Angelo Lodigiano.

2) Basilio Borghi, nasce a Cremona, nel 1941. Nel 1965 si laurea in Scienze Agrarie all'Università di Piacenza. Dal 1965 al '66, borsista all'Istituto di Allevamento Vegetale di Bologna poi, sino al 1972, ricercatore presso l'Istituto di Ricerche Orticole della Fondazione Minoprio (CO). Dopo le esperienze a S. Angelo Lodigiano (1972-98) e quella di S. Michele all'Adige (1998-2003), ha svolto, sino al 2018, attività di miglioramento genetico per la Società Agrolimentare Sud (Melfi, PZ).

## **Le ricerche di Basilio Borghi (1972-1998)**

Nel 1972, a seguito della riforma degli Istituti di sperimentazione agraria, viene bandito dal Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, un concorso pubblico per sperimentatori, al fine di coprire i tanti posti vacanti all'interno dei 22 Istituti di ricerca. A tale concorso partecipano Basilio Borghi e Tommaso Maggiore, allievi del direttore Angelo Bianchi. Entrambi vincitori, vengono assegnati, il primo, alla Sezione di Sant'Angelo, il secondo, a quella di Bergamo, alla cui direzione c'era Francesco Salamini.



*Basilio Borghi, in basso al centro, e i suoi collaboratori; alla sua destra Norberto Pogna. (foto Barabba Terno)*

A Borghi viene affidato l'incarico della direzione della Sezione santangiolina, in sostituzione di M. Carla Fabbretti Scalfati; a Maggiore, viene dato l'incarico della direzione/amministrazione della Fondazione Morando Bolognini.

La collaborazione tra i due direttori porta ad una profonda ristrutturazione della Sezione, con la realizzazione di una moderna ed ampia serra, di un capannone per il ricovero delle attrezzature agricole e sperimentali di campo (seminatrice parcellare, seminatrice fila-spiga, mietitrebbia parcellare) di cui si è dotata la Sezione e l'ultimazione dell'allestimento del laboratorio per analisi tecnologiche, reso idoneo anche per analisi biochimiche. Successivamente, nel 1980 viene avviata e nel 1983 completata, la costruzione della nuova sede di Via del Molino (ora Via Forlani) dotata

di tutte le infrastrutture per le attività di ricerca quali: laboratori di tecnologia dei cereali e di biochimica, locali per la lavorazione delle sementi, la macinazione e la panificazione, serre, celle climatiche e di un nuovo magazzino per la lavorazione e conservazione del materiale genetico.

Attraverso le borse di studio della Fondazione Bolognini, Borghi recluta giovani laureati che vanno ad affiancare il già presente Boggini. Nel 1972 entrano in Sezione Lorenzo Corino e Fabrizio Bonali (che rinuncerà alla borsa di studio nel 1975), nel 1974 Armando Testoni, Maria Corbellini e Marzia Cattaneo. Questi borsisti nel 1976 diventano sperimentatori, dopo concorso pubblico del Ministero dell'Agricoltura. A questo gruppo, nel 1978, si aggiunge Norberto E. Pogna, prima come borsista e dal 1981, come sperimentatore, mentre Testoni, nel 1977, si trasferisce in un altro Istituto, così come Corino nel 1979.

Nel 1979 Maggiore, diventato nel frattempo docente presso la Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Milano, lascia la direzione della Fondazione ed al suo posto viene incaricato Boggini che, dal 1981, si avvale della collaborazione di Alberto Dalli. Nel 1985, Dalli prende il posto di Boggini, divenuto, nel frattempo, a seguito di concorso pubblico, direttore della Sezione di Catania, così come Borghi (non più come incaricato) di quella di Sant'Angelo.

Nel 1985 agli sperimentatori presenti si aggiunge Maurizio Perenzin, nel 1996 Andrea Brandolini, nel 1997 Rita Redaelli (poi assegnata alla Sezione di Badia P.), già presente in Sezione dal 1987 come borsista/contrattista e nel 2007, Patrizia Vaccino, pure già presente in Sezione dal 1991, come borsista/contrattista. Nel 1991, invece, Pogna viene trasferito alla sede di Roma, dove nel 1993, assume il ruolo di direttore incaricato dell'Istituto, al posto di Angelo Bianchi, messo a riposo per raggiunti limiti di età.

Con questo gruppo di borsisti/sperimentatori, Borghi prosegue le attività in corso nella Sezione, introducendo, a seguito del suo *stage* del 1973 presso il *Plant Breeding Institute* di Cambridge (centro inglese per il miglioramento del frumento) e del successivo, nel 1977, presso l'*University of Nebraska Agriculture Department* (USA), nuove e moderne metodologie di miglioramento genetico.

Avvia diversi programmi di ricerca che hanno spaziato dagli studi sulla fisiologia della pianta, alla caratterizzazione della qualità delle varietà di frumento coltivate e all'approfondimento delle conoscenze biochimiche e molecolari delle proteine del seme, nonché alla messa a punto di nuove tecniche colturali.

Agli inizi degli anni Novanta, con il pieno sviluppo di programmi di ricerca biochimici e molecolari, introduce profonde modificazioni nelle metodologie di lavoro in uso presso la Sezione, con un conseguente aggiornamento delle infrastrutture. In particolare, viene realizzato un laboratorio abilitato all'uso di radioisotopi e dotato di tutte le attrezzature per gli studi molecolari, viene ristrutturata

la serra dotandola di una innovata tecnologia per il controllo programmato della temperatura, della luce e dell'umidità e viene inoltre prevista la possibilità di allevare piante transgeniche, secondo le normative di legge.

Di seguito vengono riportate informazioni e risultati di alcune delle principali ricerche realizzate dalla Sezione nei 26 anni di direzione Borghi, terminata nel 1998 a seguito del suo trasferimento alla direzione scientifica del Centro Sperimentale dell'Istituto Agrario di San Michele all'Adige (TN), le cui ricerche si estendono tra la vite e l'enologia, la frutticoltura, l'agro-alimentare e l'ambiente.

### **Rete di prove varietali frumento tenero**

Tale attività viene avviata, su scala nazionale, a partire dal 1973, mentre negli anni successivi, a cura di altre Sezioni dell'Istituto, la rete viene realizzata anche per frumento duro, orzo, avena, segale, triticale e mais. L'attività, tutt'ora in corso, consente l'aggiornamento annuale della situazione varietale italiana per quanto riguarda le caratteristiche agronomiche e qualitative delle varietà di frumento tenero reperibili sul mercato.



*Prove varietali  
parcellari  
(foto Barabba Terno)*

Le prove vengono condotte in 30-40 località del Paese, con prevalenza dei siti posti nell'area settentrionale, dove è più diffusa la coltivazione. I risultati sono annualmente e regolarmente pubblicati nel mese di settembre, sulle principali riviste tecniche agricole del settore (*L'Informatore Agrario*, *Terra e Vita*) e rappresentano lo strumento più valido per l'agricoltore per le scelte varietali nelle diverse aree cerealicole. Attraverso tale attività si è accelerato il processo di ricambio varietale e ottenuti incrementi produttivi, stimati a livello nazionale, di circa 35 kg/ha/anno (Borghi, 1996).

La Sezione, inoltre, attraverso la gestione della rete, promuove, stimola e coordina le attività di sperimentazione e divulgazione delle Istituzioni di ricerca regionali.



### Caratterizzazione della qualità tecnologica delle varietà coltivate

Questa attività è stata avviata anche a seguito dello *stage* effettuato, nel 1975, da Boggini presso il *Wheat Department of the Swedish Seed Association* (Svalöv, Svezia), dove ha approfondito gli studi sulla qualità panificatoria del frumento e delle collaborazioni, instaurate, dalla Sezione, con l'Associazione Nazionale dei Panificatori e Pasticceri e l'Associazione Mugnai Industriali d'Italia e, in questo ultimo ambito, con il Molino Pagani di Borghetto Lodigiano.

Scopo di questa attività è quello di valorizzare la qualità tecnologica e l'aspetto economico della produzione italiana di frumento tenero.

Sono state eseguite sistematicamente analisi tecnologiche e di panificazione delle farine ottenute dalle più diffuse o più recenti varietà di frumento tenero, a partire dai campioni raccolti dalla rete di prova nazionale. I risultati di tale indagine, tuttora in atto, sono oggetto di specifici *reports* annuali sulla stampa tecnica (Molini d'Italia, Tecnica Molitoria).

Nel contesto di tale ricerca, la Sezione ha collaborato alla riformulazione, nel 1981, del Contratto Nazionale n.101 di compravendita del frumento tenero basato su indici tecnologici che ha costituito la premessa essenziale per instaurare un differenziale di prezzo nei frumenti in base alle caratteristiche intrinseche del prodotto.

L'enorme quantità di dati qualitativi raccolti ha inoltre permesso di creare, con le organizzazioni di categoria della filiera frumento tenero, un *grading* qualitativo basato su cinque classi: di Forza (FF, frumenti per prodotti di lunga lievitazione, es. panettoni), Panificabili Superiori (FPS, frumenti per pane speciale tipo michetta e per pasticceria), Panificabili (FP, frumenti per pane comune e pan carré), frumenti per Biscotto (FB) e per Altri Usi (FAU, frumenti per altro uso, es. zootecnico), ancora oggi in uso nella commercializzazione, nelle principali Borse Merce italiane del frumento tenero (Borasio, 1997)



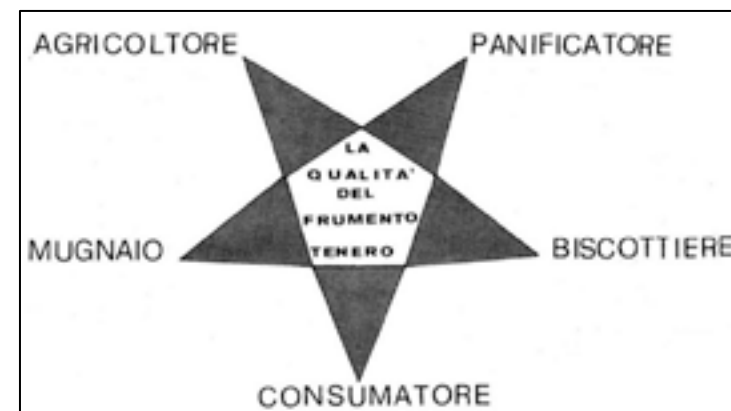
Panificazione sperimentale di tre tipologie di frumenti: Panificabile Superiore, Panificabile, Biscottiero

### Miglioramento genetico della qualità panificatoria del frumento tenero

Il termine qualità assume significati diversi in funzione dei diversi componenti della filiera frumento tenero: l'agricoltore, il mugnaio, il panificatore, il biscottiere ed il consumatore del prodotto trasformato.

L'agricoltore considera di buona qualità il frumento: 1) se matura regolarmente su una pianta non allettata e sana; 2) se la granella è ben conformata, sana, asciutta e con elevato peso volumetrico.

Il mugnaio, oltre ad apprezzare le caratteristiche indicate al punto 2), richiede: 3) buone dimensioni e uniformità delle cariossidi; 4) seme pulito e non miscelato con quello di altre varietà; 5) granella di facile macinazione e di alta resa in farina.



Le esigenze dei secondi trasformatori sono differenti, a seconda del prodotto finito che si vuol ottenere.

Per il panificatore è importante: 6) che la farina possieda un alto contenuto proteico in modo da garantire un elevato assorbimento idrico e conseguentemente una buona resa in pane; 7) che si possa formare un buon impasto in breve tempo e con limitati consumi di energia meccanica; 8) che la farina sia in grado di tollerare variazioni nelle diverse fasi di lavorazione, cioè che l'impasto abbia una buona stabilità; 9) che il pane ottenuto sia gradevole e di notevole volume.

Il biscottiere richiede, invece, farine con alcune caratteristiche opposte a quelle dei panificatori: 10) basso contenuto proteico e quindi un minore assorbimento idrico della farina; 11) granulazione fine della farina

Viene poi il consumatore, il quale conosce ben poco del frumento che è servito a confezionare il prodotto finale ma che tuttavia ha, per il pane in particolare, delle idee ben precise su ciò che vuole consumare. Ogni gruppo etnico o sociale ha particolari esigenze (non a caso in Italia si producono più di 1000 tipi di pane) per soddisfare le quali occorrono farine e quindi frumenti qualitativamente diversi. In aggiunta a queste esigenze, che si potrebbero definire di tipo estetico-gastronomico, ci sono altri due aspetti che investono direttamente il consumatore: 12) il valore nutrizionale e 13) la resistenza al rafferimento.



Tutti questi 13 fattori, che influenzano i vari concetti di qualità, sono in gran parte legati alle componenti genetiche delle diverse varietà ed alle loro interazioni con l'ambiente di coltivazione nel suo complesso: clima, terreno, concimazione, eventuali infezioni parassitarie. Altri fattori sono legati alle alterazioni dovute ai processi di vario tipo durante le fasi di trasformazione del seme in farina e questa in prodotti alimentari.

Questi ultimi fattori possono essere facilmente controllati e programmati, mentre i fattori genetici, che riguardano in particolare la composizione del seme, possono essere oggetto di miglioramento genetico.

Conseguentemente è stato impostato un programma di miglioramento genetico facendo leva soprattutto sui due principali fattori che determinano la qualità: il contenuto e la qualità proteica (quest'ultima valutabile tramite diverse tipologie di analisi tecnologiche). Quantità e qualità proteica che, tra l'altro, sono tra loro fortemente correlate (Boggini e Nilsson, 1976; Borghi e Boggini, 1978).

Alla classica metodologia di miglioramento basata essenzialmente su osservazioni visive della pianta e della granella ed a valutazioni qualitative effettuate solo a partire dalla generazione F<sub>4</sub>, con l'innovata metodologia, sono stati introdotti test qualitativi, attuabili su piccoli campioni, già a partire dalla prima generazione segregante, la F<sub>2</sub> (Borghi *et al.*, 1975; Corino *et al.*, 1975).

Contemporaneamente è stata proseguita ed incrementata l'attività di costituzione varietale con l'iscrizione al Registro nazionale, nel 1997, della varietà di forza Salgemma (dall'incrocio Centauro x Gemini) e nel 1999, della varietà panificabile Salvia (selezione dalla popolazione Sintetica Cee). Entrambe le varietà caratterizzate da una buona produttività e con un'ampia adattabilità ai diversi areali cerealicoli nazionali.



Laboratorio di tecnologia dei cereali della Sezione

In tale contesto la Sezione ha altresì organizzato diversi convegni e gruppi di lavoro al fine di implementare l'interesse alla coltivazione dei frumenti di qualità e alla loro valorizzazione economica. Tra questi, nel 1987, ha coordinato a Sant'Angelo, un Convegno, sponsorizzato dalla Comunità Economica Europea dal titolo "Hard Wheat: agronomic, technological, biochemical and genetical aspects" (Frumenti di forza: aspetti agronomici, tecnologici, biochimici e genetici) al quale hanno partecipato numerosi ricercatori provenienti dai paesi della Cee, oltre che da Canada, Stati Uniti, Jugoslavia ed Ungheria.

I *proceedings* di tale convegno sono stati pubblicati in un volume, curato da Borghi, che contiene le raccomandazioni degli esperti circa gli indirizzi futuri della ricerca qualitativa nei frumenti teneri.

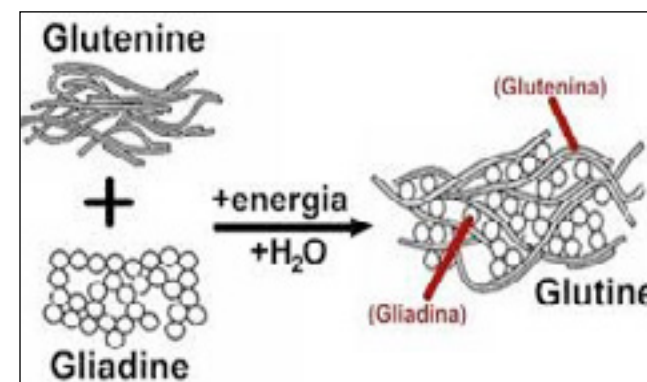


I partecipanti al Convegno "Hard Wheat: agronomic, technological, biochemical and genetical aspects"

### Approfondimento delle conoscenze biochimiche sulle proteine del seme

Il seme del grano è essenzialmente costituito da: amido (70%) e proteine (10-15%). Queste ultime, a loro volta, sono di due tipologie: quelle solubili in acqua (16%) e quelle insolubili (84%). Le prime hanno un ruolo esclusivamente nutrizionale, le seconde, invece, un ruolo determinante sulla qualità tecnologica.

La componente proteica insolubile è costituita da due frazioni: le gliadine e le glutenine che, quando combinate con l'acqua, vanno a formare il glutine, il cui ruolo nella panificazione è quello costituire una rete in grado di trattenere il gas che si sviluppa durante la lie-

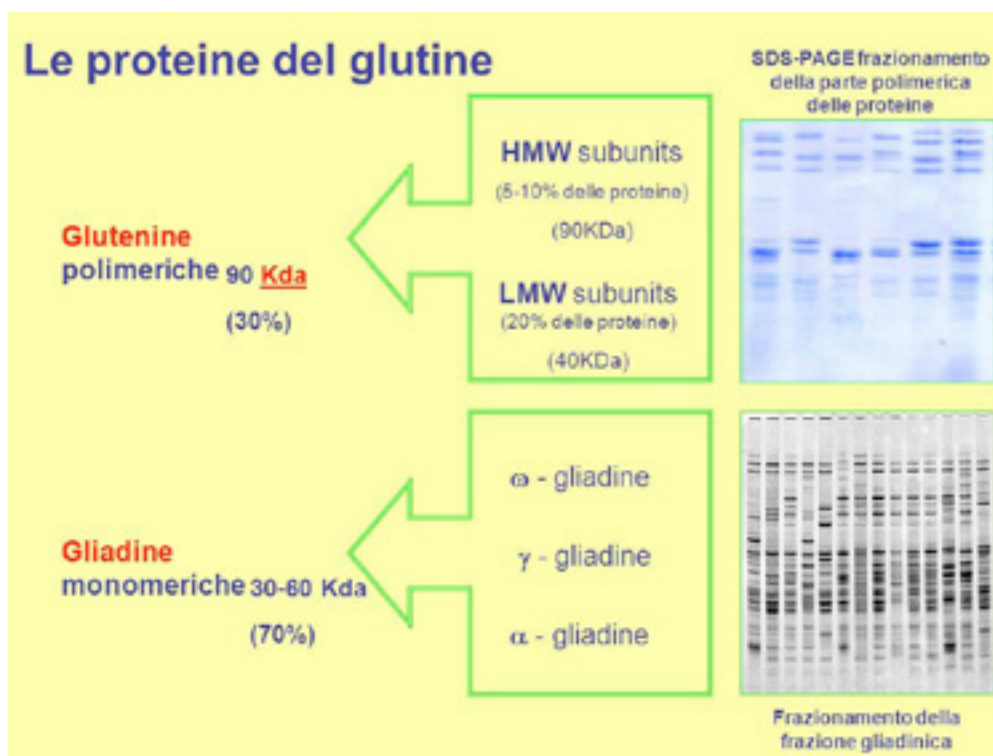


vitazione e di rigonfiarsi per dare un pane soffice e di buon volume; mentre nella pastificazione è quello di creare una rete in grado di inglobare e di trattenere i granuli di amido durante la cottura della pasta.

Mediante analisi elettroforetiche<sup>(26)</sup>, queste due frazioni proteiche, possono essere scisse in diversi componenti, evidenziando un ampio polimorfismo<sup>(27)</sup> varietale. Ogni varietà è infatti caratterizzata da un proprio polimorfismo (l'impronta digitale varietale) ed ognuna di queste componenti è sotto controllo di specifici geni.

Gli studi condotti da diversi ricercatori hanno permesso di identificare alcune componenti gliadiniche e gluteniniche di particolare importanza sulla qualità panificatoria o pastificatoria e quindi di pianificare su basi razionali la scelta dei genitori nei programmi di miglioramento genetico (Pogna *et al.*, 1982).

L'uso dei polimorfismi gliadinici, in particolare, ha consentito di caratterizzare mediante elettroforesi le varietà e di formulare una chiave di identificazione



(26) Elettroforesi proteica: metodo di scomposizione delle proteine in componenti proteiche cariche elettricamente, tramite il passaggio continuo di corrente elettrica.

(27) Polimorfismo proteico: presenza di componenti proteiche diverse all'interno della stessa specie.

varietale, di notevole utilità sia nel settore sementiero, sia a livello di caratterizzazione delle partite di frumento commercializzate (Redaelli *et al.*, 1993).

Le ricerche effettuate nell'ambito delle glutenine hanno invece consentito di evidenziare la presenza di subunità<sup>(28)</sup> a basso peso molecolare (LMW - *Low Molecular Weight*) e ad alto peso molecolare (HMW - *High Molecular Weight*) in grado di conferire al glutine proprietà viscoelastiche (estensibilità ed elasticità) ottimali ai fini della panificazione o della pastificazione.

La Sezione, su un ampio numero di varietà di frumento tenero ha determinato, mediante analisi elettroforetiche delle glutenine, la loro composizione in subunità LMW e HMW. Queste composizioni, correlate con diversi parametri qualitativi e con le valutazioni emerse dalle prove di panificazione, hanno permesso di definire una gerarchia qualitativa delle diverse componenti gluteniniche (Pogna *et al.*, 1990).

Poiché l'espressione dei geni che controllano la sintesi delle gliadine e delle glutenine non risente delle variazioni ambientali, a differenza del contenuto proteico, il loro utilizzo ha ulteriormente semplificato e aumentato l'efficienza della selezione precoce per la qualità nei programmi di miglioramento genetico.

Queste ricerche sono state condotte a seguito dello *stage* effettuato da Pogna presso il *Plant Breeding Institute* di Cambridge ed in collaborazione con lo stesso *Institute* e con le Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Viterbo e dell'Università degli Studi di Padova e con la *Faculty of Agricultural and Food Sciences* del Manitoba (Winnipeg, Canada).

### Effetti delle alte temperature sulla qualità del frumento

I frequenti stress da alte temperature o da siccità che stanno caratterizzando il clima mediterraneo, hanno reso necessario approfondire i loro effetti sul frumento ed in particolare sulla qualità tecnologica della granella. Lo studio ha messo in evidenza che le proprietà viscoelastiche dei frumenti risultano significativamente influenzate dagli stress termici. In particolare, lunghi periodi con temperature di 30-35°C durante la fase di riempimento del seme (granigione), comportano un aumento della tenacità del glutine; mentre stress precoci causano una riduzione del peso dei semi, senza interferire sulla qualità proteica (Corbellini *et al.*, 1997).

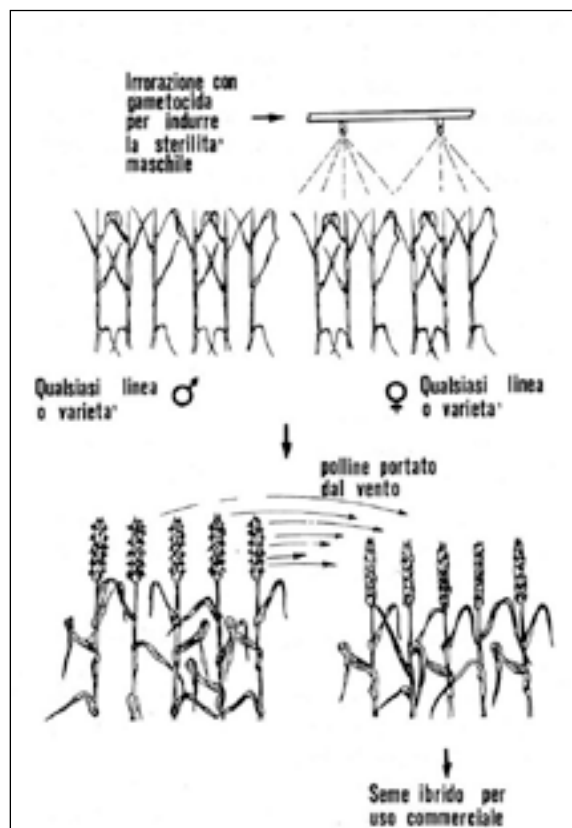
La spiegazione del primo effetto è stata dimostrata dipendere da modificazioni, evidenziate con analisi molecolari<sup>(29)</sup>, nel livello di aggregazione delle proteine del seme. In particolare, la formazione degli aggregati proteici complessi, responsabili delle caratteristiche tecnologiche, è risultata significativamente ridotta dalle alte temperature (Ciaffi *et al.*, 1998).

(28) Subunità: complesso di componenti proteiche, tra loro associate.

(29) Analisi molecolari: diagnostica molecolare che studia il genoma (DNA) di un organismo vivente, ed in particolare le istruzioni che regolano il suo sviluppo e il suo funzionamento.

La riduzione del peso dei semi è stata invece evidenziata dipendere dalla termotolleranza acquisita dalla pianta, quale conseguenza di uno stress termico precoce.

### Sviluppo di un nuovo metodo per la produzione di ibridi F<sub>1</sub>



Schema produzione ibridi con gametocida

La ricerca sulla costituzione di ibridi F<sub>1</sub> iniziata da Rusmini, mediante la tecnica della maschiosterilità citoplasmatica e della ristorazione genica della fertilità, per le motivazioni precedentemente esposte, rilevate anche da altri ricercatori stranieri, ha subito, negli anni Ottanta, una svolta con la scoperta di agenti chimici, denominati gametocidi, in grado di produrre la sterilità del polline.

I gametocidi, provati dalla Sezione, si sono dimostrati in grado di indurre completa sterilità maschile, permettendo una semplificazione delle modalità di produzione degli ibridi di frumento rispetto al sistema genetico (Borghi *et al.*, 1973; Perenzin e Borghi, 1990).

Attraverso gli ibridi prodotti con il gametocida si sono potuti evidenziare fenomeni eterotici<sup>(30)</sup>

per tutti i principali caratteri agronomici ed in particolare per le componenti della produzione (numero di spighe per pianta, numero semi per spiga, peso unitario dei semi). L'incremento produttivo ottenuto consente di raggiungere la soglia di convenienza per la loro introduzione in coltura.

Gli aspetti qualitativi degli ibridi, invece, tendono ad avvicinarsi al genitore migliore. Combinando varietà altamente produttive con varietà di buona qualità si sono ottenuti ibridi F<sub>1</sub> con capacità produttive superiori a quelle delle migliori varietà coltivate, associate a buone caratteristiche qualitative.

(30) Eterotico/Eterosi: fenomeno per cui l'ibrido ottenuto dall'incrocio tra due genotipi è più vigoroso, più resistente alle avversità, più produttivo dei due parentali da cui deriva.

Gli ibridi realizzati e testati sono risultati produttivamente superiori alle varietà in diffusione, anche quando coltivati in condizioni di *low input* ed anche idonei ad una più bassa densità di semina.

Sono stati altresì identificati i caratteri della biologia fiorale importanti ai fini della selezione della linea impollinatrice, il genitore maschile e della linea portaseme, il genitore femminile (Borghi e Perenzin, 1994).

Allo scopo di costituire ibridi F<sub>1</sub> in grado di garantire il massimo della eterosi, si è fatto ricorso a marcatori molecolari al fine di stimare le differenze genetiche tra le varietà di frumento utilizzate per la produzione degli ibridi e verificare se esiste correlazione tra differenza genetica e livello di eterosi. La debole correlazione evidenziata, verosimilmente per l'elevata ploidia del frumento tenero, non ha consentito di pianificare un sistema in grado di prevedere i livelli di eterosi raggiungibili nelle varie combinazioni ibride (Perenzin *et al.*, 1998).

Nel 1995, per la prima volta in Italia, come azione di stimolo al Ministero dell'Agricoltura, per adeguare le modalità di iscrizione al Registro varietale alla nuova realtà degli ibridi, la Sezione ha proposto per l'iscrizione l'ibrido Isal 2, mentre nel 2000 ha iscritto l'ibrido Isal 4, realizzato nell'ambito della collaborazione con la *Society Hybritech Europe*, appartenente al gruppo Monsanto.

La ricerca sullo sviluppo di ibridi F<sub>1</sub> di frumento ha avuto notevole successo nel nord Europa dove, attraverso grandi società sementiere, sono stati realizzati ibridi, oggi pure commercializzati e coltivati in Italia.

### Sviluppo di popolazioni sintetiche<sup>(31)</sup> di frumento tenero

Con i metodi di selezione tradizionali, che riducono il ruolo della ricombinazione genetica<sup>(32)</sup> ad un solo evento meiotico<sup>(33)</sup>, le linee derivate dall'incrocio fra due parentali tendono a mantenere dei blocchi di concatenazione che limitano l'espressione delle loro potenzialità. Attraverso la selezione ricorrente, basata sull'incrocio in tutte le combinazioni possibili di diverse varietà con caratteristiche di interesse e successivi incroci tra le linee derivate e selezionate, è possibile rompere questi blocchi genetici ed incorporare, nei nuovi genotipi, più geni utili, in particolare quelli responsabili di una migliore stabilità produttiva, di resistenza a stress ambientali e parassitari e di buona qualità. Questa tecnica è molto applicata nelle piante allogame,

(31) Popolazione sintetica: popolazione ottenuta incrociando tra loro più genotipi (> 2) scelti perché dotati di buone caratteristiche agronomiche e qualitative.

(32) Ricombinazione genetica: formazione di nuove combinazioni geniche a seguito della segregazione provocata dall'incrocio tra due genitori diversi.

(33) Evento meiotico/meiosi: processo di divisione riduzionale, che avviene negli organi maschili e femminili di un essere vivente, mediante il quale una cellula con corredo cromosomico diploide (2n) dà origine alle cellule riproduttive con corredo cromosomico aploide (n).



dove l'impollinazione dell'ovario avviene con polline prodotto sia da altri fiori della stessa pianta, sia da fiori di altri individui appartenenti alla stessa specie ed è diventata attuabile anche per le autogame<sup>(34)</sup>, grazie alla disponibilità del gametocida, che permette, in modo semplificato, l'ibridazione tra differenti genotipi.

Lo scopo di questa ricerca è stato quello di produrre popolazioni sintetiche di frumento tenero da utilizzare quale materiale di partenza per l'ottenimento di varietà con caratteristiche agronomiche e qualitative superiori (ad esempio la varietà *Salvia* precedentemente citata).

Diverse di queste popolazioni sono state rilasciate ai costitutori privati, tra i quali uno ha selezionato due varietà, iscritte poi al Registro varietale.

### Produzione di piante aploidi<sup>(35)</sup> in *Triticum* spp.

Le nuove tecnologie di miglioramento genetico operano prevalentemente ai livelli cellulare e molecolare. Il livello cellulare si è sviluppato sulla considerazione che singole cellule, tessuti e organi, coltivati in ambiente sterile e controllato, *in vitro*,



*Callo da antera*

possono, mediante opportune applicazioni biotecnologiche rigenerare nuove piante.

In tale contesto la Sezione ha affinato le metodiche di coltura *in vitro* delle antere (contenenti il polline), per la produzione di piante aploidi.

La tecnica permette di raggiungere, mediante successiva duplicazione del numero cromosomico, chimicamente indotta, lo stato di omozigosi, riducendo notevolmente il tempo di selezione necessario per ottenere una linea stabile in tutti i suoi caratteri (mediamente 4-5 anni, rispetto agli 8-10 anni del sistema tradizionale). I protocolli applicati hanno consentito di ottenere linee diaploidi<sup>(36)</sup> da un ampio spettro di genotipi di frumento (Cattaneo *et al.*, 1993).

(34) Autogame: pianta in cui la fecondazione dell'ovario avviene ad opera del polline presente nello stesso fiore (autoimpollinazione).

(35) Aploide: individuo con numero cromosomico n, come quello delle cellule del polline e dell'ovulo.

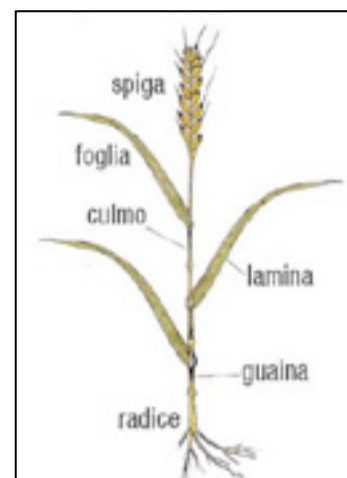
(36) Diaploide: pianta ottenuta da coltura *in vitro*, partendo da un callo aploide e dal successivo raddoppiamento cromosomico, chimicamente indotto.

### Studi fisiologici per ottimizzare la coltura del frumento tenero e per ridurre gli input energetici

L'innovata meccanizzazione agricola e l'esigenza di ridurre gli *input* energetici, ha imposto all'agricoltura l'introduzione di nuove tecniche colturali. Si pensi alla seconda coltura dopo frumento, la riduzione delle lavorazioni meccaniche del terreno, il minor uso di concimi e di fitofarmaci, ecc.

L'adeguamento a tali necessità ha comportato la ricerca di varietà che, pur garantendo la massima capacità produttiva e la massima resistenza alle avversità abiotiche (freddo, siccità, alte temperature, allettamento) e biotiche (insetti, funghi e virus), siano in grado di liberare prima il terreno e di richiedere un ridotto apporto energetico dall'esterno (dose di semina ridotta, semina su terreno non arato o con minima lavorazione, concimazione sulla base delle asportazioni colturali, ecc.).

La ricerca si è basata sullo studio delle due componenti principali del sistema pro-



*Componenti della pianta di frumento*

duuttivo: il *source*, insieme delle strutture vegetative fotosintetizzanti che sono in grado di produrre sostanze utili (foglie, culmi, lamina e guaina) e il *sink*, gli organi proposti all'accumulo degli elaborati (spiga e granella). Per massimizzare le rese si deve operare in modo da favorire la formazione di un ampio *sink* e di aumentare l'attività e la durata del *source* onde migliorare l'efficienza di accumulo e di traslocazione degli elaborati verso la granella, oltre a garantire la resistenza agli stress biotici ed abiotici che colpiscono la pianta.

Attraverso le valutazioni fisiologiche condotte sulle principali varietà italiane, in diverse condizioni colturali, è stato definito un nuovo ideotipo di pianta caratterizzato da: capacità delle giovani piantine di crescere rapidamente subito dopo la nascita (carattere *early growth vigor*);

capacità di mantenere più a lungo l'attività fotosintetica delle foglie, del culmo e della spiga nella fase post-spigatura (carattere *stay green*); spigatura non troppo precoce ed associata ad un periodo di granigione di qualche giorno più lungo, rispetto alle varietà maggiormente coltivate; resistenza alle principali avversità.

Tutte queste caratteristiche hanno una base genetica e quindi, attraverso il miglioramento tradizionale ed assistito da marcatori fisiologici e biochimici, l'obiettivo della creazione di un ideotipo di pianta più rispondente alle innovative tecniche agronomiche e meno esigenti di *input* energetici è diventato realizzabile (Boggini *et al.*, 1989; Borghi, 1990).

### **Studi sul carattere durezza del seme**

Con le innovazioni apportate agli impianti di macinazione del frumento, di estrema importanza è diventato il carattere durezza della cariosside (*hardness*).

Per il mugnaio la conoscenza del grado di durezza riveste una importanza fondamentale nella scelta delle modalità di trasformazione della granella in farina.

Per l'agricoltore e lo stoccatore risulta importante conoscere la classificazione varietale per il carattere *hardness* allo scopo di evitare di miscelare varietà con diversi livelli di durezza e creare miscele complesse di difficile macinazione da parte del mugnaio.

Le varietà a cariosside dura, rispetto quelle a cariosside soffice, richiedono più acqua e tempi più lunghi di condizionamento (fase di assorbimento dell'acqua che si aggiunge alla granella prima di macinarla) e maggiore energia per trasformarsi in farina. D'altra parte, le farine derivate dalle varietà a granella dura assorbono più acqua durante la formazione dell'impasto e hanno una resa in pane superiore, mentre quelle delle varietà soffici hanno una maggiore resa in farina e risultano più idonee nella produzione dei biscotti.

La durezza è un carattere varietale, il cui controllo genetico è piuttosto semplice. Il complesso genico che controlla questo carattere è responsabile della sintesi di un gruppo eterogeneo di proteine, le friabiline. Queste proteine si legano ai granuli di amido e rendono la cariosside friabile (*soft*); quando mancano, riducono o impediscono il loro legame con l'amido e la cariosside diventa dura (*medium hard*) o molto dura (*hard*), come nel caso del frumento duro le cui cariossidi sono solo di tipo *hard*. La durezza delle cariossidi può essere determinata tramite misure della granulometria dello sfarinato integrale o delle farine secondo i metodi PSI (*Particle Size Index*) o NIR (*Near Infrared Reflectance*) o un metodo basato sulla valutazione della resistenza che la cariosside oppone alla frantumazione (SKCS, *Single Kernel Characterization System*).

Attraverso tali tecniche è stata valutata la durezza delle principali varietà italiane ed i risultati ottenuti sono stati trasferiti, mediante la stampa tecnica, agli utilizzatori. Lo studio ha permesso altresì di evidenziare che le differenze tra varietà sono prevalentemente genetiche, mentre gli effetti dovuti all'ambiente ed alle tecniche colturali sono molto modesti (Corbellini, 1996; Corbellini *et al.*, 1996).

### **Valutazione agronomica e qualitativa per l'iscrizione al Registro varietale italiano delle nuove varietà di cereali a paglia**

L'attività, partita con la campagna granaria 1986-87 e tuttora in atto, viene svolta per conto del Ministero dell'Agricoltura in collaborazione con l'Ense (Ente Nazionale Sementi Elette, ora Crea – Centro di sperimentazione e certificazione delle sementi). L'obiettivo di tale sperimentazione è quella di fornire (dopo un biennio di valutazione) una dettagliata descrizione delle caratteristiche morfologiche, agronomiche, bio-

chimiche e qualitative, delle varietà di frumento tenero e duro, di orzo, di avena, di segale e di triticale, proposte all'iscrizione dai costitutori varietali e dalle Società sementiere, da fornire alla Commissione Sementi Ministeriale, per la definitiva approvazione e successiva pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale del Decreto Ministeriale di inclusione al Registro nazionale delle varietà.

I risultati della sperimentazione vengono annualmente pubblicati sulla stampa tecnica: su Sementi Elette (dal 2006 rinnovata e rinominata: Dal Seme), le valutazioni morfologiche, biochimiche ed agronomiche; su Molini d'Italia le valutazioni tecnologiche e qualitative.

### **Prove varietali di frumento duro per il nord Italia e di cereali minori**

Nel 1974 è stata avviata, con le stesse modalità e finalità già descritte per il frumento tenero, la sperimentazione varietale grano duro al fine di individuare, tra quelle disponibili sul mercato nazionale, le più idonee alla coltivazione nel nord Italia. La sperimentazione è stata successivamente inglobata nella rete nazionale, gestita dalle Sezioni centrali di Roma, entro la quale si è tuttavia mantenuta una differenziazione ambientale con tre areali: nord, centro e sud-isole. Alcune varietà sono presenti in tutte le località di prova, altre sono invece specifiche dell'areale in cui la prova è allestita.

Nel 1976 viene avviata la rete varietale segale, nell'ambito di una collaborazione europea e la rete varietale avena, nell'ambito del Piano zootecnico nazionale. Pure queste prove sono state successivamente inglobate nelle reti nazionali gestite da altre Sezioni dell'Istituto.

Oltre a queste reti varietali, la Sezione ha aderito anche alle reti nazionali orzo e triticale, partecipazioni che, attualmente, stanno ancora proseguendo.

I risultati di queste sperimentazioni varietali vengono annualmente e regolarmente pubblicati nei mesi di settembre/ottobre, sulle principali riviste tecniche agricole, quali: L'Informatore Agrario e Terra e Vita.

### **Miglioramento genetico del grano duro per il nord Italia**

Si è proseguito nello sviluppo del programma avviato dalle precedenti direzioni rivolgendo attenzione al miglioramento degli aspetti negativi delle varietà maggiormente diffuse al nord, in particolare: tardività di spigatura e di maturazione, suscettibilità alle malattie fungine della spiga e delle cariossidi ed alto contenuto in ceneri delle semole derivate dai grani duri coltivati nell'areale settentrionale. Carattere, quest'ultimo, che comporta, in macinazione, una minore resa in semola, essendo, ai sensi della Legge Italiana sulle antisofisticazioni alimentari (n. 580/1967 e successiva modifica con DPR 187/2001), obbligatorio non superare il limite legale che ne fissa, anche per la pasta secca, il contenuto massimo dello 0,90% s.s.

Per raggiungere gli obiettivi morfo-fisiologici si è fatto ricorso a germoplasma di

taglia bassa (materiale Cimmyt – *International Maize and Wheat Improvement Center*, Messico – portatore del fattore genetico per il nanismo della varietà giapponese Norin 10) e da equivalenti programmi in corso presso la Sezione di Genetica applicata di Roma e presso l'Enea (Ente Nazionale Energia Atomica, Roma) dove la fonte della bassa taglia utilizzata è quella derivante da trattamento mutageno con raggi X.

Per il tasso in ceneri, dallo studio condotto dalla Sezione, è emerso che il carattere è fortemente influenzato dalle condizioni pedoclimatiche in cui è avvenuta la coltivazione (Boggini e Borghi, 1977).

L'attività di miglioramento del grano duro è stata successivamente interrotta in quanto la stessa è stata sviluppata su larga scala da industrie sementiere del nord Italia, alcune delle quali hanno altresì avviato *joint venture* con l'industria pastificatoria. La Sezione ha, tuttavia, in tale ambito, collaborato con quella di Catania nelle ricerche sull'attitudine panificatoria del frumento duro, con particolare attenzione allo studio delle componenti proteiche che maggiormente influiscono sulla panificabilità (Boggini, 1986; Boggini *et al.*, 1987).

#### **Monitoraggio qualitativo del raccolto nazionale di frumento tenero**

Questa attività è iniziata nel 1996, in collaborazione con le Regioni maggiormente interessate alla coltura del frumento tenero, con l'obiettivo di fornire agli operatori della filiera (entro il mese di settembre, tramite la stampa tecnica nazionale e regionale), indicazioni sulla qualità tecnologica annualmente prodotta ed agli agricoltori informazioni per la valorizzazione economica della loro produzione.

L'attività di monitoraggio è tuttora in atto.

#### **Conservazione del patrimonio genetico**

Già dai tempi delle gestioni Forlani e Rusmini la Sezione si è occupata del mantenimento di una collezione di frumenti (oltre 5000 accessioni) provenienti da costitutori pubblici e privati, ai fini della conservazione del germoplasma per l'eventuale utilizzo nei programmi di miglioramento genetico. Con Borghi la collezione si amplia con oltre 1600 accessioni di frumento monococco.

La collezione viene mantenuta in cella termostata a 4°C in barattoli di polipropilene, nella quantità di 200g/accessione. Ogni anno una parte della collezione (300-400 genotipi) viene riprodotta in campo con il rilievo delle principali caratteristiche morfologiche, mentre alla raccolta vengono rilevate le caratteristiche della spiga e della granella.

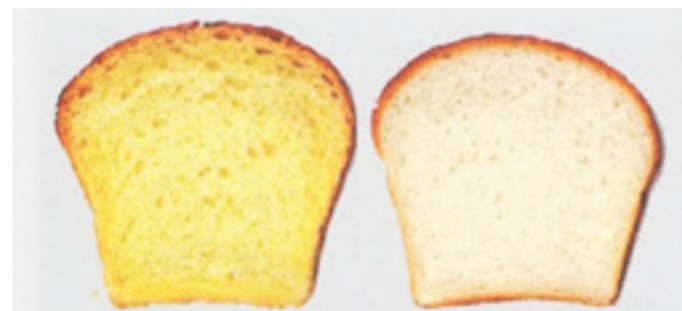
#### **Il frumento diploide *Triticum monococcum*: un cereale per studi genetici, ma anche per impieghi alimentari**

Il monococco è un frumento vestito (farro piccolo) che presenta la cariosside racchiusa dalle glumette anche dopo la trebbiatura. È una specie diploide (2n), con 14

cromosomi e genoma A.

È stato il primo cereale addomesticato ma, dopo l'adozione dei frumenti duri e teneri, più produttivi e a granella nuda, questo cereale è stato rapidamente abbandonato. Essendo caratterizzato da un'ampia adattabilità a diverse condizioni climatiche, resistente a stress biotici ed abiotici, è stato, alla fine del secolo scorso, riscoperto per un'agricoltura a basso impatto ambientale.

Inoltre, dal punto di vista qualitativo, si differenzia, dagli altri frumenti coltivati, per l'alto contenuto di proteine (15-18%) e di carotenoidi (livelli 2-6 volte maggiori), che conferiscono al pane un colore giallo intenso.



*Differente colorazione di pane di monococco a confronto con pane di frumento tenero*

La ricerca è stata condotta in collaborazione con Francesco Salamini, allora direttore scientifico del *Max Plant Institut* di Colonia (Germania).

Sui genotipi in collezione (oltre 1000 accessioni) si è eseguita la loro caratterizza-

zione morfologica, agronomica, biochimica e molecolare che ha portato ad una più corretta classificazione dei frumenti a genoma A e all'individuazione del più probabile centro di origine della specie.

Sono state identificate linee di monococco in grado di fornire prodotti da forno (biscotti, pane) e pasta, di elevato contenuto proteico ed in carotenoidi. Tali linee sono state messe a disposizione degli agricoltori e dell'industria di trasformazione, per la produzione di prodotti di nicchia, di alimenti funzionali e di alimenti per l'infanzia (Castagna *et al.*, 1995).



*Borghi, Salamini e Brandolini tra selezioni di monococco*

#### **Reintroduzione in coltura del grano saraceno (*Fagopyrum spp.*)**

Il grano saraceno non appartiene alla famiglia delle Graminacee, ma a quella delle Poligonacee ed è classificato come pseudo-cereale, avendo un seme, come i cereali,



ricco di amido. In Italia è coltivato principalmente nelle province di Bolzano e Sondrio. Le sue pregevoli caratteristiche nutrizionali hanno incentivato la produzione di prodotti derivati (in particolare i pizzoccheri) e conseguentemente sono aumentate le importazioni dall'Est Europa e dalla Cina.



*Pianta e semi di grano saraceno*

Al fine di incrementare e valorizzare la produzione nazionale è stata avviata una sperimentazione, prevalentemente di scelta varietale, che ha consentito di individuare varietà, quali: La Harpe, Teglio 94, Siva, Darnja e Darina, che presentano una potenzialità produttiva del 20-30% superiore a quella delle vecchie popolazioni locali che si sono tramandate nelle zone di coltivazione italiane.

La sperimentazione ha evidenziato che incrementi di resa sono conseguibili, soprattutto nelle località di montagna, attraverso l'anticipo dell'epoca di semina. La densità di semina non è sembrata esplicare un ruolo importante nel determinare il risultato produttivo, a condizione che l'emergenza delle giovani piantine sia uniforme e rapida e quindi in grado di contenere lo sviluppo delle erbe infestanti.

La ricerca ha consentito di far reintrodurre la coltura anche in areali piemontesi, brianzoli e dell'Appennino centrale, oltre ad incentivarne il suo utilizzo (Borghi e Bonali, 1993; Borghi, 1996).

### **Partecipazione a progetti di ricerca finalizzati**

La maggior parte delle ricerche sopra esposte sono state realizzate grazie a finanziamenti straordinari derivati da progetti finalizzati, redatti e realizzati da Borghi e dai suoi collaboratori.

Fino alla fine degli anni Settanta l'attività degli Istituti di ricerca del Ministero dell'Agricoltura era sostenuta da finanziamenti annuali dello stesso Ministero, determinati sulla base delle attività in corso. Successivamente, al fine di indirizzare sempre più la ricerca agricola verso obiettivi più rispondenti all'innovazione agricola in atto, il finanziamento annuale ha subito una notevole riduzione a favore di finanziamenti di progetti finalizzati, volti a risolvere specifiche problematiche dell'agricoltura italiana. Si è messo in pratica quanto già in atto a livello inter-

nazionale e comunitario e che successivamente è stato attuato anche dalle Regioni.

Il primo progetto finalizzato realizzato e coordinato dalla Sezione è del 1979:

- Miglioramento quali-quantitativo del frumento tenero mediante interventi genetici ed agronomici (finanziato dal Ministero dell'Agricoltura),

alla cui conclusione, dopo alcune proroghe e rifinanziamenti, è stato varato, nel 1990, un nuovo progetto quinquennale, sempre finanziato dal Ministero, dal titolo:

- Progetto Cereali - Sottoprogetto Frumento tenero, coordinato dalla Sezione in cooperazione di altre cinque Unità Operative, prevalentemente universitarie.

Nel 1996, invece, la Sezione ha partecipato al

- Piano Nazionale di Biotecnologie Vegetali, del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (Mipaaf) che è stato fondamentale per l'avvio di innovative linee di ricerca

Successivamente, nel 1998, è stato varato il progetto del Mipaaf:

- Sperimentazione interregionale sui cereali", nell'ambito del quale la Sezione ha coordinato e svolto le ricerche sul frumento tenero.

Molti altri ne sono stati finanziati, oltre che dal Ministero dell'Agricoltura, dalla Comunità Europea, dal Cnr (Consiglio Nazionale per la Ricerca), dall'Ispra (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), dall'Enea, da Regioni, da Società sementiere e da Industrie alimentari. Per alcuni la Sezione ha svolto il ruolo di coordinamento scientifico, per altri il ruolo di collaboratore.

A livello internazionale, oltre a partecipare alle varie reti di prove varietali organizzate dalle agenzie internazionali, la Sezione, ha coordinato un progetto di ricerca in cooperazione con il Marocco dal titolo:

- *Genetic improvement of wheat for drought prone environments by means of physiological and biochemical indices* (Miglioramento genetico del frumento per ambienti aridi mediante l'utilizzo di indici fisiologici e biochimici), finanziato dalla Cee, nell'ambito del programma *Science and Technology for Development subprogramme Tropical Agriculture*.

È stata inoltre impegnata in due progetti di collaborazione scientifica: con l'Albania (*Istituti Kerkimeve Bujqesore di Lushnie*) e con la Russia (*N.I. Vavilov Institute of General Genetics – Russian Academy of Science, Moscow*), finanziati dal Ministero degli Esteri Italiano.

Grazie a questi progetti, la Sezione, si è potuta avvalere di collaboratori laureati e tecnici, assunti a tempo determinato con contratto/progetto, tra i quali anche giovani laureati, che hanno svolto la loro tesi di laurea presso la Sezione ed anche ricercatori stranieri, tra i quali Eugeny Metakovsky del *Vavilov Institute* di Mosca, che ha dato un notevole contributo nella ricerca sulle proteine del seme.



Sopra: semina delle prove parcellari.

Sotto: mietitura delle file spiga. A dorso nudo il tecnico agricolo Hubert Boiocchi.



## Le ricerche di Gaetano Boggini (1998-2007)

Nel 1998 Gaetano Boggini rientra a S. Angelo come direttore di Sezione, pur mantenendo, sino al 2003, la direzione della Sezione di Catania.

Avendo sempre mantenuto contatti e collaborazioni con la precedente direzione ed essendo quindi perfettamente a conoscenza delle ricerche in atto, prosegue nell'attività della Sezione con lo svolgimento dei programmi in corso e dei nuovi progetti finalizzati di ricerca, precedentemente presentati da Borghi. Tra questi il già menzionato, Piano Nazionale di Biotecnologie Vegetali (1996-2001), nell'ambito del quale la Sezione è stata impegnata nelle ricerche:



Gaetano Boggini

- Sviluppo di una mappa molecolare in *Triticum monococcum* e di un modello di predizione dell'eterosi in frumento mediante marcatori molecolari;
  - Qualità delle proteine di riserva del frumento in condizioni di stress termico: studi biochimici e molecolari;
  - Produzione di piante aploidi in diverse specie di frumento;
  - Produzione ed analisi di geni utili in *Triticum* spp. e *Triticosecale* Wittm.
- La maggior parte di tali attività è successivamente proseguita all'interno di altri progetti finalizzati, tra i quali:
- Marcatori molecolari associati a geni di interesse agrario in *Triticum* spp. ed in orzo: analisi genetica e *breeding*<sup>(37)</sup> assistito (finanziato dal Mipaaf);
  - Valutazione per adattabilità, resistenza a stress ambientali e qualità della granella di germoplasma<sup>(38)</sup> di frumento tenero derivato da ibridazione interspecifica (Mipaaf);
  - Nuove tecnologie genetiche per compensare gli effetti dei cambiamenti climatici sulla coltura del frumento duro in ambienti mediterranei (Mipaaf).
- Nel corso di tale direzione, la Sezione è stata impegnata in diversi altri progetti

(37) *Breeding*: termine inglese di miglioramento genetico.

(38) Germoplasma: complesso dei materiali ereditari di una specie. Rappresenta una risorsa genetica e contribuisce indirettamente all'incremento della biodiversità.



finalizzati, tra i quali, con il ruolo di coordinamento:

- Cerealicoltura biologica: interventi agrotecnici e genetici per il miglioramento quanti-qualitativo del frumento duro e tenero e la valorizzazione dei prodotti derivati (Mipaaf).

A livello internazionale la Sezione ha continuato la collaborazione, avviata da Borghi, con le istituzioni dell'Albania e della Russia. In entrambi i casi, per la chiusura della collaborazione, Boggini è stato ospite delle stesse con la presentazione di un *report* sulle attività svolte.

La Sezione ha altresì partecipato all'*European Cooperative Programme for Crop Resource Networks* dell'*International Plant Genetic Resources* (Ipgr), in qualità di membro del *Wheat Working Group*. Ciò in considerazione del lavoro che la Sezione svolge per la valorizzazione del germoplasma delle specie *Triticum*.

Nel 2004 la Sezione è stata coinvolta dal *British Cereal Export* del *Home Grown Cereal Authority* (Hgca) nell'attività di classificazione qualitativa delle varietà inglesi di frumento tenero.

Nel 2007, nell'ambito della collaborazione con il DiStam (Dipartimento di Scienze e tecnologie alimentari e microbiologiche) dell'Università degli Studi di Milano ed in particolare con Maria Ambrogina Pagani, docente di Tecnologia dei cereali, è stato realizzato un impianto di micro-pastificazione sperimentale. I macchinari sono di proprietà del DiStam, mentre la Sezione ha messo a disposizione un locale appositamente adattato ad ospitare gli stessi ed ha collaborato nelle indagini sulla qualità delle paste.



Inaugurazione del pastificio sperimentale, con M. Ambrogina Pagani che illustra l'impianto

La maggior parte delle ricerche effettuate durante la direzione Boggini seguono essenzialmente il fine specifico della Sezione, vale a dire il miglioramento genetico del frumento tenero, sulla scia di quanto iniziato da Forlani, attraverso l'utilizzazione delle risorse genetiche presenti nel genere *Triticum*, avvalendosi anche di tecniche avanzate per la caratterizzazione e la selezione di genotipi superiori e di approcci di miglioramento innovativi, in grado di incrementare la frequenza e l'efficienza di pool genetici<sup>(39)</sup> rispondenti alle esigenze di tutta la filiera.

Di seguito si riportano i risultati, di maggiore interesse, conseguiti nell'ambito delle ricerche svolte.

### **Approfondimento sulle conoscenze molecolari delle glutenine**

Nell'ambito di tale attività è stato approfondito, in modo particolare, lo studio della frazione gluteninica a basso peso molecolare (*Low Molecular Weight*, LMW).

Le ricerche effettuate mediante analisi molecolari, hanno permesso di identificare geni che codificano per alcune subunità gluteniniche LMW, responsabili dell'eccellente qualità della varietà Salmone.

Le analisi genetiche hanno altresì dimostrato la maggior variabilità genetica della frazione ad alto peso molecolare (*High Molecular Weight*, HMW) rispetto a quelle a basso peso molecolare e che le componenti gluteniniche spiegano gran parte della variabilità osservata per i principali parametri qualitativi del frumento tenero (Vacchino *et al.*, 2002).

### **Studi genetici sulla durezza del seme**

Lo studio di tale carattere si è incentrato sul complesso genetico che controlla il carattere. In particolare, la ricerca ha riguardato i due geni, *pinA* e *pinB*, che producono un gruppo eterogeneo di proteine, le friabiline, costituite da due complessi proteici denominati: puroindolina-a e puroindolina-b.

Tramite l'uso di specifici marcatori molecolari è stata evidenziata l'esistenza di diverse forme alleliche<sup>(40)</sup> dei geni *pin*; è stata verificata la corrispondenza delle determinazioni tecnologiche con la relativa base genetica; è stato identificato nel gene *pinA* il principale responsabile della durezza del seme.

Queste informazioni consentono di prevedere e modulare, mediante marcatori molecolari, la tessitura delle cariossidi nei processi selettivi di miglioramento genetico (Pogna *et al.*, 2002).

Queste proteine sono altresì risultate particolarmente interessanti per le loro proprietà antibatteriche e antifungine.

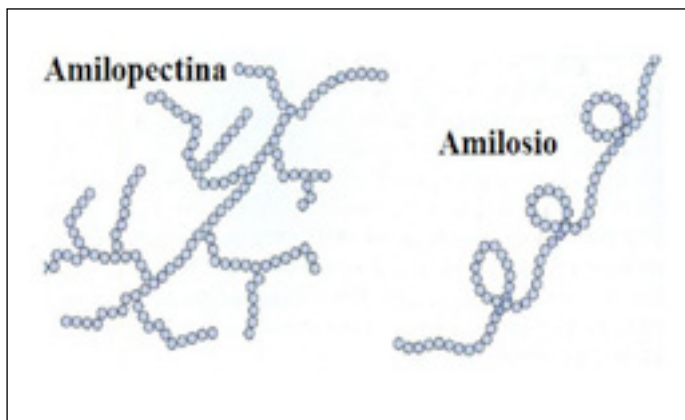
(39) Pool genetici: popolazione di linee portatrici di geni di interesse.

(40) Forme alleliche/Allele: una delle possibili forme assunte da un gene tra le due (dominante o recessivo) o più possibili.



## Studi genetici e tecnologici sulla qualità dell'amido

In collaborazione con il DiStam, è stata avviata una ricerca sull'amido al fine di correlare l'attitudine panificatoria con la viscosità dello stesso.



L'amido è costituito da due frazioni: amilosio (33%), di struttura lineare e amilopectina (77%), di struttura ramificata.

Nel germoplasma di frumento sono tuttavia note varietà con mutazioni geniche che provocano la riduzione della quota amilosio o

la sola sintesi dell'amilopectina.

Questo alterato rapporto comporta variazioni nella viscosità dell'amido, riconducibile ad una variazione della capacità dello stesso a legarsi con l'acqua.

I frumenti con la sola componente amilopectina sono denominati *waxy* e vengono impiegati in pasticceria e per la produzione dei *noodles* giapponesi (pasta simile agli spaghetti prodotta con un impasto di farina di frumento tenero a cui si aggiunge acqua ed eventualmente uova e con cui si creano dei fili di pasta di spessore variabile a seconda delle tradizioni locali), oltre al possedere proprietà dietetiche nell'alimentazione dei diabetici.

Essendo il carattere *waxy* del frumento tenero controllato da tre geni (uno per genoma: *wxA*, *wxB*, *wxD*), esistono anche varietà parzialmente *waxy* (con meno del 20% di amilosio) in cui uno o due dei geni non è attivo.

Le varietà di frumento tenero *waxy* sono quasi tutte di costituzione orientale e non idonee ai nostri ambienti culturali. Per tale motivo è stato avviato un programma di miglioramento per la costituzione di varietà *amylose-free* rispondenti alle nostre condizioni culturali. Mediante analisi biochimiche, sono state identificate vecchie varietà italiane parzialmente *waxy* (con un singolo gene attivo per tale carattere) che sono state utilizzate per valutare l'effetto del loro variato rapporto amilosio/amilopectina sulla lavorabilità degli impasti e sulla qualità del pane. Queste varietà sono state tra loro incrociate e nelle discendenze, tramite marcatori biochimici, sono state selezionate linee con due geni, che verranno utilizzate per l'ottenimento di varietà completamente *waxy*. Dalle prove di panificazione delle varietà parzialmente *waxy* è emersa la loro capacità di conferire una maggiore resistenza al raffermaimento del pane (Boggini *et al.*, 2001; Boggini *et al.*, 2003).

## Produzione di piante aploidi e di piante transgeniche<sup>(41)</sup> in frumento.

A proseguimento del programma, avviato dalla precedente direzione, sono stati effettuati studi per approfondire le conoscenze sui fattori coinvolti nella regolazione della rispondenza alla rigenerazione, da colture in vitro, di piante diaploidi. È stata dimostrata una forte influenza delle condizioni climatiche di allevamento delle piante da cui si preleva il materiale biologico da mettere in coltura, sul risultato atteso. La ricerca non ha tuttavia consentito di raggiungere risultati importanti, al pari di quanto avvenuto in altri Istituti stranieri, dove, dopo un periodo iniziale di entusiasmo, l'attività si è via via ridotta.

Relativamente al progetto di transgenesi, la Sezione ha rivolto maggiore attenzione alla identificazione del materiale più idoneo per ottenere le massime rese di rigenerazione. Il materiale più adatto si è rilevato il callo embriogenico<sup>(42)</sup> derivato da embrioni immaturi.

Gli esperimenti di trasformazione, condotti a partire dai calli embriogenici, sono stati effettuati presso la Sezione di maiscoltura di Bergamo, utilizzando il metodo biolistico<sup>(43)</sup>, per l'inserimento, in una varietà di frumento, di due geni in grado di indurre resistenza all'oidio e alla ruggine bruna ed un terzo gene per resistenza ad un erbicida selettivo. Le piante trasformate sono state valutate sia in cella, che in campo, evidenziando l'instabilità, con il susseguirsi delle generazioni segreganti, dei caratteri transgenici inseriti, fino alla completa scomparsa del complesso genico immesso.

La ricerca non è continuata a seguito delle disposizioni legislative emanate dal Governo italiano in merito alla introduzione in coltura delle piante geneticamente modificate (Ogm).

## Conservazione e valorizzazione del patrimonio genetico

Con l'obiettivo di conservare, caratterizzare, valorizzare e documentare la biodiversità del genere *Triticum*, la Sezione ha proseguito tale attività, concentrandosi nella valutazione delle costituzioni italiane del primo Novecento, con una particolare attenzione alle costituzioni di frumento tenero di Strampelli.

Nel volume "Origini, sviluppi, lavori e risultati", del 1932, Strampelli descriveva 77

(41) Transgenico: organismo nel quale sono stati inseriti, per mezzo di tecniche di biologia molecolare, geni provenienti da un altro organismo di specie diversa.

(42) Callo embriogenico: tessuto vegetale ottenuto da coltura in vitro su un substrato contenente elevate quantità di auxina. In tali condizioni le cellule perdono la loro memoria biologica e si limitano a crescere, formando un tessuto spugnoso, indifferenziato.

(43) Metodo biolistico: il gene che si vuole utilizzare per la realizzazione di piante transgeniche viene applicato sulla superficie di piccole sfere di tungsteno, che sono inserite su di un proiettile di plastica, il quale viene sparato, da uno speciale fucile, nelle cellule da trasformare. Lo sparo permette alle sfere, ricoperte dal gene, di introdursi nella cellula.

sue varietà di frumento tenero, 4 di frumento duro, 7 di orzo e 3 di mais definendole: «Le mie pubblicazioni, quelle a cui tengo veramente, sono i miei grani; non conta se essi non portano il mio nome, ma ad essi è e resta affidata la modesta opera mia, svolta nell'interesse della granicoltura del mio Paese».



Delle 77 varietà di frumento tenero ne sono reperite, ricorrendo alla collezione della Sezione ed a quelle di altri Istituti stranieri, solo 53. Su queste si è proceduto ad effettuare valutazioni morfologiche, agronomiche, qualitative, biochimiche e molecolari. I risultati complessivi di tale indagine hanno consentito di valorizzare ancora di più l'entità del grande lavoro svolto da Strampelli e di evidenziare maggiormente la grande variabilità genetica creata, mediante le sue numerose ibridazioni. Un'altra caratteristica emersa, mettendo a confronto le stesse varietà, provenienti da collezioni diverse, è stata la messa in evidenza della presenza di diversi biotipi al loro interno. Le differenze emerse sono, solo alcune, di tipo morfologico, mentre

parecchie sono state quelle evidenziate tramite analisi biochimiche (elettroforesi delle proteine) e molecolari. Ciò è verosimilmente da imputare alla non sempre completa uniformità delle varietà da Lui costituite e rilasciate, conseguentemente all'urgenza, di quell'epoca, di rendere al più presto disponibili, per la coltivazione, le sue varietà. I risultati delle indagini sulle varietà Strampelli sono stati presentati al 10° *International Wheat Genetic Symposium*, tenutosi a Paestum (SA) nel 2003 e raccolti in un cd-rom edito dall'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura, contenente anche la copia del volume di Strampelli sopra citato (Boggini *et al.*, 2004).

### Indagini sui danni provocati dalla cimice del grano

Le coltivazioni di frumento sono colpite anche da insetti. In Piemonte e Lombardia da alcuni anni si assiste ad attacchi da parte di cimici del grano (*Eurygaster maura* e *Aelia rostrata*). Sono degli eterotteri che creano danni non indifferenti alla coltura in quanto, pungendo la spiga, il culmo, le foglie, immettono nella pianta la loro saliva tossica, causando alterazioni a livello metabolico e riduzioni nelle rese. Quando la puntura avviene al seme, provoca notevoli danni alla qualità tecnologica della farina, con conseguenze che si manifestano solo durante il processo di panificazione.

Nel triennio 2001-2003 sono state condotte ricerche, in collaborazione con l'Istituto di Entomologia Agraria dell'Università degli Studi di Torino, allo scopo di rilevare

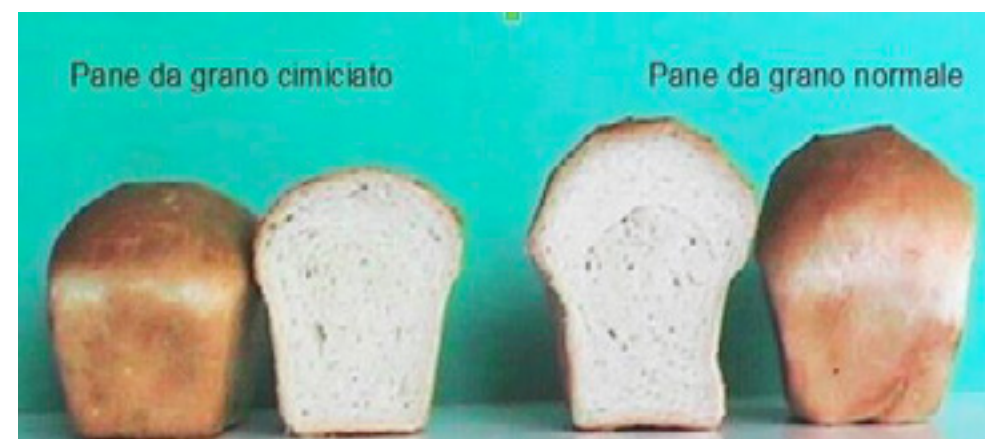
andamento e consistenza delle popolazioni di cimici nell'area piemontese, studiare i rapporti tra attività trofica delle cimici e alterazione chimica delle componenti del seme, definire strategie di difesa efficaci e a basso impatto ambientale, salvaguardare la qualità panificatoria e biscottiera della produzione di grano tenero.

Le ricerche svolte hanno dimostrato che *Eurygaster maura* è la specie più diffusa e abbondante in Piemonte. I danni a livello qualitativo, sono risultati associati a punture al seme, con iniezione di enzimi amilolitici<sup>(43)</sup>, a partire da circa 15-20 giorni dopo la spigatura, con punte massime di danno allo stadio di maturazione cerosa. L'individuazione del periodo critico in tale fase ha consentito di stilare linee guida che consigliano di effettuare l'eventuale difesa chimica solo nel caso di reale necessità (Corbellini *et al.*, 2001).



*Eurygaster maura*

Poiché il danno della cimice sulla qualità del frumento si manifesta solo quando, aggiungendo acqua alla farina, si attivano gli enzimi amilolitici, sono state messe a punto analisi diagnostiche (un test tecnologico ed uno biochimico) in grado di evidenziare il danno prima dell'utilizzazione (Vaccino *et al.*, 2004).



(43) Enzima amilolitico: causa la trasformazione dell'amido in zuccheri



## Miglioramento genetico per la riduzione degli input energetici nella coltivazione

In aggiunta a quanto già in atto nel programma tradizionale di miglioramento genetico, sono state realizzate diverse combinazioni di incroci per introdurre nel germoplasma italiano le resistenze alle avversità patologiche, onde evitare trattamenti chimici di difesa alle colture.

In particolare, per quanto riguarda la resistenza all'oidio, in collaborazione con l'Università della Tuscia di Viterbo, sono state ottenute, mediante reintroscio, linee di frumento tenero resistenti, portanti il gene *Pm13*, introgressato da *Triticum longissima* (2n=14, genoma S<sup>1</sup>). Tali linee sono state messe a disposizione dei costitutori privati per l'utilizzo nei loro programmi di miglioramento varietale (Reffo *et al.*, 2003).

Per quanto riguarda le ruggini, in collaborazione con la Sezione di Genetica applicata di Roma, sono state realizzate, sulle varietà Salgemma e Salmone, combinazioni di incrocio, secondo lo schema *pyramiding*, utilizzando varietà donatrici dei geni *Lr 37* per la resistenza alla ruggine bruna, *Yr 17* per la resistenza alla ruggine gialla e *Sr 38* per la resistenza alla ruggine nera. Ciò allo scopo di produrre popolazioni segreganti entro cui selezionare, utilizzando anche marcatori molecolari, linee resistenti a tutte e tre le ruggini che colpiscono il frumento.

## Cerealicoltura biologica

Il diffondersi del sistema colturale biologico ha reso necessario approfondire alcuni aspetti di tecnica agronomica di particolare importanza per l'ottenimento di produzioni soddisfacenti, di buona qualità ed immuni da contaminazioni chimiche e tossicologiche



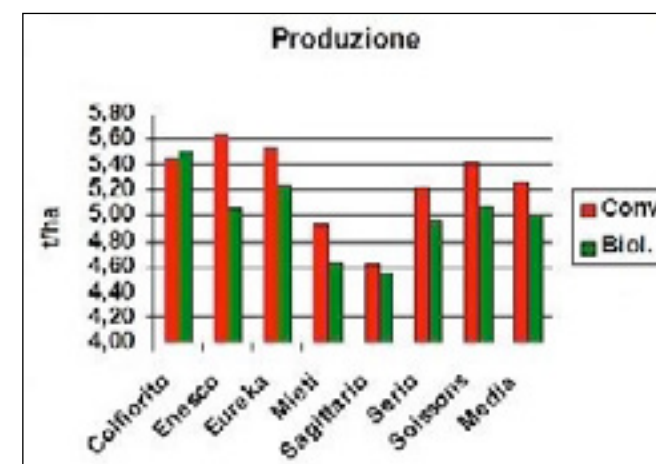
Campo prova biologico (foto Barabba Terno)

Per il frumento tenero, i principali aspetti da definire sono stati la scelta varietale, la disponibilità di semente biologica certificata, la concimazione organica, il controllo delle erbe infestanti e delle malattie fungine, nonché una adeguata organizzazione del post raccolta, stoccaggio in particolare.

La sperimentazione, condotta da Basilio Borghi aveva già evidenziato che non è necessario, come molti hanno proposto, il ricorso alle vecchie varietà, ritenute di maggiore rusticità e più adattabili a condizioni di *low-input* (Canevara *et al.*, 1994) e

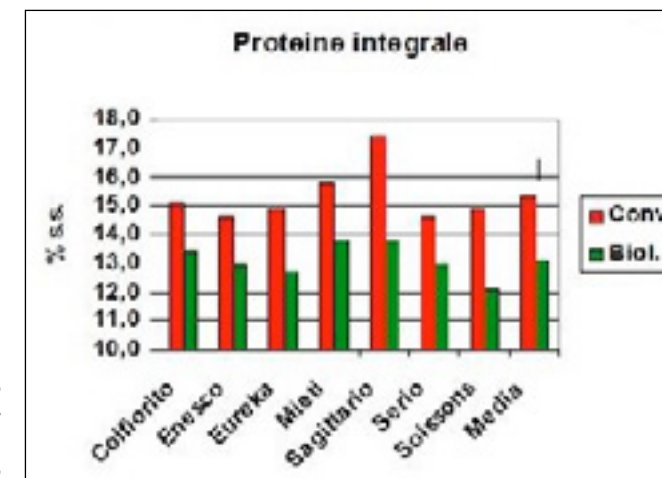
che le varietà di più recente costituzione sono in grado di fornire, in coltivazione biologica, rese simili o leggermente inferiori a quelle ottenibili con la coltivazione convenzionale.

La rete varietale condotta dalla Sezione, in più località, nell'ambito dello specifico progetto finalizzato, ha permesso di evidenziare che, facendo ricorso a varietà dotate di resistenza alle malattie fungine, è possibile ottenere rese soddisfacenti ed in alcuni casi simili a quelle ottenibili in coltivazione convenzionale.



Confronto tra rese produttive ottenute con il sistema colturale convenzionale, verso quello in sistema biologico

È invece emerso un peggioramento della qualità tecnologica, specialmente nelle varietà panificabili superiori, riconducibile ad un ridotto accumulo di proteine nella granella, causa una carenza di azoto assimilabile nei momenti critici della coltura (Perezin *et al.*, 2005).



Confronto tra contenuto proteico del seme ottenuto con il sistema colturale convenzionale, verso quello in sistema biologico



La riduzione del contenuto proteico della granella, emersa dalla sperimentazione, ha fatto affiorare uno dei principali problemi della coltivazione biologica: quello della concimazione azotata. Nel sistema biologico gli unici concimi ammessi sono quelli organici (letame, pollina, residui colturali, ecc.) che rendono disponibile l'azoto alla pianta solo a partire dalla tarda primavera.

Il problema è dovuto al fatto che il ciclo colturale del frumento copre periodi dell'anno in cui la mineralizzazione dell'azoto organico è molto limitata (periodo invernale) ed in ritardo rispetto al momento di massima richiesta della pianta (fase di levata<sup>(44)</sup>). È in questo momento del ciclo che la pianta ha maggiormente bisogno di azoto assimilabile, sia per far fronte allo sviluppo vegetativo, sia per accumulare azoto, che poi verrà traslocato nella granella in formazione (Boggini, 2006).

Relativamente al controllo delle infestanti, le sperimentazioni attuate hanno confermato che esistono poche soluzioni al problema. Risultati positivi sono raggiungibili solo attraverso un opportuno avvicendamento colturale e l'utilizzo di alcune tecniche agronomiche appropriate, quali ad esempio: variazione della densità di semina, uso di varietà a portamento prostrato, falsa semina, consociazione temporanea con leguminose, uso dell'erpice strigliatore (Perenzin *et al.*, 2001).

In un Convegno, organizzato dalla Sezione, nel 2005 a Sant'Angelo, sono stati presentati i risultati del primo biennio del Progetto Cerealicoltura biologica e sono state discusse le strategie da affrontare nel proseguimento del progetto.

#### ***Triticum monococcum*: un cereale modello per studi genetici e per una cerealicoltura a basso impatto ambientale**

Sulla base delle ricerche precedenti, è stato avviato un programma di miglioramento genetico che si propone la costituzione di varietà di monococco con caratteristiche agronomiche (precocità di maturazione, seme facilmente svestibile, resistenza all'allettamento e buona capacità produttiva) tali da essere coltivate in ambienti difficili (collina) o in condizioni di agricoltura a basso impatto ambientale.

Da tale programma è scaturita la varietà Monlis, dotata tra l'altro di ottime caratteristiche qualitative. La varietà, nel 2006, è stata iscritta al Registro varietale (Brandolini *et al.*, 2010).



Confronto fra pani di frumento tenero con pane della varietà Monlis

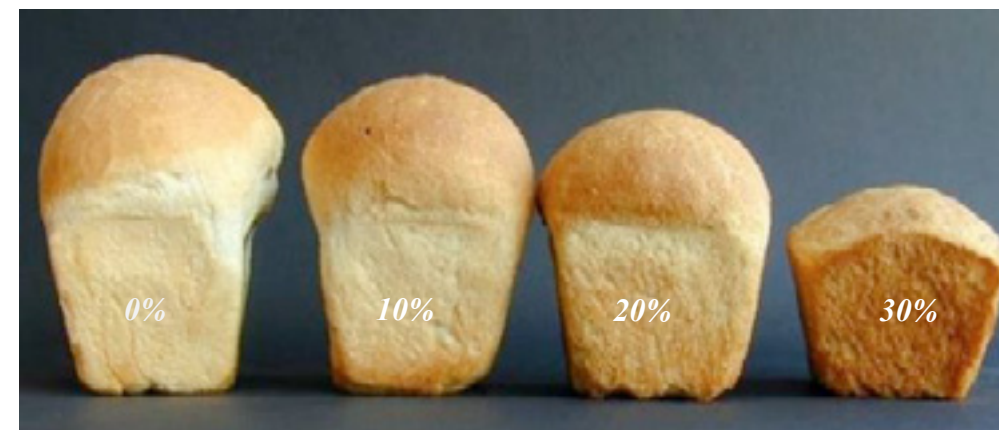
(44) Fase di levata: stadio in cui la pianta di frumento inizia l'allungamento in altezza del culmo.

Dal punto di vista genetico, in collaborazione con Salamini e Manfred Heun, dell'Università della Norvegia, è stata sviluppata una mappa genetica di questa specie, basata sulle informazioni ottenute mediante marcatori molecolari. Tale mappa è stata poi utilizzata, per la selezione assistita<sup>(45)</sup> per le caratteristiche agronomiche sopra enunciate (Brandolini *et al.*, 2006).

Un ulteriore studio ha riguardato le proteine di riserva del seme: in particolare è emersa una forte correlazione tra la presenza di tre componenti gluteniniche a basso peso molecolare e la qualità panificatoria (Corbellini *et al.*, 1999).

#### **Valorizzazione dell'utilizzo alimentare del grano saraceno**

Sono stati promossi incontri scientifico-divulgativi per mettere in contatto i diversi operatori della filiera e per favorire una conoscenza delle problematiche della coltura. In collaborazione con il DiStam sono state avviate ricerche volte all'utilizzazione dello sfarinato di grano saraceno, in miscela con il frumento, in panificazione e in pastificazione, al fine della produzione di alimenti funzionali (Pagani *et al.*, 2001).



Pane ottenuto con l'aggiunta di % diverse di grano saraceno

#### **Alimenti funzionali**

Gli alimenti funzionali sono prodotti che, oltre a soddisfare le normali aspettative organolettiche e nutrizionali, apportano chiari benefici alla salute umana, prevenendo disfunzioni alimentari grazie a particolari componenti, presenti nell'alimento, attivi dal punto di vista fisiologico.

Per quelli strettamente vegetali sono conosciute le funzioni benefiche al tubo digerente ed al sistema vascolare. È infatti noto che in alcune specie e varietà di cereali e di pseudo-cereali sono presenti principi nutritivi in grado di abbassare

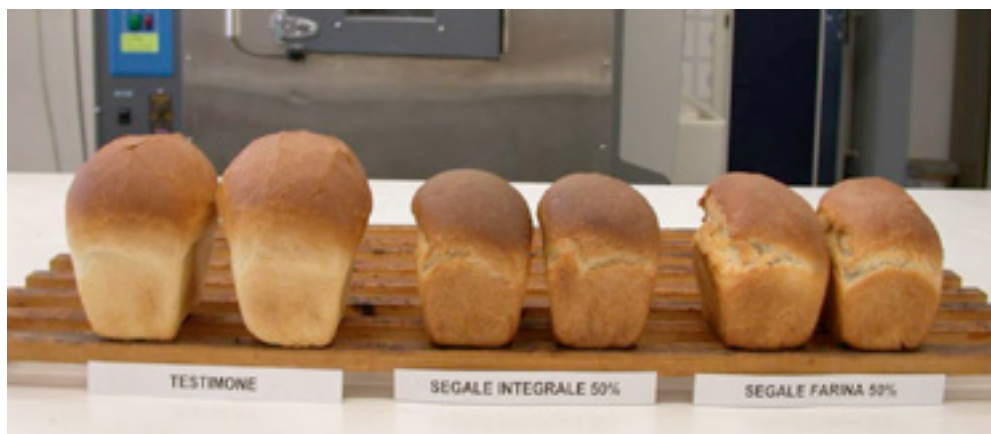
(45) Selezione assistita: scelta delle linee segreganti derivate da incrocio mediante l'uso di marcatori biochimici e molecolari.

le concentrazioni di glicemia e di colesterolo nel sangue e di esercitare quindi un'azione di prevenzione del diabete e delle malattie coronariche.

Da un punto di vista nutrizionale il frumento è un alimento con un valore energetico di circa 320 kcal/100g, che proviene per l'80% da carboidrati a lento assorbimento e per il 10% da proteine, il cui valore nutritivo non è tuttavia elevato, causa la ridotta quantità di amminoacidi essenziali (quelli che l'organismo non è in grado di sintetizzare da sé in quantità sufficiente e che quindi deve assumere con l'alimentazione), quali: lisina, triptofano e treonina, presenti nella granella. Per questi motivi e per la sua adattabilità alla lavorazione (impasto in particolare) il frumento rappresenta un alimento di base per la produzione di alimenti funzionali con aspetto gradevole per il consumatore.

In tale contesto la Sezione ha seguito la strada dell'arricchimento del contenuto in carboidrati a lento assorbimento (fibra), attraverso la produzione di pani multicerali, così come quella della selezione di frumenti "biofortificati" caratterizzati da un maggior contenuto di metalli utili (ferro e zinco) dal punto di vista nutrizionale.

Nel primo caso la ricerca ha riguardato l'individuazione di varietà di frumento tenero la cui farina sia in grado di dare impasti lavorabili e pani di bell'aspetto quando miscelata con altri cereali (orzo, mais e segale) o con pseudo-cereali (grano saraceno e amaranto<sup>(46)</sup>) (Cavallaro *et al.*, 2005). In particolare, la sperimentazione si è incentrata sull'utilizzo di miscele con farine di orzo, o di avena, o di amaranto, cereali a basso indice glicemico, essendo molto ricchi di fibre solubili, soprattutto di beta-glucani<sup>(47)</sup> e particolarmente indicate per il controllo della glicemia e del colesterolo.



*Pane prodotto con l'aggiunta del 50% di farina, integrale e raffinata, di segale*

(46) Amaranto: pseudo-cereale tipico del Perù. Con semi molto piccoli, ricchi di proteine e fibra.

(47) Beta-glucani: sono i maggiori componenti della frazione solubile della fibra.



*Cariossidi di frumento normale a confronto con cariossidi più scure "biofortificate"*

Nel secondo caso, invece, lo studio ha riguardato lo sviluppo di uno specifico programma di miglioramento genetico, volto alla creazione di varietà di frumento "biofortificato", con caratteristiche agronomiche idonee alla coltivazione nei nostri ambienti. L'attività è iniziata con la caratterizzazione morfologica, agronomica e qualitativa delle varietà reperite in collezioni mondiali, al fine di individuare i genotipi più interessanti da utilizzare per la costituzione di nuove varietà, idonee al nostro ambiente culturale.

Le qualità nutrizionali dei pani funzionali sono state valutate attraverso collaborazioni con altre Sezioni dell'Istituto e con il DiStam (Mariotti *et al.*, 2005).

#### **Classificazione qualitativa mediante spettroscopia<sup>(47)</sup>**

Il consolidarsi di un mercato granario differenziato in funzione della destinazione d'uso necessita di metodi di analisi qualitative rapide e di facile esecuzione.

Metodi che si sono resi disponibili attraverso l'uso della spettroscopia di trasmittanza nel vicino infrarosso (NIT), normalmente utilizzata nel campo della chimica analitica per la caratterizzazione dei materiali.

L'applicazione di tale tecnica alla



*Spettrofotometro*

(47) Spettroscopia: tecnica analitica che permette lo studio della struttura interna di atomi, molecole e solidi tramite l'analisi di spettri.

granella, o allo sfarinato integrale, è risulta particolarmente adatta alle esigenze dei primi segmenti della filiera, quali gli agricoltori e gli stoccatore, che operano al ricevimento del prodotto dal pieno campo, per lo più in condizioni molto lontane da quelle dei normali laboratori di analisi. La ricerca ha permesso di aggiungere, alle normali calibrazioni fornite dalle case produttrici dall'apparecchiatura per la determinazione dell'umidità e del contenuto proteico, anche la valutazione della durezza del seme e di un indice di qualità proteica (il volume di sedimentazione) (Corbellini *et al.*, 2004).

Ulteriori calibrazioni hanno altresì permesso, con l'utilizzo di analisi statistica multivariata, di ottenere modelli di calibrazione capaci di descrivere tutte le quattro classi qualitative di destinazione d'uso del frumento tenero: Frumenti di Forza, Panificabili Superiori, Panificabili e da Biscotto (Foca *et al.*, 2008).

### **Collaborazioni con le Regioni**

I rapporti con le Regioni italiane maggiormente interessate al frumento tenero erano già in atto da diversi anni attraverso la partecipazione alla rete nazionale di prove varietali. Con l'avvio del progetto - Sperimentazione Interregionale sui Cereali -, la collaborazione è diventata più fattiva specialmente con Lombardia, Piemonte, Emilia-Romagna e Marche.

Con le Marche era già in atto un progetto di ricerca triennale (1997-99) sulla qualità del frumento biologico.

Con la Lombardia, a partire dal 1999, è stata avviata una ricerca su alcuni aspetti agronomici e qualitativi del frumento tenero, poi proseguita nell'ambito del progetto - Grandi Colture - coordinato dall'Ente Regionale Sviluppo Agricolo e Forestale (Ersaf). Inoltre, è stato realizzato il progetto - Coltivazione biologica di cereali in Lombardia - a supporto delle attività che si stavano realizzando nell'ambito del progetto di Cerealcoltura biologica nazionale.

Con l'Emilia-Romagna la collaborazione è avvenuta tramite l'Associazione Interprofessionale Cerealcoltori (Assincer) con la realizzazione di attività (in particolare, il monitoraggio qualitativo del grano prodotto in Regione) a supporto della filiera frumento tenero.

Con l'insorgere della problematica della cimice del frumento, è stata attivata, come già ricordato, la collaborazione con la Regione Piemonte, per affrontare i vari aspetti produttivi, qualitativi ed economici che questa avversità provoca.

Negli ultimi anni della direzione Boggini, con D.L. n. 454 del 29.10.1999, i 22 Istituti di Ricerca del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali vengono raggruppati nel Cra (Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura) che diventa operativo solo a partire dall'ottobre del 2004, dopo l'approvazione dello Statuto, dei Regolamenti di Organizzazione e funzionamento e di Amministrazione

e contabilità. Durante questi 4 anni gli Istituti proseguono la loro attività come nel passato salvo che, invece di interfacciarsi con il Mipaaf, si interfacciano con il Cra. A parte le incertezze, dovute alla non piena attuazione di quanto previsto dal D.L., l'attività della Sezione è proceduta normalmente, seppure con un maggiore impegno della direzione nel garantire la copertura finanziaria al funzionamento della Sezione, tramite la partecipazione ai progetti in atto ed a quelli di nuova attuazione.

### **Le nuove riforme degli Istituti di Ricerca: la nascita prima del Cra, poi del Crea**

Con l'operatività della nuova organizzazione del Cra, i 22 Istituti vengono accorpati in 7 Centri di ricerca al cui interno operano delle Unità di ricerca.

L'Istituto Sperimentale per la Cerealcoltura, con sede in Roma, si sdoppia in Centro di ricerca per la Cerealcoltura, con sede a Foggia (nella ex Sezione) e Centro di ricerca per la genomica vegetale, con sede a Fiorenzuola d'Arda (nella ex Sezione). Al Centro di Cerealcoltura foggiano afferiscono quattro Unità di ricerca: Maiscoltura (Bergamo), Risicoltura (Vercelli), Valorizzazione qualitativa dei cereali (Roma) (che raggruppa in sé tutte le 4 ex Sezioni centrali) e quella di Sant'Angelo che diventa: Unità di ricerca per la selezione dei cereali e la valorizzazione delle varietà vegetali. Tale trasformazione comporta notevoli disagi allo sviluppo delle ricerche in atto, in quanto vengono ad affievolirsi le collaborazioni con le ex Sezioni e più problematica diventa la partecipazione a nuovi progetti di ricerca, dovendosi sempre più interfacciare con la Sede centrale del Cra. Inoltre, i costi di gestione dell'Unità diventano più gravosi, anche perché la stessa deve contribuire, con una quota dei finanziamenti dei progetti approvati, alla gestione della Sede centrale romana.

La situazione diventa ancora più complessa quando il Cra ingloba altri Istituti del Mipaaf: l'Ense, l'Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione (Inran) e l'Istituto Nazionale di Economia Agraria (Inea) e si trasforma, nel 2015, in Crea (Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'Economia agraria).

Nel 2017, il Crea attua una nuova riforma dei Centri di ricerca.

Con questa riorganizzazione il Centro di ricerca per la Cerealcoltura diviene Centro di ricerca per la Cerealcoltura e le Colture Industriali (sempre con sede a Foggia), a cui afferiscono le Unità di ricerca di Maiscoltura (BG) e Risicoltura (VC), mentre l'Unità di ricerca per la Valorizzazione qualitativa dei cereali (Roma) viene inserita nel Centro di ricerca per l'Ingegneria e le Trasformazioni agroalimentari di Roma. Quella di S. Angelo, invece, diventa Unità di ricerca accorpata al Centro per la Zootecnia e l'Acquacoltura, di Lodi, precedentemente denominato, con il Cra, Centro di ricerca per le Produzioni foraggere e Lattiero casearie, che a sua volta aveva inglobato gli ex: Istituto Sperimentale per le Colture foraggere e l'Istituto Sperimentale Lattiero-caseario, entrambi con sede a Lodi e la Sezione periferica dei bovini da latte di Cremona, dell'Istituto Sperimentale per la Zootecnia.





Spighe della varietà di frumento monococco Monlis



File spighe in selezione

## Le successive direzioni (2007-2018)

Dopo il collocamento a riposo, nel 2007, di Boggini, la direzione dell'Unità di ricerca santangiolina viene affidata, con incarico, alla dirigente di ricerca Maria Corbellini, che la manterrà sino al suo ritiro nel 2009. Successivamente la direzione viene affidata a Elisabetta Lupotto, già direttrice dell'Unità di ricerca di Risicoltura di Vercelli, che la manterrà per tutto il 2010 e, a seguito del suo trasferimento alla Sede Cra di Roma, alla direzione viene incaricato il dirigente di ricerca Maurizio Perenzin che manterrà l'incarico sino ad aprile 2017 quando, con la trasformazione del Cra in Crea, l'Unità di Sant'Angelo viene incorporata nel Centro di ricerca di Zootecnia e Acquacoltura di Lodi.

Nel corso di tali direzioni, Marzia Cattaneo viene collocata in quiescenza nel 2007, nel 2015 viene assegnata alla Sezione la ricercatrice Rosanna Marino che, nel 2016, viene trasferita al Centro di Lodi, mentre Patrizia Vaccino, nel 2017, viene trasferita all'Unità di Vercelli. Inoltre, in questo periodo vengono collocati in quiescenza o trasferiti ad altra sede alcuni tecnici, non più sostituiti da nuove assunzioni.

Nonostante la riduzione del personale, sia scientifico che tecnico, l'attività dell'Unità è proseguita sulla scia delle collaborazioni e dei progetti finalizzati già in atto e di quelli di nuova istituzione, tra i quali di un certo rilievo sono stati:

- Piattaforma di biotecnologie verdi e di tecniche gestionali per un sistema agricolo ad elevata sostenibilità ambientale. Finanziato dalla Regione Lombardia;
- Piano nazionale sementi biologiche. Finanziato dal Mipaaf;
- Interventi agronomici atti ad ottimizzare la disponibilità di azoto per la produzione eco-sostenibile di frumenti di qualità in agricoltura biologica. Finanziato dal Mipaaf;
- Percorso integrato per la produzione di frumento di alta qualità tecnologica e salutistica. Finanziato dalla Regione Piemonte.

Questi progetti, così come quelli non citati, hanno permesso di proseguire l'attività di miglioramento genetico del frumento tenero in atto e di ampliarla anche attraverso il ricorso a ibridazioni interspecifiche ed intergeneriche.

Tra queste ultime, di particolare interesse è stato l'utilizzo del grano villosa (*Dasyphyrum villosum*, graminacea spontanea affine alle specie *Triticum*,  $2n=14$ , genoma V) per costituire nuove varietà maggiormente adattabili alle tecniche colturali sostenibili (De Pace *et al.*, 2011), resistenti alle avversità fungine (Pasquini



Spiga di *Dasyphyrum villosum*

et al., 2011) e di migliore qualità (Vaccino et al., 2009).

Questa ricerca è stata condotta in collaborazione con Ciro De Pace, docente di Genetica agraria alla Facoltà di Agraria dell'Università della Tuscia di Viterbo e nel cui ambito, è stata costituita la varietà Salviter (classe Panificabile Superiore), derivata dall'incrocio: [(*T. durum* cv Modoc x *D. villosum*) x *T. aestivum* cv Chinese Spring], iscritta al Registro varietale nel 2014.



Spiga e seme della varietà Salviter

Nel 2018, è stata altresì iscritta al Registro varietale la varietà, di classe Panificabile, Salice, derivata dall'incrocio intervarietale Alcione x Nomade.

È continuata inoltre l'attività di valutazione agronomica e tecnologica della rete varietale nazionale, sia in coltura convenzionale (Caramanico et al., 2010), sia in coltura biologica (Perenzin et al., 2014).

Per quanto attiene al frumento tenero allevato in agricoltura biologica, l'attività si è concentrata anche sulla valutazione dell'efficacia di alcuni concimi organici.

Si è posta inoltre maggiore attenzione al problema della contaminazione della granella da micotossine, in particolare da deossinivalenolo. Questa tossina, nota come DON, è prodotta da una muffa, la fusariosi, che cresce sui cereali, in particolare sulla spiga e sulla granella. Il seme infetto è causa di effetti tossici all'apparato digerente. Oltre alla ricerca di varietà resistenti al parassita fungino, che provoca l'infezione, sono stati messi a punto percorsi produttivi per la prevenzione della contaminazione tossicologica (Blandino et al., 2009).

È pure proseguito il mantenimento e la riproduzione della collezione frumenti, grazie anche ai finanziamenti dei progetti:

- Risorse genetiche vegetali/Trattato Fao (Mipaaf);
- Conservazione biodiversità, gestione banche dati e miglioramento genetico (Mipaaf);
- Mantenimento di collezioni, banche dati ed altre attività di rilevante interesse pubblico (Mipaaf).

In questo contesto la caratterizzazione della collezione è stata arricchita dall'apporto delle conoscenze derivate dalle nuove tecniche genomiche ad alta definizione che, assieme all'analisi dei dati morfologici, agronomici e qualitativi ha consentito di evidenziare le variazioni che, con il passaggio dalle varietà più antiche a quelle più moderne, sono intervenute: una forte riduzione dell'altezza della pianta; l'anti-

cipazione dell'epoca di maturazione; la diminuzione della lunghezza della spiga, del numero di semi per spiga, del peso dei singoli semi, del contenuto proteico della granella; l'aumento della durezza del seme; l'incremento della qualità del glutine; oltre alla messa in evidenza di associazioni significative per alcuni caratteri, quali la durezza del seme, la forma della spiga ed il colore della cariosside (Laino et al., 2014; Ormoli et al., 2015).

L'attività di ricerca sul monococco è, invece, proseguita studiandone la sua diffusione in Europa in epoca preistorica, individuando e localizzando i geni responsabili del carattere rachide<sup>(48)</sup> fragile della spiga.

Sono state messe a punto le tecniche colturali per la sua reintroduzione in coltura (Brandolini et al., 2013) e, in collaborazione con Alyssa Hidalgo, docente di Tecnologie alimentari del DiStam, sono state ampliate le ricerche sugli aspetti qualitativi e nutrizionali (Hidalgo e Brandolini, 2014).

Dallo specifico programma di miglioramento genetico sono state inoltre selezionate linee adatte ad una moderna agrotecnica, due delle quali sono in corso di iscrizione con i nomi di Antenato e Monili.



Prove sperimentali parcellari

(48) Rachide: asse centrale della spiga su cui sono inserite le spighette che racchiudono il fiore e poi il seme.





*Trattamento con il gametocida per la produzione di ibridi F<sub>1</sub>*



*Panoramica aerea del campo sperimentale presso l'Azienda Belfuggito*

## Ricadute scaturite dalle ricerche effettuate

Di fronte alla descrizione delle ricerche svolte da “La genetica” santangiolina, iniziando da Forlani ad oggi, viene naturale chiedersi quali siano state le ricadute di un così ampio lavoro sull’agricoltura nazionale ed in particolare sulla granicoltura.

Dal punto di vista della costituzione varietale non c’è stato un sostanziale contributo in tale settore. Ciò è dovuto alla scelta politica, presa dall’Istituto di Cerealicoltura negli anni Settanta, di evitare una concorrenza alle attività di costituzione varietale, in frumento tenero, allora in atto in Italia, da parte di molte società sementiere private. Tuttavia, l’operato della struttura santangiolina è stato di grande aiuto alla costituzione privata, attraverso la messa a disposizione di materiale genetico dotato di caratteristiche agronomiche e qualitative maggiormente rispondenti alle innovative esigenze della cerealicoltura, di nuove tecniche di selezione (qualitative, fisiologiche, biochimiche, molecolari), di aggiornamento e formazione degli addetti alla selezione varietale, di predisposizione e svolgimento congiunto di progetti finalizzati.

Si deve inoltre alla struttura:

- la diffusione in Italia della coltivazione, ad iniziare con la varietà Salmone, di varietà di elevata qualità panificatoria (nel 2018, il 35% e l’11% della superficie italiana a frumento tenero erano rispettivamente destinati alla produzione di Frumento di Forza e di Frumento Panificabile Superiore), con la conseguente riduzione delle importazioni di grani di qualità dal Canada, dagli Usa e dall’Australia;
- l’introduzione di un mercato differenziato del frumento tenero, in funzione della destinazione d’uso (FF, FPS, FP, FB, FAU) e quindi di una valorizzazione, dal punto di vista economico, della qualità prodotta;
- l’identificazione e la correzione dei fattori tecnico-colturali responsabili delle variazioni qualitative della granella;
- l’ottimizzazione dell’agrotecnica in relazione all’impatto ambientale e alle caratteristiche sanitarie del prodotto;
- l’ampliamento delle superfici coltivate a frumento duro nell’areale settentrionale (attualmente circa 110.000 ettari);
- la reintroduzione in coltura e la rivalutazione, agronomica ed alimentare, di cereali minori, frumento monococco in particolare, e di pseudo-cereali, in grado di conferire agli areali difficili della penisola l’attuazione di coltivazioni economicamente più vantaggiose;
- tramite la rete di prove varietali si è data una svolta alla staticità italiana del ricambio varietale. Fino agli anni Settanta, il San Pastore è stato per oltre 40 anni la varietà più coltivata nel nostro Paese, anche se erano disponibili varietà più produttive, ma non note agli agricoltori. Tale ricambio ha consentito un significativo aumento delle



rese, garantito una migliore sostenibilità economica alla coltura e contribuito ad una sensibile intensificazione dell'attività sementiera;

- la collaborazione con l'industria molitoria ha permesso di valutare, in modo pratico, gli sviluppi delle ricerche sulla qualità del frumento ed altresì instaurare confronti e verifiche sui vari metodi di valutazione tecnologica (Alveografo Chopin<sup>(49)</sup>, Farinografo Brabender<sup>(49)</sup>, ecc):
- la collaborazione con il settore della panificazione ha invece contribuito, grazie all'uso di farine prodotte con grani di qualità, ad un ammodernamento del processo di panificazione ed in particolare ad evitare l'uso di additivi miglioratori della panificazione

Tutto questo lavoro è documentato dalle oltre 1000 pubblicazioni tecnico-scientifiche su riviste nazionali e straniere fatte dalla struttura, molte delle quali sono citate nelle bibliografie dei più importanti *reports* scientifici sul frumento.

Pubblicazioni che, oltre a mettere in evidenza le molteplici attività di ricerca svolte, rappresentano una valida testimonianza dell'impegno, della dedizione e del sacrificio che le dirigenze susseguitesi, gli sperimentatori, i contrattisti e borsisti laureati, i tecnici agricoli e di laboratorio, gli impiegati e gli operai agricoli fissi ed avventizi, hanno profuso, nei loro rispettivi ruoli, per far sì che questa eccellenza santangiolina contribuisse allo sviluppo di una più moderna ed efficace granicoltura.

Si pensi inoltre alle numerosissime partecipazioni, con presentazione di comunicazioni scientifiche, dei ricercatori della struttura, a convegni e congressi nazionali ed internazionali, agli incontri tecnici e convegni nazionali ed internazionali qui realizzati, ai tanti ricercatori italiani e stranieri ospitati, ai numerosi studenti che qui hanno svolto le loro tesi di laurea, alcuni dei quali oggi coprono ruoli dirigenziali di ricerca nell'industria agro-alimentare.



*Campo sperimentale a maturazione*

(49) Alveografo Chopin, Farinografo Brabender: entrambi misurano la forza che l'impasto, tramite il glutine, oppone all'azione meccanica dell'impastatrice prima e della lievitazione poi.

## Considerazioni conclusive

Al presente per "La genetica" santangiolina si prefigura un trasferimento di tutta la struttura a Lodi dove, verrà creato un unico polo di ricerca del Crea comprendente l'attuale sede del Centro di ricerca per la Zootecnia e l'Acquacoltura e le Unità di ricerca presenti sul territorio lodigiano: Sant'Angelo (ex Cerealicoltura), Montanaso (ex Orticoltura) e Tavazzano (ex Ense).

Una simile proposta era già stata avanzata, dai ricercatori presenti nel lodigiano, alla nascita del Cra, in quanto si riteneva indispensabile creare un maggiore sinergismo tra i ricercatori, favorire una migliore utilizzazione dei laboratori, delle attrezzature di campo e di tutti i servizi tecnici-amministrativi, allocati nel territorio.

Per "La genetica", il problema dell'unica sede del Centro per la Zootecnia e l'Acquacoltura sta nel fatto che, nella sua *mission*, non è prevista alcuna attività di ricerca sul frumento. Attività che, proprio in attuazione della riforma, in questi ultimi anni, è già stata in parte decentrata: la ricerca genomica viene svolta presso il Centro di Fiorenzuola, mentre la collezione frumenti è stata trasferita all'Unità di Riscicoltura di Vercelli. Ma tutto il resto: materiale genetico in selezione, laboratori, impianto di macinazione e di panificazione, ecc., dove verranno allocati? Chi svolgerà le attività sperimentali e dimostrative che l'Unità santangiolina da oltre ottanta anni porta avanti? Con questa decisione e con quella dell'ultima riforma del Crea, all'Unità santangiolina viene tolta quella vocazione per la quale era stata costituita nel lontano 1933: il miglioramento genetico, elemento fondamentale per il progresso della coltura del frumento tenero.

Coltura che, all'attualità, interessa, a livello nazionale, circa 537.000 ettari (dei quali il 70% nell'areale nord), con una produzione di circa 2,5 milioni di tonnellate e che rimane una coltura insostituibile per molti areali della nostra Penisola. Inoltre, la ricerca privata sul frumento tenero, negli ultimi anni è molto diminuita, a favore di quella sul frumento duro. In tale situazione stanno diventando sempre più numerose le varietà coltivate costituite in Paesi terzi, le cui Società sementiere stanno sempre più conquistando spazi sul mercato italiano.

La riforma del Crea non ha tenuto conto di queste esigenze, né dell'enorme massa di lavoro che la struttura santangiolina ha realizzato dalle sue origini ad oggi e che solo in parte si è cercato di riassumere con questo libro.

Per i santangiolini, come è già stato scritto, l'ex Sezione dell'Istituto Sperimentale di Cerealicoltura e la Fondazione Bolognini, sebbene siano due entità diverse, rimangono un'unica cosa: "La genetica". Per cui diventa d'obbligo domandarsi che fine farà la Fondazione?

Finché la Fondazione è stata sotto il controllo amministrativo dell'Istituto Spe-

rimentale la struttura ha sempre funzionato nel rispetto del suo Statuto.

Con la direzione Maggiore sono stati eseguiti importanti lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria del Castello e delle cascine, oltre ad instaurare un rapporto più collaborativo con gli Enti locali. Durante tale direzione, nel 1979, è stato realizzato, in collaborazione con la Facoltà di Agraria dell'Università di Milano, il Museo Lombardo di Storia dell'Agricoltura. La particolarità di questo museo, che lo differenzia da tutti i musei riguardanti l'agricoltura, è quella di un museo globale al cui interno sono illustrati la nascita e l'evoluzione della nostra agricoltura rapportata alle civiltà di tutto il mondo. Particolarmente interessante è il settore rivolto all'agricoltura lombarda che illustra i cicli della praticoltura, della cerealicoltura (frumento, mais e riso), la descrizione della stalla, del caseificio, delle botteghe del falegname-carraio, del fabbro-maniscalco e del sellaio.

Con la direzione Boggini, oltre alle normali manutenzioni ordinarie del Castello e del patrimonio immobiliare, si è provveduto ad una manutenzione straordinaria di parte degli immobili di Via Santa Cabrini e si sono avviate, ed in parte concluse, le procedure per portare alla conduzione diretta le aziende agricole di proprietà. Inoltre, nel 1983, è stato realizzato il Museo del Pane. Museo che si snoda in quattro sale: nella prima è illustrata la storia dei cereali; nella seguente sono esposti diversi attrezzi utilizzati nella filiera grano-farina; la terza, la più suggestiva, con vetrine in cui sono esposti oltre 500 tipi di pane delle varie regioni italiane, d'Europa e del mondo. Questi ultimi, raccolti dal *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (Fao) e provenienti dall'ex Museo del Pane creato a Roma negli anni Trenta da Strampelli. Nella rimanente sala sono collocate le impastatrici, i mastelli in legno per la lievitazione degli impasti, il bancone con gli attrezzi manuali per la formatura dei pani e la ricostruzione di un forno del primo Novecento.

Con Dalli si è avviata ed incrementata l'attività sementiera, con il potenziamento dell'impianto di selezione sementi, è stato restaurato l'immobile di Piazza Libertà ed i locali al piano terra della ex Scuola Arti e Mestieri, adibiti a nuovi spazi espositivi. Sono state avviate, anche grazie all'Associazione Amici del Castello, diverse iniziative culturali per valorizzare il maniero santangiolino. Inoltre, è stato predisposto un progetto che, oltre a mettere a norma di sicurezza tutto il Castello, prevedeva anche un nuovo impiego delle tante stanze ancora inutilizzate.

Purtroppo, con il passaggio della Fondazione al Cra la gestione della stessa, ed in particolare del Castello e dei suoi musei, subisce, a partire dal 2004, una brutta frenata. Nel 2007 il Castello, con Delibera del Consiglio di Amministrazione del Cra, viene chiuso al pubblico, per inadeguatezza degli impianti ai sistemi di sicurezza; Dalli lascia l'incarico di direttore; la direzione della Fondazione viene affidata in modo congiunto a Maria Siclari (responsabile dell'Ufficio Affari Legali del Cra a Roma) e Maria Corbellini (incaricata alla direzione dell'Unità di ricerca di Sant'Angelo).

Nel 2008, alla direzione viene incaricato Luigi Degano, ricercatore presso il Centro di ricerca per le Produzioni foraggere e Lattiero casearie di Lodi.

Nello stesso anno, grazie alla presenza nel Consiglio di Amministrazione della Fondazione di Boggini, in rappresentanza della Camera di Commercio di Milano e di Claudia Sorlini, preside della Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Milano, si riesce a smuovere parte degli ostacoli posti dal Cra e quindi a presentare progetti alla Regione Lombardia e alla Fondazione Cariplo per la messa a norma degli impianti di sicurezza del Castello e per un migliore utilizzo di alcuni locali, in particolare il Salone di Cavalieri e le sale adiacenti. I progetti, nel 2010 vengono approvati e finanziati e si dà avvio ai lavori previsti. Questi interventi sono stati in parte sostenuti anche dalla Provincia di Lodi, dal Comune di Sant'Angelo Lodigiano e dal presidente dell'Associazione Amici del Castello, Rocco Giannoni (Associazione che, purtroppo, causa l'impossibilità a continuare le proprie attività culturali ha cessato di operare).

Con gli impianti a norma, il Castello riapre i suoi Musei, anche se la visita è attualmente limitata a una/due domenica al mese, o a visite di gruppo organizzate, mentre i locali restaurati vengono utilizzati per ospitare esposizioni, mostre, convegni e banchetti nuziali.

L'attività sementiera si è molto ridotta e la Fondazione, grazie alla gestione diretta dei fondi agricoli ed il finanziamento di qualche progetto culturale e di funzionamento/manutenzione, riesce a sopravvivere. Sopravvivenza non troppo condivisa dagli Organi centrali del Cra, per i quali la Fondazione rappresenta un ostacolo alla gestione amministrativa dell'Ente di ricerca, al punto tale da deliberare, con Decreto n. 87 del 9 novembre 2015 del Commissario Straordinario del Cra, la "messa in disponibilità" del Castello e delle sue pertinenze.

Tutto ciò senza considerare, come ai suoi tempi aveva fatto l'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura, dei vantaggi che potrebbero derivare da una oculata utilizzazione di tutte le proprietà immobiliari della Fondazione e delle strutture in essa presenti, a supporto delle finalità di tutto il Cra.

Una possibile utilizzazione sarebbe stata quella di collocare il Centro di ricerca lodigiano presso uno dei fondi della Fondazione, con annesso una azienda in grado di ospitare tutte le attività sperimentali di campo, di allevamento zootecnico e di allestimento di attività dimostrative per gli agricoltori e per quanti interessati alle ricerche in atto. Senza poi considerare l'utilizzo della attuale sede dell'Unità di Via Forlani e delle sale del Castello per l'organizzazione di corsi di formazione e di aggiornamento tecnico.

Una simile proposta, tra l'altro perfettamente coerente con la denominazione data, dal Cra, alla ex Sezione: "Unità di ricerca per la selezione dei cereali e la valorizzazione delle varietà vegetali", era stata avanzata in passato ed anche presa in



considerazione in una delle prime proposte di riforma sviluppate dal Crea, nella quale si ipotizzava la creazione in S. Angelo di un Centro di ricerca cerealicola, che riunisse in sé le ricerche su frumento, orzo, mais, riso e cereali minori, in atto nel nord Italia. Purtroppo, la proposta non ha avuto seguito.

Nella attuale situazione, salvo clamorosi ripensamenti, il futuro de “La genetica” e del Castello, non sarà più come quello descritto nelle pagine precedenti.

Un ulteriore simbolo della città, con fama anche al di fuori dei confini nazionali, verrà a mancare, per cui non si può far altro che concludere dicendo: a Sant'Angelo c'era una volta “La genetica”.



Museo dell'Agricoltura: la bottega del falegname-carraio



Museo del Pane: la sala con gli attrezzi utilizzati per la coltivazione del grano e la sua trasformazione in farina. Al centro il trebbiatoio ideato e realizzato dal Conte Bolognini.

## Bibliografia

- Baldacci, E., Forlani, R. *Ricerche su varie razze di cereali spontanei e coltivati in relazione ad attacchi di Claviceps purpurea*. Genetica Agraria, 2, 1948; pp. 73-84
- Bianchi, A. *Miglioramento genetico del grano duro per l'Italia settentrionale: Conte Morando Bolognini, Lambro e Belfuggito, tre recenti costituzioni risultanti da lungo e ampio lavoro di ibridazione e selezione*. Annali Istituto Sperimentale Cerealicoltura, IV, 1973; pp. 113-122
- Bianchi, A. *Roberto Forlani (1902-1953)*. Annali Istituto Sperimentale Cerealicoltura, VIII, 1977; pp. 159-161.
- Blandino, M., Reyneir, A., Pascale, M., Haidukowski, M., Corbellini, M., Plizzari, L., Mazzieri, G., Scudellari, D. *Percorsi produttivi per la prevenzione della contaminazione da deossinivalenolo nel frumento tenero*. Quaderni de “I Georgofili”, 4, 2010; pp. 105-119
- Boggini, G. *Effects of cytoplasm and restorer genes on fertility of hybrid wheats (T. aestivum)*. Genetica Agraria, 3-4, 1975; pp. 309-315
- Boggini, G. 1978. *Uno sguardo all'evoluzione varietale del frumento*. L'Informatore Agrario, 44, 1978; pp. 3503-3508
- Boggini, G. *Panificabilità del grano duro*. In: II Giornate Internazionali sul Grano Duro. Monografia di Genetica Agraria, VII, 1986; pp. 407-416
- Boggini, G. *Prodotti biologici: esame delle caratteristiche qualitative (tecnologiche e nutrizionali) dei cereali a paglia*. Atti Società Agraria di Lombardia, III serie, Fasc. 3-4, 2006; pp. 35-51
- Boggini, G., Scafati, M.C. *Ristorazione della fertilità in linee maschiosterili: confronto tra ristoratori*. Annali Istituto Sper. Cerealicoltura, III, 1972; pp. 85-96
- Boggini, G., Nilsson G. *Correlation between prediction tests and baking quality in winter wheat*. Cereal Research Comm., 1, 1976; pp. 309-315
- Boggini, G., Borghi, B. *Ereditabilità del tenore in cenere della cariosside in Triticum durum*. Sementi Elette, 1, 1977; pp.15-21
- Boggini, G., Dal Belin Peruffo, A., Mellini, F., Pogna, N.E. 1987. *Storage protein composition, morphophysiological and quality characters of 24 old durum wheat varieties from Sicily*. Rachis, 6, 1987; pp. 30-35
- Boggini, G., Borghi, B., Cattaneo, M., Corbellini, M., Perenzin, M., Wittmer, G. *Frumenti*. In “Genetica dei Cereali”, Edagricole, Bologna, 1989; pp. 465-526
- Boggini, G., Cattaneo, M., Paganoni, C., Vaccino P. *Genetic variation for waxy proteins and starch properties in Italian wheat germplasm*. Euphytica, 119, 2001; pp. 111-114
- Boggini, G., Empilli, S., Corbellini, M., Lucisano, M., Pagani, A.M. *Biochemical and*

*technological evaluation of partially-waxy Italian bread wheat (Triticum aestivum) genotype*. Proc. "From Biodiversity to Genomics: Breeding Strategies for Small Grain Cereals in Third Millennium". Eds. C. Marè, P. Faccioli, A.M. Stanca, 2003; pp. 352-356

Boggini, G., Cattaneo, M., Corbellini, M., Perenzin, M., Brandolini, A. *Le varietà di frumento tenero costituite da Strampelli*. Cd-rom n. 8. Documentazione Cerealicola, Vol. II, 2004

Borasio, E. *Classificazione merceologica del frumento tenero con indici di qualità*. Agricoltura, 9, 1977; pp. 59-61

Borghi, B. *Fisiologia e miglioramento genetico dei cereali*. Agricoltura e Ricerca, 12, 1990; pp. 79-84

Borghi, B. *Il ruolo della rete nazionale di campi sperimentali nella scelta varietale italiana*. In "Dal grano alla pasta". Ed. Ranieri, R. e Romano, R. Premio Barilla, 1996; pp. 49-52

Borghi, B., Bonali, F., Boggini, G. *Induction of male sterility in wheat with Ethephon for hybrid seed production*. Proc. "4th Int. Wheat Genetic Symposium", Missouri Agricultural Experm. Sta. Columbia, 1973; pp. 337-343

Borghi, B., Boggini, G., Corino, L. *Breeding for quality in common wheat. I° early selection in F<sub>2</sub> and F<sub>3</sub> generations*. Cereal Research Comm., 3, 1975; pp. 205-214

Borghi, B., Boggini, G. *Frumento tenero: Aspetti genetici del miglioramento qualitativo*. L'Italia Agricola, 7-8, 1978; pp. 59-81

Borghi, B., Boggini, G., Cattaneo, M., Corbellini, M., Pogna N.E., Dalli, A., Bianchi, A. *Salmon: il primo grano di forza italiano*. Sementi Elette, 6, 1985; pp. 3-6

Borghi, B., Perenzin, M. *Possibilità di produrre ibridi F<sub>1</sub> mediante l'impiego di agenti chimici in grado di indurre la sterilità maschile*. Agricoltura e Ricerca, 9, 1990; pp. 133-144

Borghi, B., Bonali, F. *Il grano saraceno una coltura da reintrodurre in Italia*. L'Informatore Agrario, 35, 1993; pp. 49-51

Borghi, B., Perenzin, M. *Diallel analysis predict heterosis and combining ability for grain yield components and bread-making quality wheat (T. aestivum)*. Theoretical Appl. Genetics, 89, 1994; pp. 957-981

Bozzini, A., Rusmini, B. *Il Frumento – Miglioramento genetico*. Trattato di Genetica Agraria Speciale. Ed. Edagricole, 1972; pp. 61-99

Brandolini, A., Vaccino, P., Boggini, G., Ozkan, H., Lilian, B., Salamini, F. *Quantification of genetic relationship among A genomes of wheats*. Genome, 49, 2006; pp. 297-305

Brandolini, A., Perenzin, M., Vaccino, P. *Monlis, varietà di farro monococco adatta alla panificazione*. Dal seme, 10, 2010; pp. 16-18

Brandolini, A., Hidalgo, A., Pogna, N.E., Geminati, R. *MonICA - a model project for einkorn reintroduction*. 16th Conference of the Inter. Work Group for Paleobotany, Thessaloniki, Greece, 2013; pp. 212-220

Canevara, M.G., Romani, M., Corbellini, M., Perenzin, M., Borghi, B. *Evolutionary trend of morphological, physiological, agronomical and qualitative traits in Triticum aestivum L. cultivars in Italy since 1990*. European Journal of Agronomy, 3, 1994; pp. 175-185

Caramanico, R., Ormoli, L., Canestrone, R., Corbellini, M. *La qualità del frumento tenero nel periodo 2004/2008*. Tecnica Molitoria, 61, 2010; pp.1174-1192

Castagna, R., Borghi, B., Di Fonzo, N., Heun, M., Salamini, F. *Yield and related traits of einkorn (T. monococcum spp.) in different environments*. Australian Journal Agric. Reserchs, 3, 1995; pp. 371-378

Cattaneo, M., Qiao, Y.M., Pogna, N.E. *Androgenesis response: gene location in wheat with or without rye-wheat translocations*. Ann. Wheat N.L., 39, 1993; pp.192-201

Ceccarelli, S., Grando, S. *Decentralized participatory plant breeding: an example of demand driven research*. Euphytica, 155, 2007; pp. 349-360

Ciaffi, M., Paolacci, A.R., Umana, E., Tanzarella, O.A., Corbellini, M., Borghi, B., Porceddu, E. *Effetti delle elevate temperature sulla composizione proteica e qualità tecnologica dei frumenti*. In: "Prospettive di una moderna cerealicoltura alle porte del terzo millennio. VI Giornate Internazionali sul Grano Duro" – Foggia, 1998; pp. 141-165

Corbellini, M. *La valutazione dell'hardness nei frumenti teneri*. Molini d'Italia, 12, 1996; pp. 37-40

Corbellini, M., Canevara, M.G., Mazza, L., Ciaffi, M., Lafiandra, D., Borghi, B. *Effects of the duration and intensity of heat shock during grain filling on dry matter and protein accumulation, technological quality and protein composition in bread and durum wheat*. Australian Journal of Plant Physiology, 24, 1997; pp. 245-260

Corbellini, M., Empilli, S., Vaccino, P., Brandolini, A., Borghi, B., Heun, M., Salamini, F. *Einkorn characterization for bread and cookie production in relation to protein subunit composition*. Cereal Chemistry, 5, 1999; pp. 727-733

Corbellini, M., Vaccino, P., Boggini, G., Spina, A. *La cimice del grano: manifestazioni e danni arrecati alla coltura*. Tecn. Molitoria, 8, 2001; pp. 743-747

Corbellini, M., Sgrulletta, D., Empilli, S., Pioltini, L., Boggini, G. *La spettrometria nel vicino infrarosso per la qualificazione del frumento*. Atti Simposium "Spettrometria nel vicino infrarosso". Lodi 15-16 giugno 2004

Corino, L., Boggini, G., Bonali, F., Borghi, B. *Breeding for quality in common wheat. II° response to selection in early generations*. Cereal Research Communications, 2,



1975; pp. 137-147

De Pace C., Vaccino P., Caceres, M.E., Corbellini, M. *Development of valuable wheat inbred lines through the introduction of Dasypyrum villosum germplasm in their pedigree*. Convegno per la presentazione dei risultati del progetto Frumigen, 2011; pp 121-136

Foca, G. et al. *Metodi rapidi di valutazione qualitativa del frumento tenero*. Tecnica Molitoria, 9, 2008; pp. 1027-1035

Forlani, R. *Ibridi Triticum-Aegilops*. Genetica Agraria, 1, 1947; pp. 237-253

Forlani, R. *Ibridi Triticum-Secale*. Genetica Agraria, 1, 1947b: pp. 335-343

Forlani, R. *La nuova genetica russa vista da un agronomo*. Bollettino dell'Agricoltura, Milano, n. 25, 1949, n.1, 1950

Forlani, R. 1949. *Ibridi di Triticum orientale x Agropyron glaucum e di Lutescens 062 x A. glaucum con diverse specie di Triticum, con Secale e con Aegilops*. Annali della Sperimentazione Agraria, 3, 1949; pp. 25-36

Forlani, R. *Alcuni allopoliploidi di Graminacee ottenuti con l'uso della colchicina*. Atti del Convegno di Genetica Agraria, Rieti, 1951

Forlani, R. *Proposta di revisione della specie del genere Triticum*. Symposia Genetica, III, 1951; pp. 403-408

Hidalgo, A., Brandolini, A. *Nutritional properties of einkorn wheat (Triticum monococcum L.)*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 94; 2014; pp. 601-612

Laino, P., Ormoli, L., Tondelli, A., Delbono, S., Barabaschi, D., Perenzin, M., Vaccino, P. *Association mapping in bread wheat: the case of an Italian collection*. Joint Eucarpia Cereal Section & ITMI Conference, Wernigero, Germany, 2014

Mac Key, J. *Species relationship in Triticum*. Proc. 2nd Wheat Genetic Symposium. Hereditas suppl, 2, 1966; pp. 235-275

Mariotti, M., Lucisano, M., Corbellini, M., Pagani, A.M. *Caratteristiche reologiche di impasti arricchiti con cereali ad alto valore funzionale*. Atti 6° Convegno Aistec, 2005; pp. 75-82

Ormoli, L., Costa, C., Negri, S., Perenzin, M., Vaccino, P. *Diversity trends in bread wheat in Italy during the 20th century assessed by traditional and multivariate approaches*. Scientific Reports 5: article number 8574, 2015; pp.7-14

Pagani, M.A., Lucisano, M., Empilli, S., Li, Z.X., Mariotti, M. *Use of buckwheat flour in bread-making*. In: Atti del Congresso mondiale sul grano saraceno, Consorzio Teglio Turismo, 2001

Perenzin, M., Corbellini, M., Accerbi, M., Vaccino, P., Borghi, B. *Bread wheat: F<sub>1</sub> hybrids performance and parental diversity estimates using molecular markers*. Euphytica, 100, 1998; pp. 273-279

Perenzin, M., Molinaro, G.F., Corbellini, M., Boggini, G. *Caratterizzazione agronomica e qualitativa di varietà di frumento tenero allevate utilizzando l'agrotecnica convenzionale in ambienti collinari*. Sementi Elette, 3, 2003; pp. 29-34

Perenzin, M., Vaccino, P., Notario, T., Boggini, G. *Nuove cultivar sempre più adatte alle esigenze del biologico*. L'Informatore Agrario, 37, 2005; pp. 36-40

Perenzin, M., Notario, T., Brandolini, A., Vaccino, P. *Rete nazionale frumento tenero 2013: le varietà migliori per il biologico*. Dal Seme, 9, 2014; pp. 31-38

Pogna, N.E., Boggini, G., Corbellini, M., Cattaneo, M., Dal Belin Peruffo, A. 1982. *Association between gliadin electrophoretic bands and quality in common wheat*. Canadian. Journal Plant Science, 62, 1982; pp. 913-918

Pogna, N. E. et al. *Basi genetiche e biochimiche del miglioramento dei grani: qualità delle paste e attitudine panificatoria*. Agricoltura e Ricerca, 109, 1990; pp. 41-52

Pogna, N., Gazza, L., Corona, V., Zanier, R., Niglio, A., Mei, M., Palumbo, M., Boggini, G. *Puroindolines and kernel hardness in wheat species*. In "Wheat quality elucidation: the Bushuk Legacy". Eds. Perry K.W, Ng and Colkin W. Wrigley, 2002

Redaelli, R., Pogna, N.E., Biancardi, A.M. *Identificazione varietale in frumento tenero tramite elettroforesi*. Sementi Elette, 3, 1993; pp. 39-40

Reffo, G.; Corbellini, M.; Bruschi, G.; Brandolini, A. *Marker assisted introgression of the Pm13 powdery mildew resistance gene in Italian bread wheat cultivars*. Proc. Tenth International Wheat Genetics Symposium, 2003; pp 801-803

Rusmini, B. *Contributo della Stazione Fitotecnica di S. Angelo Lodigiano al miglioramento genetico del frumento nell'ultimo decennio*. Bollettino dell'Agricoltura, 3, 1966; pp. 3-19

Rusmini, B. *Una prova su ibridi F<sub>1</sub> di frumento*. Sementi Elette, 2-3, 1967; pp. 2-7

Vaccino, P., Redaelli, R., Metakovsky, E.V., Borghi, B., Corbellini, M., Pogna, N.E. *Identification of novel Low Mr glutenin subunits in the high-quality bread wheat cv Salmone and their effects on gluten quality*. Theoretical and Applied Genetics, 105, 2002; pp. 43-49

Vaccino, P., Corbellini, M., Curioni, A., Zoccatelli, G., Migliardi, M., Tavella, L. *Relationships between timing of Eurygaster maura attacks and gluten degradation in two bread wheat cultivars*. Proc. "8th Gluten Workshop", 2004; pp. 425-428

Vaccino, P., Coppa, T., Corbellini, M., De Pace, C. *Dasypyrum villosum as a useful source of genes for wheat quality improvement*. Planet Genetic Resources for Food and Agriculture. Congress Inter. Roma (5-6 Nov. 2009), 2011



*Laboratorio di panificazione*



*Mietitrebbie parcellari (foto Emilio Uccellini)*

## Indice

Prefazione .....	5
Premessa .....	7
Introduzione .....	9
Le prime attività della Stazione Fitotecnica .....	13
Le ricerche di Roberto Forlani (1945-1953) .....	19
La reggenza di Bruno Rusmini (1953-1968) .....	33
La riforma degli Istituti di ricerca agraria .....	37
La direzione Fabbretti Scalfati (1978-1972) .....	39
Le ricerche di Basilio Borghi (1972-1998).....	41
Rete di prove varietali frumento tenero.....	43
Caratterizzazione della qualità tecnologica delle varietà coltivate ....	44
Miglioramento genetico della qualità panificatoria del frumento tenero.....	45
Approfondimento delle conoscenze biochimiche sulle proteine del seme .....	47
Effetti delle alte temperature sulla qualità del frumento .....	49
Sviluppo di un nuovo metodo per la produzione di ibridi F <sub>1</sub> .....	50
Sviluppo di popolazioni sintetiche di frumento tenero .....	51
Produzione di piante aploidi in <i>Triticum</i> spp.....	52
Studi fisiologici per ottimizzare la coltura del frumento tenero e per ridurre gli input energetici .....	53
Studi sul carattere durezza del seme .....	54
Valutazione agronomica e qualitativa per l'iscrizione al Registro varietale italiano delle nuove varietà di cereali a paglia.....	54
Prove varietali di frumento duro per il nord Italia e di cereali minori .....	55
Miglioramento genetico del grano duro per il nord Italia .....	55
Monitoraggio qualitativo del raccolto nazionale di frumento tenero.....	56
Conservazione del patrimonio genetico .....	56



<b>Il frumento diploide <i>Triticum monococcum</i>: un cereale per studi genetici, ma anche per impieghi alimentari</b> .....	56
<b>Reintroduzione in coltura del grano saraceno (<i>Fagopyrum spp.</i>)</b> .....	57
<b>Partecipazione a progetti di ricerca finalizzati</b> .....	58
<b>Le ricerche di Gaetano Boggini (1998-2007)</b> .....	61
<b>Approfondimento sulle conoscenze molecolari delle glutenine</b> .....	63
<b>Studi genetici sulla durezza del seme</b> .....	63
<b>Studi genetici e tecnologici sulla qualità dell'amido</b> .....	64
<b>Produzione di piante aploidi e di piante transgeniche in frumento. .</b> 65	
<b>Conservazione e valorizzazione del patrimonio genetico</b> .....	65
<b>Indagini sui danni provocati dalla cimice del grano</b> .....	66
<b>Miglioramento genetico per la riduzione degli input energetici nella coltivazione</b> .....	68
<b>Cerealicoltura biologica</b> .....	68
<b><i>Triticum monococcum</i>: un cereale modello per studi genetici e per una cerealicoltura a basso impatto ambientale</b> .....	70
<b>Valorizzazione dell'utilizzo alimentare del grano saraceno</b> .....	71
<b>Alimenti funzionali</b> .....	71
<b>Classificazione qualitativa mediante spettroscopia</b> .....	73
<b>Collaborazioni con le Regioni</b> .....	74
<b>Le nuove riforme degli Istituti di Ricerca: la nascita prima del Cra, poi del Crea</b> .....	75
<b>Le successive direzioni (2007-2018)</b> .....	76
<b>Ricadute scaturite dalle ricerche effettuate</b> .....	81
<b>Considerazioni conclusive</b> .....	83
<b>Bibliografia</b> .....	87



## QVADERNI DI STVDI LODIGIANI

### Volumi pubblicati

1. N. CUOMO DI CAPRIO - SARA SANTORO BIANCHI, *Lucerne fittili e bronzee del Museo Civico di Lodi* (1983).
2. A. CARETTA, *La lotta tra le fazioni di Lodi nell'età di Federico II (1199-1251)* (1983).
3. M. GROSSI, *Antonio Fissiraga signore di Lodi (1253 c.a. - 1237)* (1985).
4. A. PEVIANI, *Giovanni Vignati conte di Lodi e signore di Piacenza (1360 c.a. - 1416)* (1986).
5. A. BIANCHI - E. GRANATA, *Il perimetro urbano di Lodi negli interventi tra '700 e '800* (1988).
6. MARCELLA CRESPI - MONICA GELLARI - SANDRA GELMETTI, *Il complesso conventuale di San Domenico in Lodi (1990 - Esaurito)*.  
LUIGI SAMARATI, *FRANCO DELLA PERUTA, Napoleone e la Lombardia nel triennio giacobino (1796-1799)* (1997).
7. SARA POZZI, *Orfino da Lodi, De Regimine et sapientia potestatis (Comportamento e saggezza del podestà)* (1998).
8. ANGELO CERIZZA E ANGELO STROPPA, *Le riviste storiche fra coscienza nazionale e memoria municipale. Gli atti del convegno tenuto a Lodi il 10 maggio 2002* (2003).
9. LUIGI SAMARATI, *Francesco De Lemene (1634-1704). Gli atti del convegno tenuto a Lodi il 16 aprile 2004* (2005).
10. LUIGI SAMARATI, *Lodi tra il Barbarossa e la Lega Lombarda. Gli atti del convegno tenuto a Lodi l'8, il 15 e il 22 novembre 2008 per ricordare gli 850 anni della fondazione di Lodi* (2010).
11. MONJA FARAONI, *La collezione Maria e Richard Cosway a Lodi* (2011).
12. ANGELO STROPPA, *Il piumettin di tre colori* (2011).
13. FERRUCCIO PALLAVERA - ANGELO STROPPA, *Eia eia alalà. Il Lodigiano in camicia nera. 1922-2012: a novant'anni dalla marcia su Roma* (2012 - Tre edizioni - Esaurito).
14. ANGELO STROPPA, *Profumi e antichi sapori. Storia, curiosità e ricette della cucina lodigiana* (2014, Edizioni PMP - Seconda edizione).
15. FERRUCCIO PALLAVERA, *Il Duomo di Lodi dal barocco al romanico. Demolizioni, rifacimenti e restauri (1958-1966)* (2014, Edizioni PMP).
16. PIERLUIGI MAJOCCHI, *Gli ingegneri ducali a Lodi sotto il dominio sforzesco (1450-1480)* (2014, Edizioni PMP).
17. FERRUCCIO PALLAVERA - ANGELO STROPPA, *Il Piave mormorava. Il Lodigiano nella Prima Guerra Mondiale* (2015, Edizioni PMP).
18. ANTONIO CARDINALE, *L'economia del Lodigiano negli anni a cavallo della grande guerra. Caratteri originali e processi evolutivi* (2015, Edizioni PMP).
19. GIULIO MOSCA, *Cento anni di vita e di battaglie religiose e civili delle parrocchie del Lodigiano - I cattolici e il fascismo. Dal consenso generale all'opposizione. 1935-1943* (2016, Edizioni PMP).
20. MARIO G. GENESI, *Organi storici del Lodigiano. Percorso tra i monumenti organistici del territorio dagli Scritti d'Organaria di Luigi Salamina* (2017).
21. ERCOLE ONGARO, FERRUCCIO PALLAVERA, ANGELO STROPPA (a cura di), *Un popolo nella Grande Guerra. Atti del convegno storico (Lodi, 7 novembre 2015) con diari di guerra, ricordi e testimonianze di militari del Lodigiano* (2017, Edizioni PMP).
22. GIULIO MOSCA, *Cento anni di vita e di battaglie religiose e civili delle parrocchie del Lodigiano - I cattolici lodigiani nei giorni della Repubblica Sociale Italiana, della Resistenza, della Liberazione, della Democrazia - 1943-1948* (2017, Edizioni PMP).
23. FERRUCCIO PALLAVERA, *Cavenago d'Adda nel Medioevo* (2017, Edizioni PMP).



PMP Edizioni  
via Paolo Gorini, 34 - Lodi  
tel. 0371.544.400 - e-mail: [info@pmpedizioni.it](mailto:info@pmpedizioni.it) - web: [www.pmpedizioni.it](http://www.pmpedizioni.it)

seguici su:  

stampato nel mese di maggio 2019

Sollicitudo Arti Grafiche  
Soc. Coop. Sociale  
via Selvagreca - Lodi