

con
marche
bio
la nostra terra,
la tua casa



CERIS



Università degli Studi di Urbino
"Carlo Bo"



Progetto di macro filiera
regionale biologica -

**Misura 1.2.4, "Cooperazione
per lo sviluppo di nuovi
prodotti, processi e tecnologie"**

Cereali biologici di qualità

Scelta varietale ed interventi agronomici
per il miglioramento quanti-qualitativo e la
valorizzazione della produzione cerealicola biologica
marchigiana e dei prodotti derivati.



FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: **L'EUROPA INVESTE NELLE ZONE RURALI**



Unione Europea / Regione Marche
PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE 2007-2013



Unione Europea



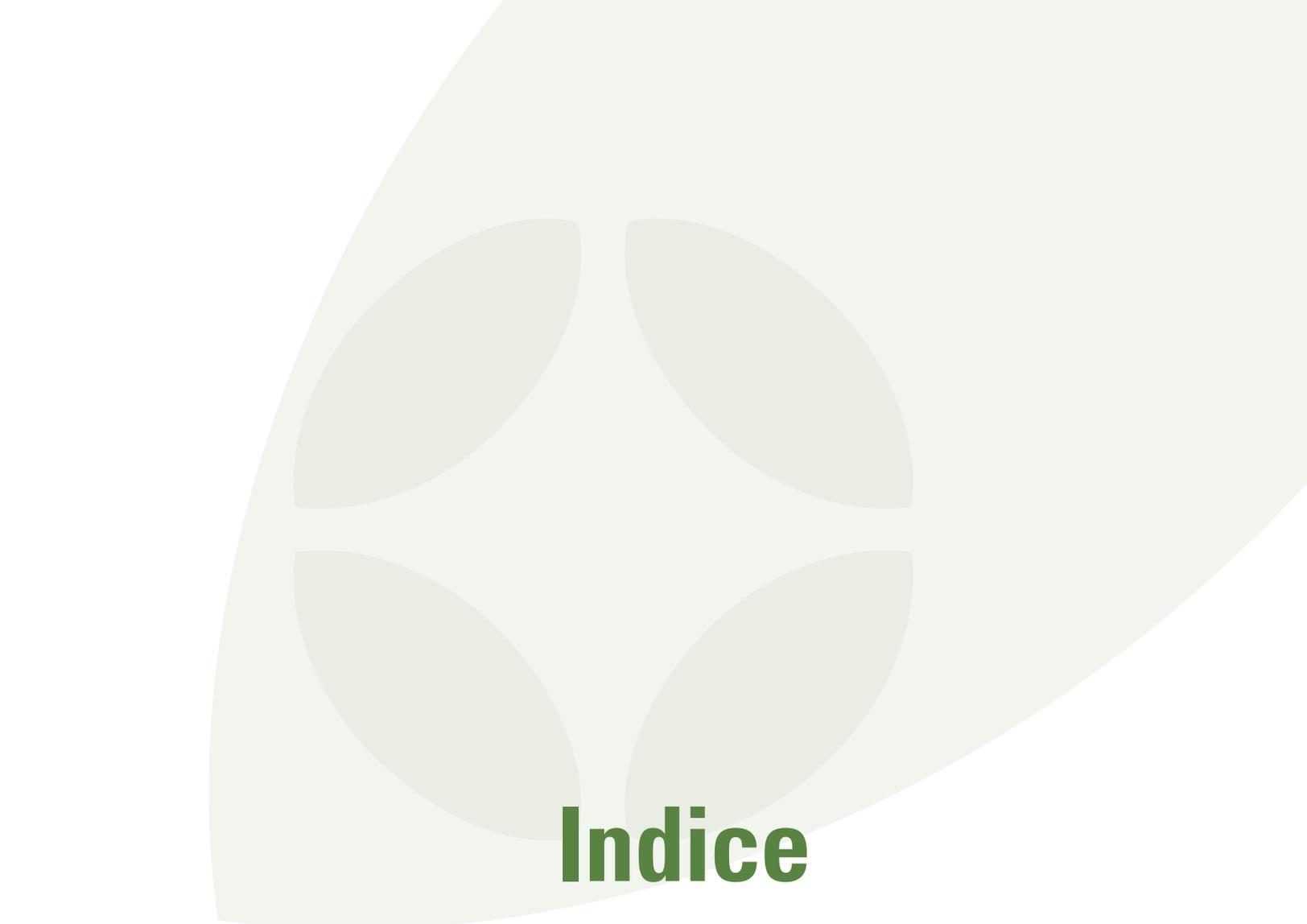
MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE
ALIMENTARI E FORESTALI





Cereali biologici di qualità

Scelta varietale ed interventi agronomici per il miglioramento quanti-qualitativo e la valorizzazione della produzione cerealicola biologica marchigiana e dei prodotti derivati.



Indice

Presentazione

1^ Monografia

Introduzione

Prime valutazioni delle performance di differenti varietà di frumento a confronto in biologico

09

2^ Monografia

Introduzione

Prime valutazioni degli effetti della precessione colturale e della tipologia di fertilizzanti su rese di frumento e fertilità del suolo in biologico

25

3^ Monografia

Introduzione

Qualità nutrizionali dei cereali in particolare dell'avena

47

Presentazione

La Regione Marche con gli interventi integrati di filiera ed in particolare con le filiere agroalimentari di qualità, definite macro-filiere, ha inteso promuovere, tra gli altri, lo sviluppo del comparto dell'agricoltura biologica attraverso l'organizzazione dell'offerta delle sue produzioni.

L'organizzazione e lo sviluppo delle filiere produttive costituisce un passaggio evolutivo che favorisce la maturazione e il miglioramento della competitività di un comparto ancora molto frammentato e formato prevalentemente da unità produttive di piccola dimensione.

I prodotti biologici regionali hanno una significativa diffusione su tutto il territorio, ma non conseguono sempre adeguati riconoscimenti dal mercato in termini di prezzo di vendita, pur se il prodotto di qualità e bio risponde ad una domanda alimentare crescente.

Nel pacchetto delle misure previste dagli interventi di filiera è contemplata anche la misura 124 che intende incoraggiare la cooperazione tra agricoltori, l'industria alimentare, l'industria di trasformazione delle materie prime, esecutori della ricerca ed altri partner, al fine di garantire che i settori agricolo, alimentare e forestale si avvantaggino delle opportunità offerte dal mercato, attraverso lo sviluppo di nuovi prodotti, processi di lavorazione e tecnologie.

Questa pubblicazione rappresenta il primo lavoro di sintesi dei risultati ottenuti con la citata misura 124 nei progetti di filiera.

Il Consorzio Marche Biologiche, cogliendo le opportunità offerta dal PSR Marche 2007/2013, si è proposto, in qualità

di capofila del progetto di macrofiliera regionale biologica, di facilitare il raggiungimento degli scopi mutualistici delle cooperative socie, nonché di valorizzare le produzioni agricole biologiche della Regione Marche, favorendo la riorganizzazione dei sistemi d'impresa a livello di filiera per diversificare e migliorare la qualità in relazione alle esigenze di mercato ed all'evoluzione dei consumi.

Nell'ambito di questa mission sono state sviluppate diverse attività, in particolare:

- lo studio, la realizzazione, l'esecuzione e il coordinamento di progetti di filiera finalizzati a stimolare la partecipazione degli agricoltori a sistemi di qualità (ai sensi dei regolamenti (CEE) 834/07 e 889/08 recanti norme che disciplinano l'agricoltura biologica), nonché a sviluppare processi organizzativi finalizzati ad ottenere una riduzione dei costi ed il miglioramento gestionale delle imprese partecipanti.

- la promozione di studi per la ricerca e la sperimentazione di nuove specie colturali e di nuovi prodotti e processi nel comparto agroalimentare biologico, nonché la realizzazione di studi e ricerche di mercato per la promozione di tale prodotti.

Considerata la particolare situazione dell'agricoltura biologica marchigiana che vede nella produzione dei cereali, sicuramente la produzione quantitativamente più significativa, tale da rendere economicamente sostenibile anche un piano di investimenti per la trasformazione e commercializzazione di tale produzione, il Consorzio Marche Biologiche di concerto con il CERMIS - Centro Ricerche e Speri-

mentazione per il Miglioramento Vegetale "N. Strampelli", l'Azienda Agraria "Pasquale Rosati" dell'Università Politecnica delle Marche - Facoltà di Agraria di Ancona e l'Università di Urbino - Dipartimento di Scienze Biomolecolari, hanno voluto promuovere, nell'ambito del Progetto di filiera regionale - Misura 1.2.4 "Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie", uno studio dal titolo "Cereali biologici di qualità: scelta varietale ed interventi agronomici per il miglioramento quanti-qualitativo e la valorizzazione della produzione cerealicola biologica marchigiana e dei prodotti derivati.

L'obiettivo generale del progetto è quello di migliorare e valorizzare la produzione di cereali biologici nelle Marche, attraverso l'individuazione e lo sviluppo di specie e varietà, a partire da frumento duro fino ad arrivare ai cereali minori come farro e avena, più adatte alle necessità della filiera e in grado di garantire buone performance produttive, il miglioramento della gestione della fertilità del suolo con l'affinamento delle tecniche agronomiche, ed uno sviluppo delle qualità degli alimenti da esse derivati.

Questo risultato sarà il frutto di tanti piccoli traguardi raggiunti in un triennio di sperimentazione che nel dettaglio dovrà permettere di raggiungere i seguenti obiettivi:

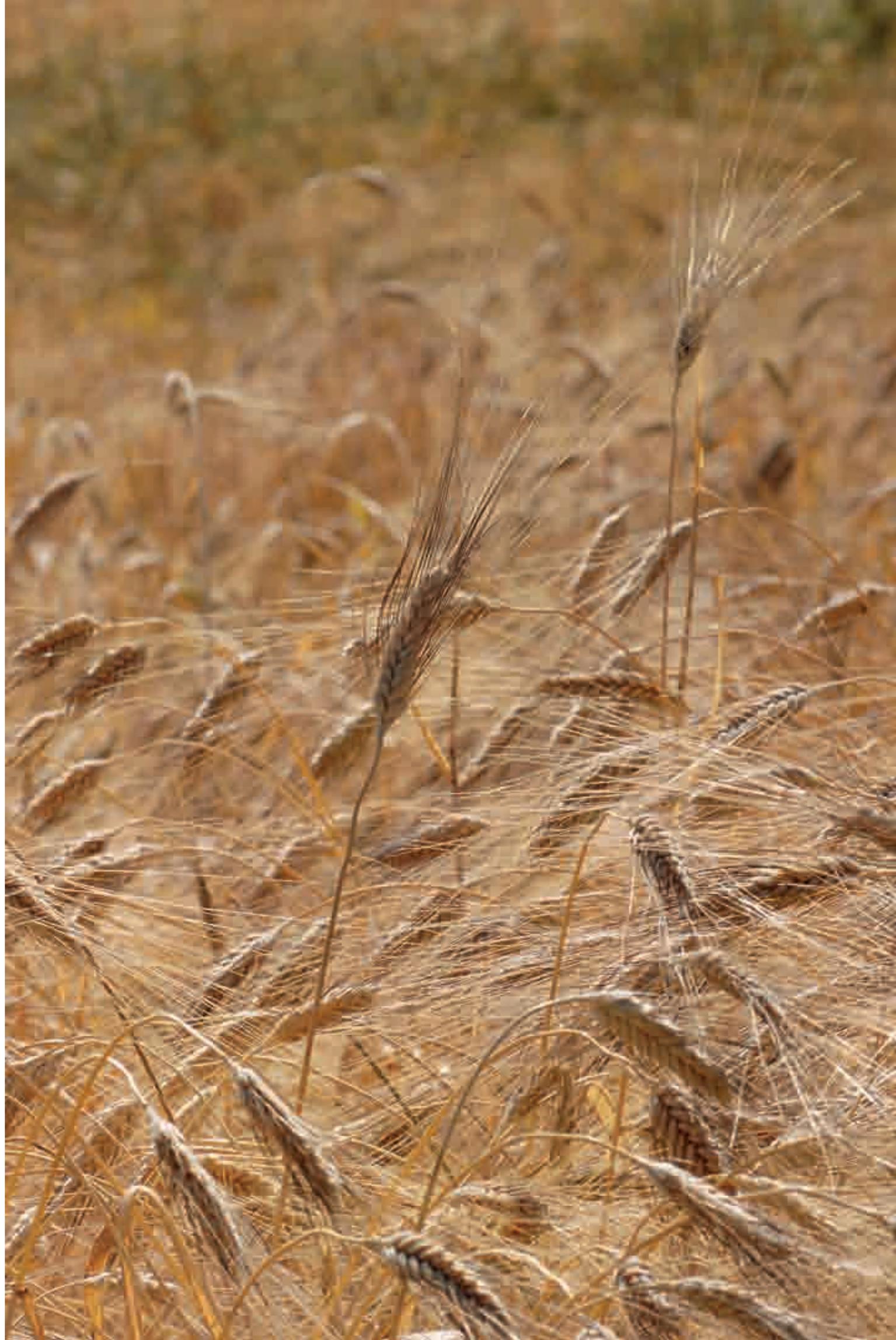
- identificazione di varietà commerciali in grado di assicurare rese e caratteristiche qualitative soddisfacenti in ambiente biologico;
- caratterizzazione e valorizzazione di antiche specie e varietà di cereali;
- incremento delle rese e miglioramento delle caratteristi-

che qualitative della produzione cerealicola marchigiana in ambiente biologico;

- identificazione e affinamento dei sistemi e delle tecniche colturali biologiche, in grado di massimizzare le potenzialità produttive e qualitative delle varietà individuate;
- definizione di rotazioni agronomicamente ed economicamente sostenibili per gli imprenditori agricoli che operano in questo comparto;
- identificazione dei fertilizzanti organici più efficienti nel rilascio di azoto in funzione della coltura;
- valutazione degli effetti dell'avvicendamento colturale sulla dotazione e caratteristiche della sostanza organica del terreno;
- verifica e valorizzazione degli aspetti nutrizionali e di salubrità di avena prodotta nella Regione Marche.

In questa pubblicazione sono riportate tre monografie, una per ambito di ricerca previsto dal progetto, frutto delle prime valutazioni relative al primo anno di lavoro.

Servizio Agricoltura Forestazione e Pesca Regione Marche





1^ Monografia

**Prime valutazioni delle performance
di differenti varietà di frumento
a confronto in biologico**

Introduzione 1^monografia

“Prime valutazioni delle performance di differenti varietà di frumento a confronto in biologico” a cura di *Francesco Torriani (*)*

Per il frumento duro, la carenza di azoto è il principale fattore limitante la produttività in particolare nella coltivazione biologica, dove, senza fertilizzanti di sintesi, è particolarmente difficile ottenere un'adeguata disponibilità di N assimilabile durante le fasi critiche di maggior richiesta della pianta. Il rilascio dell'elemento fertilizzante seppur presente nel terreno spesso non è sincronizzato con i momenti di massima asportazione della coltura, con conseguenze negative sulle rese e sulla qualità della granella. La fase di granigione è generalmente quella più penalizzata, ripercuotendosi sulla concentrazione in proteine che è il principale fattore determinante il valore qualitativo della produzione di frumento duro. Un tenore proteico delle cariossidi insufficiente incide negativamente sull'ottenimento di sfarinati di elevata qualità pastificatoria o panificatoria indispensabili nei processi di trasformazione.

Di centrale importanza è l'impiego di varietà caratterizzate da un'ottimale efficienza di uso dell'azoto (NUE) nelle diverse situazioni pedologiche, climatiche e dei relativi e incostanti livelli di disponibilità dell'elemento. L'efficienza d'uso dei fertilizzanti azotati nelle piante coltivate, in particolare nei cereali, è ancora oggi inferiore al 50%; mediamente il livello di NUE raggiunto dal frumento è di circa il 33%. I genotipi di cereali rilasciati durante la “rivoluzione verde” sono stati in genere selezionati per rispondere ad elevati apporti di azoto, ma con diminuzione dell'efficienza quando coltivati a basso livello di nutriente come spesso accade in biologico. Un consistente margine nel miglioramento esiste perché è ancora esplorabile un'ampia variabilità genetica per identificare e moltiplicare materiali caratterizzati da elevata NUE. Il confronto tra genotipi di frumento con diversa capacità di accumulare proteine nella cariosside ha evidenziato che le differenze genetiche sono determinate da una

diversa capacità di sintetizzare le proteine. Non è ancora chiaro comunque se le differenze genetiche ed ambientali riscontrate siano regolate dai processi metabolici entro la cariosside o dall'azoto rifornito dagli organi vegetali o se ambedue gli aspetti siano coinvolti.

Un altro obiettivo di fondamentale importanza in ogni coltura agraria, ma di rilevanza strategica e prioritaria soprattutto in quelle estensive di frumento duro, è quello di avere a disposizione genotipi resistenti contro le principali fitopatie. Almeno per certe malattie, più che una resistenza “assoluta”, sarebbe auspicabile una resistenza parziale o tolleranza efficace e duratura nel tempo, soprattutto in biologico nel contesto di un ecosistema naturale nel quale ospite e patogeno, convivono insieme, debbono cercare entrambi strategie di sopravvivenza.

Osservazioni pluriennali effettuate nell'ambito della Rete nazionale di confronto varietale in biologico hanno evidenziato che solo alcune cultivar posseggono una certa resistenza verso i principali patogeni quando questi si manifestano in maniera più virulenta. È stata inoltre segnalata recentemente un'espansione sul territorio di alcuni funghi quali *Septoria tritici* ed *Helminthosporium tritici-repentis* in relazione probabilmente al variare delle condizioni climatiche (Iori et al., 2008). Di particolare necessità e urgenza per supportare le esigenze del biologico risulta quindi lo sviluppo di nuovi materiali con resistenza durevole, anche a più patogeni, eventualmente utilizzando nuove fonti di resistenza provenienti anche da generi e specie affini.

Negli ultimi tempi tra le fitopatie del frumento sta stando motivata apprensione la fusariosi della spiga, soprattutto in caso di andamenti climatici caldo-umidi tra la spigatura e la maturazione latteo-cerosa. La progressione dell'invasione dei funghi del genere *Fusarium* nei tessuti delle spigette e

del rachide provoca infatti il disseccamento di ampie zone della spiga e talvolta dell'intera pianta, con conseguente riduzione della produzione e scadimento della qualità, in particolare delle caratteristiche igienico-sanitarie. Le specie fungine *F. graminearum* e *F. culmorum*, sono infatti potenziali produttrici di micotossine, metaboliti secondari tossici per gli animali e per l'uomo, in particolare di deossinivalenolo (DON), del gruppo dei tricoteceni, temuto per la sua grave attività immunosoppressiva.

La preoccupazione per l'eventuale contaminazione da micotossine nei prodotti alimentari è andata crescendo negli ultimi anni non solo per l'aumentata sensibilità del consumatore, ma anche per la facilità con cui le nuove tecniche analitiche riescono ad evidenziarne la presenza già a livelli molto bassi, anche se di fatto insignificanti come rischio tossicologico.

In caso di coltivazione biologica l'adozione di buone pratiche agronomiche, rese obbligatorie dai disciplinari di coltivazione, permette, soprattutto grazie ad una efficace rotazione colturale, di ridurre i fattori di rischio derivanti dall'innesco dell'inoculazione dai residui colturali della coltura precedente, come dimostrato dallo studio comparativo poliennale di varietà comuni di frumento duro coltivate con tecniche biologiche e convenzionali negli stessi ambienti dell'Italia centrale e meridionale, il quale ha messo in luce che:

- i livelli medi generali di contaminazione da DON sono ampiamente al di sotto del limite UE di 1750 ppb;
- fra i vari fattori esaminati, l'effetto dell'annata è quello che incide in misura predominante perché debbono verificarsi condizioni favorevoli alla fusariosi;
- anche l'ambiente risulta molto importante: in tutte le località del Sud è risultata sempre scarsissima, e in alcune completamente assente, la presenza di DON, in

tutti gli anni, anche i più difficili, con entrambi i metodi di coltivazione;

- il ricorso al metodo di coltivazione biologico permette di ottenere livelli di DON sempre più bassi rispetto al convenzionale;
- livelli di contaminazione di un certo rilievo si sono avuti solo al Centro, nell'annata più critica (2008), in particolare adottando la tecnica convenzionale;
- anche se la scelta varietale ha una ridotta influenza sulla possibilità di contaminazione, le cultivar precoci sembrerebbero tendenzialmente più sensibili al DON, probabilmente per essere state costituite in ambienti meridionali dove minore è la pressione selettiva dei *Fusarium*.

La possibilità comunque di disporre di genotipi di diversa lunghezza del ciclo biologico selezionati anche per la resistenza ai *Fusarium* spp. potrebbe garantire un livello aggiuntivo di sicurezza soprattutto in relazione all'imprevedibile verificarsi di sfavorevoli decorsi primaverili caldo-umidi in particolare negli ambienti meno vocati dell'Italia Centro-settentrionale.

L'informazione ottenuta grazie al fluire continuo dei risultati provenienti da una rete di confronto varietale distribuita capillarmente sul territorio nazionale permette di stilare una lista in costante aggiornamento di cultivar consigliate per l'agricoltura biologica, in funzione dell'ambiente di coltivazione e della destinazione d'uso, ed in grado di evitare azioni speculative o distorsive sulla scelta delle varietà da coltivare che rimane elemento di tecnica colturale di primaria importanza.

L'obiettivo di identificare i genotipi che meglio rispondono alle esigenze del settore, in termini di rusticità, stabilità del-

le rese e di caratteristiche tecnologiche di elevata qualità con l'imprescindibile prerequisito di salubrità del prodotto finale grazie all'assenza di livelli pericolosi di contaminanti sintetici o naturali, non può che allargare il livello di conoscenza e quindi l'opportunità di una scelta consapevole finalizzata ad aumentare il valore aggiunto delle produzioni cerealicole biologiche ed è perciò patrimonio pubblico insostituibile, oltretutto ottenuto con limitate risorse e assolutamente da non disperdere.

L'attività del CERMIS, già da diversi anni è impostata sulla valorizzazione dei prodotti biologici. Nel 1998, è stata avviata un'attività di confronto varietale e di tecnica agronomica in ambiente biologico. Tale attività è proseguita in maniera più organica grazie alla collaborazione, ormai decennale, con il CRA - QCE (Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - Unità di Ricerca per la Valorizzazione Qualitativa dei Cereali) e con l'ASSAM (Agenzia Servizi Settore Agroalimentare nelle Marche) nella realizzazione di prove sperimentali di confronto varietale su frumento duro e tenero, afferenti alla rete nazionale. La scelta della varietà da coltivare è un elemento di tecnica colturale di primaria importanza che responsabilizza l'agricoltore in funzione della destinazione d'uso della produzione. Il continuo fluire dei risultati provenienti da una rete di confronto varietale permette di fornire informazioni costantemente aggiornate sulle cultivar che meglio si adattano a tale agrotecnica, in funzione dell'ambiente di coltivazione e della destinazione d'uso.

Inoltre il CERMIS collabora da anni, anche attraverso la realizzazione di progetti specifici, alla valorizzazione della pasta, proveniente da agricoltura biologica, prodotta nella Regione Marche. Anche i risultati ottenuti nell'ambito di questa sperimentazione evidenziano come la scelta varietale e la tecnica colturale vanno ad incidere direttamente sulle caratteristiche qualitative e sensoriali della pasta

prodotta. Inoltre è emerso, che la coltivazione di vecchie varietà senza un'appropriata selezione e tecnica colturale rischia di valorizzarne i difetti (scarsa produttività e rischio di allettamenti) invece dei pregi (conservazione della biodiversità e buon contenuto proteico). E' quindi fondamentale approfondire questi aspetti perché la pasta prodotta con cereali antichi rappresenta un'importante opportunità di sviluppo per la filiera biologica.

In questo primo anno di attività sono state realizzate delle prove di confronto varietale in 2 località delle Marche, a Jesi (AN) e a Pollenza (MC), dove sono state testate 20 varietà di frumento duro.

I primi risultati che si sono avuti dalla rete di confronto varietale possono essere riassunti nei seguenti punti:

- identificazione di varietà commerciali in grado di assicurare rese e caratteristiche qualitative soddisfacenti in ambiente biologico;
- identificazione e affinamento dei sistemi e delle tecniche colturali biologiche, in grado di massimizzare le potenzialità produttive e qualitative delle varietà individuate.

Grazie a queste risultati tutti gli operatori della filiera potranno ottenere informazioni aggiornate, puntuali e capillari relative alle caratteristiche agronomiche, produttive e qualitative delle varietà più adatte alla coltivazione biologica nelle Marche.

Inoltre, individuando i genotipi più idonei alla coltivazione biologica nelle diverse situazioni pedoclimatiche sarà possibile ottenere prodotti migliori da un punto di vista quantitativo e qualitativo con vantaggio dei produttori, dei trasformatori e dei consumatori.

() Agronomo, Coordinatore del Progetto "Cereali biologici di qualità"*

Prime valutazioni delle performance di differenti varietà di frumento a confronto in biologico

A. Petrini*, G. Mazzieri, C. Governatori**, D. Fuselli*, M. Piccinini*, M. Antonelli***

*CERMIS - Centro Ricerche e Sperimentazione per il Miglioramento Vegetale "N. Strampelli"

**ASSAM - Agenzia per i Servizi nel Settore Agroalimentare nelle Marche

PREMESSA

Per venire incontro alle richieste dei consumatori sempre più orientate verso prodotti naturali che garantiscono una maggiore qualità in un ambito di inderogabile sicurezza sanitaria, in Italia e, in particolare, nelle Marche, si è assistito negli ultimi anni ad un costante incremento delle produzioni biologiche, soprattutto del grano duro, che risulta essere la coltura più diffusa.

Dai dati forniti dagli organismi di controllo italiani elaborati dal Sinab (Sistema di informazione nazionale sull'agricoltura biologica) il Ministero delle politiche agricole e forestali ha comunicato che al 31 dicembre 2011 risulta che nelle Marche gli operatori del settore biologico sono complessivamente 2.127 di cui 1.758 produttori e 228 preparatori. Rispetto ai dati riferiti al 2010 si rivela un aumento complessivo del numero di operatori dell'1.4%. La superficie interessata dalle coltivazioni biologiche (inconversione o interamente convertita) risulta pari a 54.210 ha, con un incremento, rispetto all'anno precedente del 2.8%. I principali orientamenti produttivi sono foraggio (19.732 ha), pascoli (11.103 ha) e cereali (8.819 ha).

Per realizzare un percorso di qualità per il grano biologico il principale ostacolo è rappresentato dalle limitate disponibilità di azoto in terreni dove non è ammessa concimazione con prodotti di sintesi. Oltre a tecniche agronomiche che

prevedano rotazioni mineralizzanti ed eventuali fertilizzazioni organiche, l'impiego di varietà che abbiano una migliore efficienza nell'uso dell'azoto consentirebbe di ottenere prodotti di qualità superiore in un ambito di rese comunque soddisfacenti. Inoltre è emerso, che la coltivazione di vecchie varietà senza un'appropriate selezione e tecnica colturale rischia di valorizzarne i difetti (scarsa produttività e rischio di allettamenti) invece dei pregi (conservazione della biodiversità e buon contenuto proteico). E' quindi fondamentale approfondire anche questi aspetti perché la produzione di pasta con cereali antichi rappresenta un'importante opportunità di sviluppo per la filiera biologica marchigiana ma non è priva di difficoltà.

La scelta della varietà da coltivare è un elemento di tecnica colturale. Risulta di primaria importanza individuare quelle caratterizzate da:

- adattamento a condizioni di scarsa disponibilità di azoto, in particolare nella fase di riempimento della granella;
- elevata efficienza di accumulo e rilocalizzazione della sostanza secca e dell'azoto nella granella;
- efficacia nell'azione competitiva verso le infestanti, mediante buona velocità di emergenza, notevole capacità di accostamento, taglia non eccessivamente ridotta e foglie a portamento prostrato o semi-prostrato;
- elevata resistenza agli stress biotici in particolare malattie fogliari, trasmesse da seme e da terreno infetto che potrebbero favorire lo sviluppo di contaminanti pericolosi per la salute o pregiudizievoli per la commercializzazione (micotossine);
- buoni standard qualitativi, quale elevato contenuto proteico ed ottimale composizione del glutine per l'ottenimento di paste alimentari di qualità elevata anche quando ottenute a basse temperature di essiccazione.



Il continuo fluire dei risultati provenienti da prove di confronto varietale consente di fornire informazioni costantemente aggiornate sulle cultivar che meglio si adattano a tale agrotecnica, in funzione dell'ambiente di coltivazione e della destinazione d'uso.

Per approfondire queste tematiche il CERMIS - Centro Ricerche e Sperimentazione per il Miglioramento Vegetale "N. Strampelli", che dal 1998 dedica uno specifico filone di ricerca all'agricoltura biologica e alla valorizzazione dei suoi prodotti, ha avviato una collaborazione con il CRA - QCE e l'ASSAM (Agenzia Regionale per i Servizi nel Settore Agro-Alimentare delle Marche) e partecipa alla Rete Nazionale di confronto varietale di frumento duro in biologico. Lo scopo di questa rete è proprio quello di fornire, nel breve e nel medio periodo, indicazioni sulle varietà di frumento duro presenti nel mercato italiano, con l'obiettivo di identificare i genotipi che meglio rispondono alle esigenze degli operatori in termini di rusticità, stabilità delle rese e di pregevoli caratteristiche tecnologiche e qualitative, tenendo ben presente l'imprescindibile prerequisite igienico-sanitario dell'assenza di contaminanti pericolosi per la salute e pregiudizievoli per la commercializzazione come le micotossi-



ne, in particolare il deossinivalenolo (DON).

Impostazione delle prove

Nell'annata agraria 2011-12 la sperimentazione è stata realizzata in due località della regione Marche, Jesi (AN) e Pollenza (MC), considerate rappresentative, rispettivamente, della pianura litoranea e interna. Il campo di Jesi è stato realizzato dall'ASSAM, presso la propria azienda sperimentale, su un appezzamento di terreno utilizzato esclusivamente per la coltivazione in biologico dei cereali (grano duro e tenero). La prova di Pollenza invece è stata realizzata dal CERMIS, presso l'azienda biologica dei fratelli Cuccagna. Per valorizzare al meglio i risultati del progetto regionale le prove agronomiche sono state inserite nell'ambito della rete nazionale coordinata dal CRA - QCE di Roma.

In entrambe le località sono state testate 20 varietà iscritte al Registro Nazionale e 1 linea (Qce-08.361) selezionata dal CRA - QCE. Nella *tabella 1* è riportato l'elenco le varietà testate con a fianco, per ciascuna di esse, genealogia, anno di iscrizione al Registro e società responsabile della commercializzazione in Italia. Le varietà inserite in prova sono state scelte in base a criteri di diffusione, produttività, caratteristiche qualitative e resistenza alle fitopatie. Per ovviare alla nota difficoltà di reperimento di semente certificata biologica per molte varietà, è stato impiegato, come previsto dalla deroga al Reg. 2092/91 CE, seme prodotto con agrotecnica convenzionale non conciato fornito dalle ditte responsabili della loro commercializzazione.

Le prove sono state realizzate adottando uno schema sperimentale a blocchi randomizzati con 3 ripetizioni; le parcelle elementari di 10 m² sono state seminate ad una densità di 500 semi germinabili/m².

I principali elementi di tecnica colturale adottati nei campi di prova sono riportati nella *tabella 2*, per la concimazione, effettuata nella prova di Jesi, sono stati utilizzati sempre prodotti ammessi dai disciplinari di produzione di agricoltura biologica.

I parametri rilevati, secondo il protocollo sperimentale adottato a livello nazionale sui cereali autunno-vernini, per

singola parcella di ciascuna varietà sono stati di tipo agronomico, merceologico e tecnologico. In campo è stata rilevata la fittezza all'emergenza delle parcelle espressa con un punteggio da 0 a 9, la data di spigatura giorni dal 1° aprile e l'altezza della pianta compresa la spiga (cm).

Sul prodotto raccolto sono stati determinati, per ogni parcella, il peso della granella (kg), l'umidità (%), il peso ettolitrico (kg/hL), il peso dei 1000 semi (g), la sensibilità alla bianconatura, volpatura e striminzimento delle cariossidi, espresse in percentuale ed il contenuto proteico della granella (% su s.s.), determinato mediante lo strumento Infra-tec 1241 FOSS. Per le analisi tecnologiche, le 3 repliche di campo, di ciascuna cultivar, sono state riunite in modo da

fornire un campione composito che è stato poi macinato per la produzione di semola. In quest'ultima è stato determinato il contenuto e la qualità del glutine (Indice di glutine) con lo strumento automatico Glutomatic System ed il colore, espresso come indice di giallo, utilizzando il colorimetro a riflessione Minolta. Infine, dal CRA - QCE, sarà determinato il livello di contaminazione di deossivalenolo (DON) con il metodo ELISA.

Varietà	Genealogia	Anno iscrizione al Registro	Rappresentante in Italia
ANCO MARZIO	Popolazione Cimmyt	2003	SIS
AUREO	Kofa x Svevo	2009	PSBO
CICCIO	F6 (Appulo x Valnova) x F5 (Valforte x Patrizio)	1996	PROSEME
CLAUDIO	(Sel. Cimmyt 35 x Durango)x (IS193B x Grazia)	1998	ISEA
COLOSSEO	Mutante Mexa x Creso 1995	1995	PROSEME
CRESO	CpB 144 x [(Y154-N10-B) Cp263Tc3]	1974	ISEA
DUILIO	Cappelli x (Anhinga x Flamingo)	1984	SIS
DYLAN	Neoudur x Ulisse (sel. Creso)	2002	CONASE
HATHOR		2006	CONASE
IRIDE	Altar 84 x Ionio 1996	1996	CGS
KARUR	n.d.	FR-2002	APSOVSEMENTI
MERIDIANO	(Simeto x WB881) x (Plinio x F22)	1999	PSBO
NEOLATINO	(Latino x Trinakria) x MG1433	2005	SIS
NORMANNO	(Simeto x F22) x L35 2002	2002	PSBO
SAN CARLO	Grazia x Degamit 1996	1996	AGROSERVICE
SARAGOLLA	Iride x Linea PSB 0114 2004	2004	PSBO
SIMETO	Capelli 8 x Valnova 1988	1988	PROSEME
SVEVO	Linea Cimmyt x Zenit 1996	1996	PSBO
VINCI	Simeto x Armet 2002	2002	APSOVSEMENTI
Linea QCE-08.361		-	CRA-QCE

Tabella 1. Elenco varietà in prova

Località	Altitudine (m s.l.m.)	Terreno	Cottura precedente	Data di semina	Concimazione (kg/ha)				Infestanti		Data di raccolta
					pre-semina N	P ₂ O ₅	copertura N	prodotto	modalità	Data operazione	
Jesi (AN)	80	argilloso	favino	21-nov-11	21	53	35	Guanito e Dix 10 N	strigliatura	2-mar-12	29-giu-12
Polienza (MC)	250	Argilloso	fagiolo	21-nov-11	0	0	0	-	-	-	28-giu-12

Tabella 2. Scheda Agronomica dei campi di prova

Andamento meteorologico

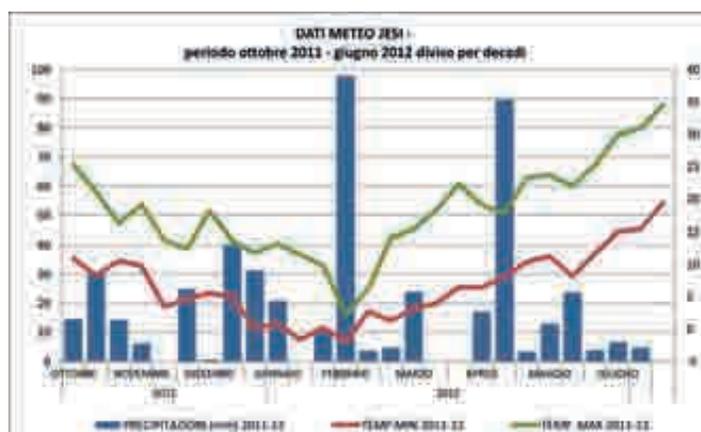
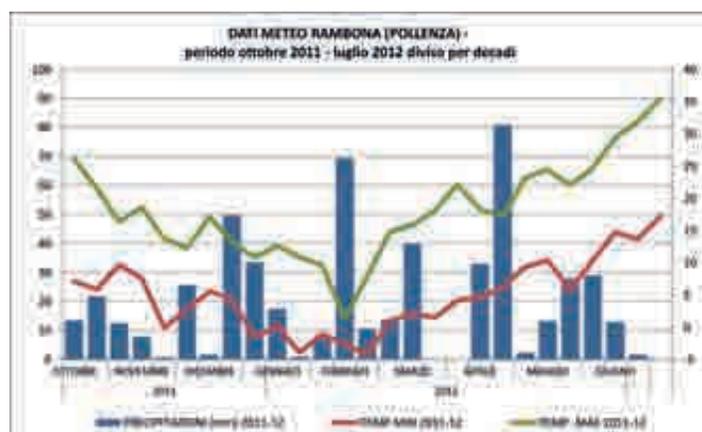
L'andamento meteorologico, simile nelle due località, è stato caratterizzato da:

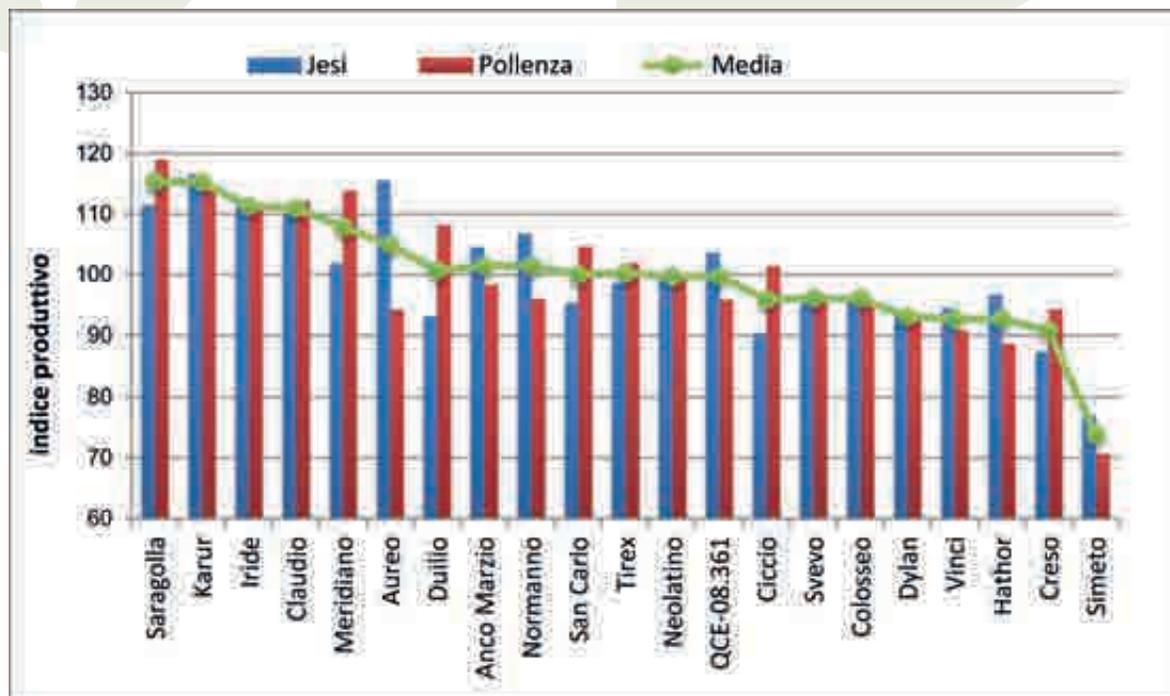
- **Una piovosità complessiva nel periodo ottobre - luglio decisamente inferiore alla media storica (-190 mm).**

La stagione autunnale è stata la più seccata, dall'inizio di ottobre alla prima decade di dicembre sono caduti complessivamente 70 mm di pioggia contro i 181 mm della media poliennale. In seguito è ripreso a piovere in modo non abbondante ma comunque più vicino al decorso medio stagionale. Il deficit idrico è stato colmato dalle copiose nevicate registrate nella prima metà di febbraio, ma da marzo l'acqua è tornata a scarseggiare. In aprile le piogge sono riprese, con una certa intensità nelle prime due decadi per poi scendere su valori vicini alla media stagionale fino alla I decade di giugno. In seguito è iniziato un nuovo periodo siccitoso che si è protratto fino all'ultima decade di luglio.

- **Temperature più basse della media nel periodo invernale e superiori in quello primaverile.**

L'inverno complessivamente è risultato nella norma o addirittura più caldo se si esclude il periodo che va da metà gennaio a metà febbraio dove sono state registrate abbondanti nevicate e temperature medie al di sotto dello zero per circa 12 giorni consecutivi anche se senza picchi estremi (minima assoluta -6,6°C registrata il 14 febbraio). Anche la stagione primaverile è stata più calda soprattutto per i valori registrati nei mesi di marzo e aprile, quando le temperature massime hanno sfiorato i 30°C, mentre maggio sostanzialmente è stato nella norma. Dalla metà di giugno, ondate di aria caldissima di origine sahariana hanno fatto salire le temperature su valori inconsueti di piena estate (il 20 giugno la temperatura massima registrata è stata di 38.9°C).





Ciclo vegetativo

Le scarse precipitazioni autunnali hanno determinato qualche difficoltà nelle fasi di preparazione del terreno ma anche permesso di **seminare** in epoca ottimale e di ottenere rapide ed uniformi **emergenze**.

Anche in inverno il clima, sostanzialmente caldo e poco piovoso, ha fortemente limitato la lisciviazione dell'azoto, favorendo le prime fasi di sviluppo della coltura e l'**accostamento**. Solo nella prima metà di febbraio, per le abbondanti nevicate, sono state registrate temperature particolarmente rigide che comunque non hanno causato danni alle colture perché protette dal manto nevoso.

Dopo la neve è ritornato un periodo di scarsa disponibilità idrica che associato ad un repentino innalzamento delle temperature all'inizio della primavera (la temperatura massima registrata nella terza decade di marzo è stata di 22.4 °C contro i 17.3°C della media poliennale), ha accelerato il ciclo vegetativo e anticipato di qualche giorno l'inizio della fase di **spigatura** rispetto alla passata stagione. La situazione meteorologica è tornata nella norma dalla seconda decade di aprile grazie alle abbondanti precipitazioni e al ritorno delle temperature nella media stagionale. Il protrarsi di questo clima, fresco e ventilato, anche in maggio ha permesso alla coltura di compiere regolarmente le fasi di spigatura e granigione.

In giugno le temperature sono aumentate fino a raggiunge-

re inconsueti valori di piena estate, anticipando la **maturazione** e favorendo le operazioni di raccolta.

Le scarse precipitazioni osservate durante l'intero ciclo colturale non ha avuto conseguenze negative sulla produzione anzi, quest'ultima si è avvantaggiata fortemente delle piogge cadute in maggio che hanno assicurato sufficienti disponibilità idriche nel periodo finale della granigione, determinando alti valori del peso ettolitrico e dei 1000 semi. Peraltro, l'andamento tendenzialmente caldo e siccitoso della primavera ha in molti casi evitato, o comunque contenuto, la comparsa delle **malattie fungine**.

Risultati

Per quanto riguarda i risultati ottenuti, in *tabella 3* sono riportati i dati produttivi delle 21 varietà presenti in prova nelle località di Pollenza e Jesi, mentre nelle *tabelle 4 e 5* vengono sintetizzati i principali caratteri agronomici e qualitativi.

Produzione

Nel grafico sottostante, le produzioni sono riportate come indici percentuali rispetto alla media di campo fatta pari a 100, per cui se una varietà ha prodotto 110 significa che ha prodotto il 10% in più rispetto alla media, viceversa se ha un indice di 95 significa che ha prodotto il 5% in meno. Gli indici consentono un'interpretazione più rapida e un confronto migliore fra località.

Le favorevoli condizioni metereologiche dell'annata hanno permesso rese mediamente elevate (5,57 t/ha), in particolare a Pollenza (6,29 t/ha), confermando che se gli andamenti climatici non sono particolarmente sfavorevoli e le semine tempestive, anche in biologico si possono raggiungere pro-

duzioni di granella di una certa importanza. Dai risultati produttivi delle singole varietà in prova, riportati nella *tabella 3*, le varietà da evidenziare per l'ottima produttività e per la stabilità dimostrata in tutti gli ambienti sono: Saragolla, Karur, Iride, Claudio e Meridiano. Anche Aureo ha fornito delle ottime rese, ma solo a Jesi, mentre a Pollenza emergono Duilio, San Carlo e Tirex.

Caratteri merceologici

Le condizioni metereologiche di fine ciclo hanno favorito le fasi di riempimento delle cariossidi e quindi l'ottimale espressione delle principali caratteristiche merceologiche. Il peso volumetrico della granella è risultato mediamente elevato (86,1 kg/hL), in particolare nel maceratese, dove alcune varietà (Tirex e Anco Marzio) hanno superato gli 88,0 kg/hL. Tra le cultivar, quelle che si distinguono per i migliori pesi ettolitrici, con valori superiori a 87,0 kg/hL, sono Tirex, Anco Marzio, Claudio, San Carlo e Neolatino.

I pesi 1.000 semi più elevati sono stati registrati nel campo di Jesi (53,4 g) mentre a Pollenza la media è stata di soli 49,0 g. Simeto, che si conferma varietà con seme molto

Nome varietà*	Singole località		Media regionale		
	Jesi	Pollenza	Media t/ha	Indice	n. campi con indice ≥ 100
Saragolla	5,41	7,48	6,45	115	2
Karur	5,65	7,16	6,41	115	2
Iride	5,39	7,00	6,20	111	2
Claudio	5,32	7,05	6,19	111	2
Meridiano	4,94	7,16	6,05	108	2
Aureo	5,60	5,93	5,76	105	1
Duilio	4,51	6,81	5,66	101	1
Anco Marzio	5,07	6,18	5,63	101	1
Normanno	5,18	6,04	5,61	101	1
San Carlo	4,62	6,58	5,60	100	1
Tirex	4,78	6,41	5,59	100	1
Neolatino	4,84	6,26	5,55	100	1
QCE-08.361	5,02	6,03	5,53	100	1
Ciccio	4,38	6,38	5,38	96	1
Svevo	4,62	6,10	5,36	96	0
Colosseo	4,67	6,02	5,35	96	0
Dylan	4,54	5,82	5,18	93	0
Vinci	4,58	5,71	5,15	93	0
Hathor	4,69	5,57	5,13	93	0
Creso	4,23	5,93	5,08	91	0
Simeto	3,73	4,44	4,09	74	0
Media	4,85	6,29	5,57	100	

Tabella 3. Produzione di granella (t/ha al 13% umidità) nelle 2 località di prova



grande (60,0 g per 1.000 cariossidi), precede nella graduatoria per questo carattere Colosseo e San Carlo, mentre la varietà, tra quelle in prova, che si caratterizza per il seme più piccolo è Iride (46,3 g per 1.000 cariossidi). La presenza di semi striminziti è molto contenuta (media 1%), così come il fenomeno della volpatura (media 3%). La bianconatura invece ha raggiunto mediamente il 19% manifestandosi maggiormente nella località di Jesi (24%).

Caratteri agronomici

Il basso grado di fittezza medio (7) rilevato nel campo di Jesi, denota delle difficoltà di tipo agronomico (terreno al 1° anno di prova) che hanno caratterizzato e penalizzato la prova per tutto il ciclo culturale.

La spigatura è avvenuta mediamente il 29 aprile senza scostamenti significativi tra le località e con un intervallo di circa 9 giorni tra le varietà più precoci (Ciccio, Svevo e Saragolla) e le più tardive (Karur, linea QCE-08.361 e Creso). È insolito trovare contemporaneamente, nelle prime posizioni della graduatoria produttiva, varietà precoci e tardive.

L'altezza media delle cultivar in prova, rilevata solo a Polenza, è stata di 82 cm. La varietà che ha fatto registrare la taglia più elevata è stata Anco Marzio (93 cm), seguita da Aureo (90 cm), mentre la più bassa è stata Hathor (69 cm).

Caratteri qualitativi e tecnologici

In un ambito di rese economicamente accettabili, il principale obiettivo qualitativo per il frumento duro biologico diventa il tenore proteico della granella, data l'importanza che tale parametro riveste sull'attitudine pastificatoria delle semole. Il mancato ricorso a concimazioni azotate di sintesi può creare facilmente condizioni di scarsa disponibilità di azoto nei momenti fisiologici di maggior richiesta che si può tradurre in livelli proteici troppo bassi, talora inferiori ai limiti di commerciabilità. Per questo motivo i campioni di granella provenienti dalle prove sopra illustrate sono stati analizzati in laboratorio e utilizzati per caratterizzare le varietà anche per gli aspetti qualitativi e tecnologici.

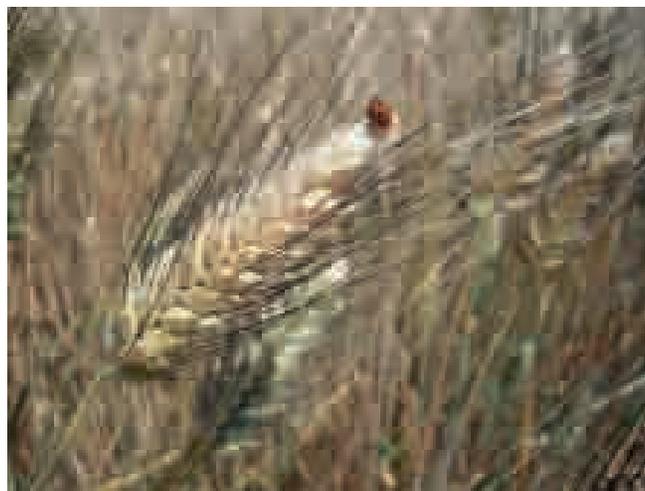
La prima cosa che emerge, osservando la tabella 5, è che il contenuto proteico medio della granella (11,8% s.s.), registrato nelle due località marchigiane, è appena superiore alla soglia minima di accettabilità prevista per legge (11,5% s.s.) e che, soprattutto nella località di Jesi, molte varietà non arrivano a tale soglia. Anche in questo caso la scelta delle cultivar può rivelarsi strategica, infatti, alcune varietà, in particolare quest'anno l'Aureo, riescono comun-

que a raggiungere indici produttivi superiori alla media (105) associati ad un buon tenore proteico (13,1%). Tra le cultivar più produttive, la percentuale di proteine è risultata generalmente bassa ad eccezione di Claudio che è riuscito a raggiungere il 12,1%.

Riassumendo, Claudio ed Aureo, seguite da Anco Marzio e Neolatino sono le uniche che sono riuscite a stabilire un maggior equilibrio tra rese quantitative e caratteristiche qualitative, anche in virtù dei loro ottimi pesi ettolitrici.

Per quanto riguarda le semole si registra un basso contenuto in glutine secco con un valore medio regionale di 9,5% s.s. e solo 6 varietà (Aureo, Svevo, Ciccio, Simeto, Creso e Colosseo) presentano valori superiori a 10,0% s.s.. Considerando la qualità del glutine, è opportuno ricordare che tale parametro presenta un'alta influenza varietale, pertanto il potenziale qualitativo delle diverse cultivar è influenzato dall'ambiente soprattutto in termini di valore assoluto. Il valore medio dell'indice di glutine è 76 con un range che va dal 96 di Karur e Saragolla al 58 di Dylan.

I risultati sul colore delle semole, espresso come indice di giallo, confermano che questo parametro ha una forte componente genetica. Le cultivar Svevo, Vinci e Tirez presentano sempre i valori medi più alti e superiori a 23,5 (valore necessario all'industria di trasformazione per ottenere



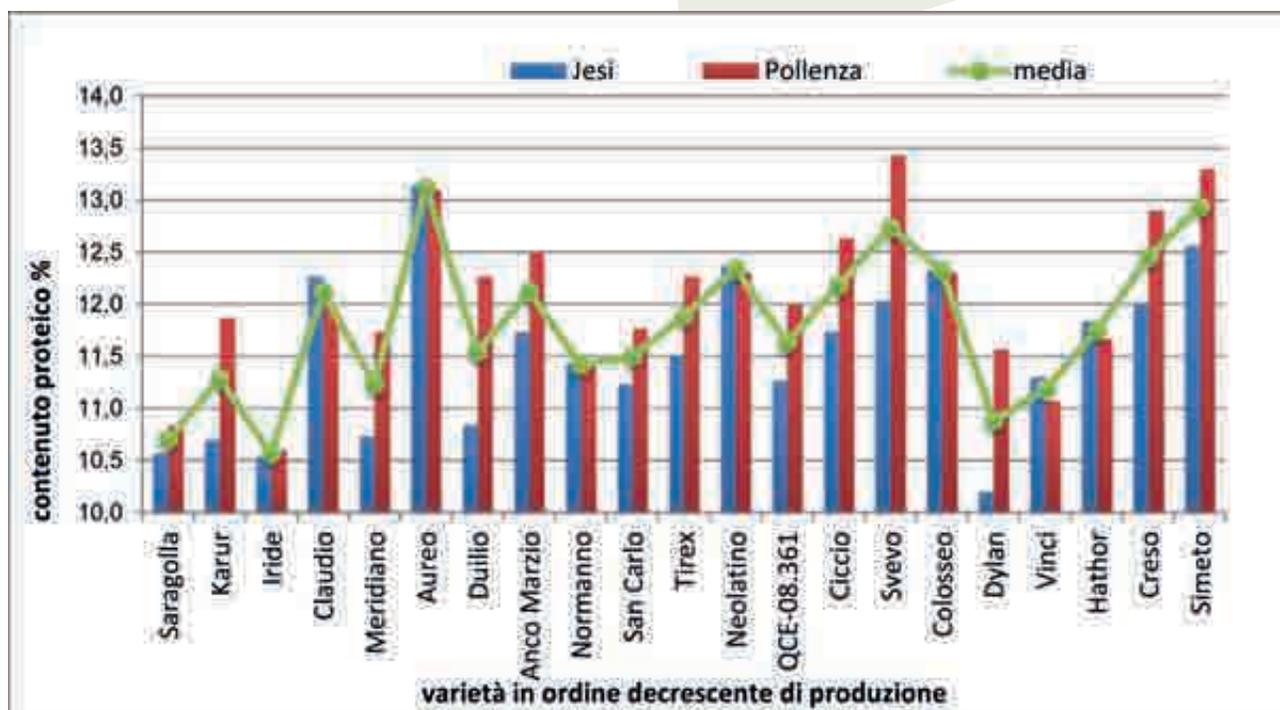
paste di colore giallo ambrato), mentre Colosseo, Creso e Neolatino sono i più bassi.

Codice linea	PRODUZIONE t/ha	PESO ETTOLITRICO kg/N	PESO 1000 SEMI g	SEMI			FITTEZZA (g- g)	DATA SPIGATURA (gg da 1/4)	ALTEZZA PIANTA cm
				STRIMINZITI %	SEMI BIANCONATI %	SEMI VOLPATI %			
Saragolla	6,45	85,3	47,3	1	44	1	8	27	81
Karur	6,41	82,1	47,6	1	42	0	8	35	83
Iride	6,20	86,5	46,3	1	27	1	8	27	80
Claudio	6,19	87,4	49,3	1	28	1	8	30	88
Meridiano	6,05	85,7	52,5	1	34	2	8	27	87
Aureo	5,76	85,6	50,9	1	2	3	8	29	90
Duilio	5,66	86,3	52,8	1	18	2	7	27	89
Anco Marzio	5,63	87,8	47,5	1	7	2	8	29	93
Normanno	5,61	85,8	48,5	2	19	1	8	29	78
San Carlo	5,60	87,3	56,2	1	11	3	7	30	74
Tirex	5,59	88,0	47,8	1	6	3	8	29	82
Neolatino	5,55	87,2	52,9	1	7	7	8	27	83
QCE-08.361	5,53	86,1	54,5	1	14	4	7	34	86
Ciccio	5,38	86,9	52,9	1	15	8	8	26	83
Svevo	5,36	86,6	49,2	1	3	1	8	27	88
Colosseo	5,35	86,9	58,0	1	16	6	7	31	81
Dylan	5,18	86,3	51,7	1	25	3	8	31	82
Vinci	5,15	84,7	49,7	0	46	1	7	31	72
Hathor	5,13	84,9	47,7	2	11	1	8	32	69
Creso	5,08	86,4	52,1	2	21	7	8	33	77
Simeto	4,09	84,4	60,0	1	13	10	8	28	73
Media	5,57	86,1	51,2	1	19	3	8	29	82
Jesi	4,85	85,6	53,4	1	24	4	7	28	-
Pollenza	6,29	86,6	49,0	1	14	3	9	30	82

Tabella 4. Caratteri produttivi ed agronomici medi dei campi di Jesi e Pollenza in ordine decrescente di produzione

Codice linea	GRANELLA	SEMOLA		
	Contenuto proteico % ss	Glutine secco % s.s.	Indice di glutine	Indice di giallo
Aureo	13,1	11,3	88	22,0
Simeto	12,9	10,5	66	20,8
Svevo	12,7	10,9	66	24,1
Creso	12,5	10,5	62	16,8
Neolatino	12,3	9,8	81	16,7
Colosseo	12,3	10,1	68	16,9
Ciccio	12,2	10,6	60	21,4
Claudio	12,1	9,9	84	20,3
Anco Marzio	12,1	9,5	78	19,2
Tirex	11,9	9,4	83	23,9
Hathor	11,8	9,9	82	22,3
QCE-08.361	11,6	9,4	54	20,5
Duilio	11,6	9,2	65	19,3
San Carlo	11,5	9,3	84	20,5
Normanno	11,4	8,6	83	23,1
Karur	11,3	8,1	96	22,8
Meridiano	11,2	8,8	61	23,1
Vinci	11,2	9,0	86	24,1
Dylan	10,9	9,7	58	22,0
Saragolla	10,7	7,1	96	23,1
Iride	10,6	7,9	79	20,3
Media	11,8	9,5	76	21,1
Jesi	11,5	8,6	70	20,4
Tolentino	12,1	10,4	82	21,9

Tabella 5. Caratteri qualitativi medi dei campi di Jesi e Pollenza



Conclusioni

I risultati ottenuti in questo primo anno di sperimentazione, possono fin da ora essere utilizzati dagli agricoltori per orientarsi nella scelta delle varietà più adatte alla Regione Marche. Questi dati andranno confermati dalle prove dei prossimi anni, comunque è già possibile segnalare le varietà che hanno fornito ottimi risultati in tutte le prove:

Saragolla - taglia medio-bassa, ciclo precoce; è stata la varietà più produttiva dell'areale con indice medio di 115 ma il peso ettolitrico e il tenore proteico sono risultati inferiori alla media ed è sensibile alla bianconatura. L'indice di glutine è elevato e l'espressione del giallo buona.

Karur - taglia media, ciclo tardivo; la produzione è elevata in tutte le località di prova (indice medio 115) mentre i caratteri merceologici sono negativi, in particolare il peso ettolitrico che risulta inferiore alla media e la bianconatura elevata. L'indice di glutine è elevato e l'espressione del giallo buona.

Iride - taglia medio-bassa, ciclo precoce; risposta produttiva elevata in tutti gli ambienti, ma associata a peso specifico nella media e proteine basse. L'indice di glutine e il giallo è nella media.

Claudio - taglia elevata, ciclo medio, produzione e peso ettolitrico elevati e stabili associati ad un tenore proteico superiore alla media. Anche la qualità del glutine è ottima, mentre l'indice di giallo è inferiore alla media.

Meridiano - taglia elevata, ciclo medio-precoce; rese alte ma associate a peso ettolitrico e tenore proteico inferiori alla media; anche la qualità del glutine è bassa, mentre l'indice di giallo è buono.

Aureo - taglia elevata, ciclo medio-precoce; rese buone ma associate ad un peso ettolitrico inferiore alla media. E' la varietà che ha ottenuto il contenuto proteico della granella più elevato, tra quelle in prova, associato ad una bassa percentuale di semi bianconati. La qualità del glutine è alta e l'indice di giallo superiore alla media.



Bibliografia

- Quaranta F., Aureli G., Iori A., Pasquini M., Belocchi A., Camerini M., Casini F., Cecchini C., Chierico M., Fornara M., Gosparini E., Matere A., Melloni S., Moscaritolo S., Pucciarmati S., Sereni L., D'Egidio M.G., 2011. Identificazione di varietà di frumento duro appropriate all'impiego in agricoltura biologica. *Dal Seme*, VI, n.4: 55-67.
- Quaranta F., Belocchi A., Camerini M., D'Egidio M.G., Fornara M., Pucciarmati S., Melloni S. 2012. Rese e qualità del grano duro bio in prova. *L'Informatore Agrario* 36/2012, 57-60
- SINAB-Sistema d'Informazione Nazionale sull'Agricoltura Biologica. www.sinab.it



2[^] Monografia

**Prime valutazioni degli effetti
della precessione culturale e della tipologia
di fertilizzanti su rese di frumento e fertilità
del suolo in biologico**

Introduzione 2^a monografia

“Prime valutazioni degli effetti della precessione colturale e della tipologia di fertilizzanti su rese di frumento e fertilità del suolo in biologico”

a cura di *Francesco Torriani* (*)

Una delle maggiori problematiche nella gestione agronomica di colture biologiche è la gestione dei nutrienti e dei fertilizzanti. Si può apportare azoto al suolo mediante due differenti strategie: il corretto utilizzo di azotofissatrici nell'avvicendamento colturale o l'uso di fertilizzanti e ammendanti consentiti in agricoltura biologica.

L'uso delle leguminose viene limitato in molti ambienti da motivazioni di ordine economico, legate alla commercializzazione dei derivati, e spesso esse vengono destinate al sovescio (concimazione verde) (Rodrigues et al., 2006). I fertilizzanti e gli ammendanti pongono problematiche nella loro gestione agronomica poiché i processi di immobilizzazione e mineralizzazione della sostanza organica sono difficilmente programmabili (Geypens, 1996).

La condizione più diffusa in agricoltura biologica è una disponibilità di nutrienti per la coltura inferiore all'ottimale, con ovvie conseguenze sulla quantità e qualità delle produzioni; ma può verificarsi, in alcuni periodi dell'anno, una disponibilità di azoto superiore alle richieste della coltura, con maggiori rischi di accumulo di azoto lisciviabile (Aronsson e Torstensson, 1998).

Poiché l'agricoltura biologica dipende per la nutrizione delle piante, sia che essa sia assicurata mediante leguminose o fertilizzanti e ammendanti, dai processi di trasformazione della sostanza organica del suolo, risulta evidente la necessità di mantenere una buona qualità del suolo. (Bloem et al., 2005).

La gestione del suolo e di conseguenza dell'azoto è una pratica complessa (Delden, 2001) poiché la quantità e qualità di sostanza organica in un suolo varia in esso più lentamente rispetto ad altre caratteristiche che ne definiscono la fertilità; e le tecniche agronomiche per il suo mantenimento devono consistere in una combinazione di pratiche differenti

(Smith et al., 2000). La gestione del suolo e di conseguenza dell'azoto diviene quindi complessa (Delden, 2001).

Nell'Azienda Agraria didattico sperimentale "Pasquale Rosati" dal 1997 è attiva una ricerca per la valutazione degli effetti del sistema colturale, biologico, tradizionale, a basso impatto, sulla sostanza organica del suolo, oltre che erosione idrica e perdite di nitrati. Le analisi del suolo effettuate dopo dieci anni di sperimentazione hanno evidenziato che il contenuto di sostanza organica statisticamente non cambia tra un sistema biologico, fertilizzato con letame bovino, e uno convenzionale, mentre si contrae nel sistema colturale a basso impatto. Confrontando il sistema colturale biologico e convenzionale è emerso che l'apporto di letame in biologico ha favorito la formazione di aggregati strutturali con il risultato di una maggiore presenza di sostanza organica umificata nel terreno coltivato in biologico rispetto a quanto rilevato in convenzionale. Dalle analisi è emerso inoltre che il letame apportato al suolo è stato prontamente aggredito dai microrganismi presenti dando luogo al fenomeno della mineralizzazione. L'azoto reso disponibile in autunno è andato in gran parte perso per lisciviazione, non essendo presenti colture in grado di assorbirlo. Risulta quindi interessante valutare gli effetti su: rese, suolo e disponibilità di azoto; di fertilizzanti differenti rispetto al letame; fertilizzanti che possano essere impiegati con tempi differenti rispetto allo stallatico.

Da dieci anni, l'Azienda Agraria è inoltre parte operativa, assieme all'area Agronomia e Genetica Agraria dell'Univ. Politecnica delle Marche, della Rete nazionale di confronto tra varietà di frumento duro in biologico, coordinata dal CRA-QCE (Unità per la valorizzazione qualitativa dei cereali) di Roma. Obiettivo della Rete è di fornire agli operatori informazioni sull'adattamento e sulla produzione quanti-

qualitativa della granella di alcune varietà di frumento duro coltivate in biologico. Dalla sperimentazione in campo emerge che le rese sono fortemente influenzate dalle condizioni di disponibilità di azoto, oltre che dalla buona efficienza nell'accumulo e rilocalizzazione dell'azoto e della sostanza secca della granella e dalla elevata tolleranza nei confronti di stress biotici con particolare attenzione alle fitopatie.

Nel corso della sperimentazione passata si è puntato in particolare nell'analisi delle risposte delle differenti cultivar commerciali senza concentrare l'attenzione sulla tipologia di fertilizzante utilizzato e sulla sua prontezza nel rilasciare azoto.

Nella sperimentazione attuale, nell'ambito del progetto di filiera biologica, si è voluto verificare, per una delle cultivar risultate più stabili nella produzione durante la sperimentazione di confronto varietale, la risposta a differenti formulati commerciali di fertilizzanti utilizzabili in agricoltura biologica, in funzione della precessione colturale.

Si è valutato l'effetto di differenti fertilizzanti organici sulla fertilità del suolo in differenti avvicendamenti colturali comprendenti frumento duro. In uno schema sperimentale a blocchi completamente randomizzati con 3 ripetizioni, sono stati sottoposti a confronto 4 differenti fertilizzanti organici in 2 avvicendamenti colturali, comprendenti erba medica o una leguminosa da granella e frumento. Per ogni avvicendamento oggetto di indagine sono stati valutati:

- i principali caratteri agronomici, produttivi e merceologici;
- gli effetti su quantità e qualità della sostanza organica nel suolo;
- la dinamica di espansione dell'apparato radicale nel terreno delle colture in atto.

I risultati emersi in questo primo anno di progetto possono essere riassunti nei seguenti punti

- definizione di rotazioni agronomicamente ed economicamente sostenibili per gli imprenditori agricoli che operano in questo settore;
- identificazione dei fertilizzanti organici più efficienti nel rilascio di azoto in funzione della coltura;
- valutazione degli effetti dell'avvicendamento colturale sulla dotazione e caratteristiche della sostanza organica del terreno.

Pertanto la sperimentazione ha permesso di fornire alle aziende agricole elementi per la scelta dei fertilizzanti maggiormente performanti in termini di: resa, qualità merceologica della granella, costi, aumento della fertilità del suolo, sincronia con la crescita radicale. Inoltre, al fine di ottimizzare le produzioni, le prove hanno permesso di fornire alle aziende agricole la quantificazione degli effetti della precessione colturale, in termini di resa, qualità merceologica della granella, fertilità del suolo, topografia e architettura radicale delle colture avvicendate.

() Agronomo, Coordinatore del Progetto "Cereali biologici di qualità"*



Prime valutazioni degli effetti della precessione colturale e della tipologia di fertilizzanti su rese di frumento e fertilità del suolo in biologico

Bianchelli M., Monaci E., Neri D., Polverigiani S., Santilocchi R., Toderi M., Vischetti C.

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche

PREMESSA

Se la fertilità del terreno in prima approssimazione, può essere definita come, la capacità del suolo di permettere la crescita di una pianta coltivata risulta però difficoltoso stabilirne con esattezza i fattori che la condizionano.

E' possibile affermare che la fertilità è il risultato dell'interazione di una serie di caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche presenti nel terreno. Tra le caratteristiche chimiche, alcune, come il contenuto di nutrienti azotati, possono essere modificabili tramite un corretto utilizzo delle rotazioni nell'avvicendamento colturale e/o con apporti esterni. Questo assume particolare importanza nell'ambito dell'agricoltura biologica dove l'impiego degli ammendanti di sintesi risulta fortemente limitato e dove si intende valorizzare quanto più possibile le risorse presenti negli agroecosistemi.

La fertilità organica di un suolo si identifica nelle molte e complesse funzioni svolte dalla sostanza organica che regola la quasi totalità degli equilibri fisici, chimici, biologici e nutrizionali del sistema suolo-pianta. Essa determina una corretta funzionalità biologica del suolo e favorisce uno sviluppo bilanciato delle colture. Sostiene l'attività della mesofauna e della microflora terricola che la trasforma rilasciando macro e microelementi utili alla nutrizione vegetale. I residui organici delle colture svolgono anche un'azione organizzativa della crescita delle radici e ne condizionano il trofismo, ovvero la capacità di assorbire i nutrienti in modo equilibrato. In molte specie sono, infatti, presenti meccanismi autopatici per cui le radici non gradiscono sostanze chimiche derivanti dalla degradazione dei residui della propria specie (o di specie affini, esempio pesco e melo) con conseguente limitazione dell'assorbimento e dello sviluppo e, nei casi estremi, necrosi diffuse.

A ragione quindi, la sostanza organica può essere considerata il carburante biologico del sistema suolo e il suo rein-

tegro nei suoli agricoli, fortemente impoveriti dalle pratiche della moderna agricoltura intensiva, un'urgente necessità. Ma al tempo stesso essa assume un elevato valore organizzativo del comportamento delle radici, per cui possono essere riconosciute nicchie di suolo con residui propri (da evitare) o di altre specie eupatiche (da sfruttare). Questo comportamento favorisce un naturale processo di diversificazione che aumenta la soppressività delle malattie e migliora l'uso delle risorse. Consente inoltre la formazione di cenosi complesse, la cui diversificazione favorisce a sua volta il processo di umificazione e la stabilizzazione dei residui. Si migliora infine l'efficienza ecologica del sistema colturale con effetti positivi per la struttura del terreno e non ostili alle radici che vengono stimolate a una maggiore ramificazione.

Gli agricoltori hanno quindi il dovere, attraverso un'accurata scelta della pratica agronomica, di perseguire l'indigena funzionalità biologica al suolo, con il beneficio di ottenere prodotti agricoli di qualità attraverso minori costi di produzione. Se la struttura del suolo costituisce una caratteristica fisica legata al concetto di "fertilità" che può essere influenzata dall'agricoltore soprattutto tramite le lavorazioni del terreno, le lavorazioni del terreno condizionano in qualche modo anche le caratteristiche biologiche del terreno (contenuto di sostanza organica) poiché l'impiego di tecniche di lavorazione profonda comportano la diluizione della sostanza organica e, di conseguenza, una limitazione dell'attività biologica del terreno. Mentre la rotazione colturale assume un ruolo chiave per garantire biodiversità e sostenibilità al sistema produttivo.

Ruolo e funzioni della sostanza organica nel suolo

La sostanza organica è rappresentata da tutti i residui di origine vegetale, animale e microbica che si accumulano negli strati più superficiali del suolo e che vengono lentamente e continuamente degradati dalla mesofauna (insetti e vermi terricoli) e dai microrganismi. Il suo contenuto dipende dal tipo di copertura vegetale, dal tipo di suolo, dalla sua gestione e dalle condizioni climatiche prevalenti.

In genere, decresce rapidamente a seguito dell'asportazione della vegetazione nativa spontanea e a seguito della coltivazione dei suoli.

La produzione agronomica si avvale della presenza di sostanza organica direttamente ed indirettamente. I vantaggi diretti riguardano l'arricchimento naturale dei suoli agricoli di nutrienti fondamentali per la crescita e la produzione vegetale quali N, P, S e K così come di elementi che, seppur richiesti in quantità minore dalle colture, sono altrettanto importanti per il corretto svolgimento dei processi metabolici delle piante come Fe, Mg, Ca, B, Cu, Zn, Mo. La concentrazione dei macro e micro nutrienti nella soluzione circolante del suolo dipende dalla natura fisico-chimica della sostanza organica accumulata. A sua volta questa, attraverso fenomeni di assorbimento e rilascio, regola la biodisponibilità di questi elementi. Alcune componenti della sostanza organica del suolo, in particolare le sostanze umiche, producono poi effetti diretti di tipo fisiologico sull'accrescimento dei vegetali, sia in seguito ad assorbimento diretto di macromolecole organiche, o parti di esse, da parte dei tessuti vegetali, sia per stimolazione di particolari processi biochimici nei citoplasmi cellulari.

I benefici indiretti riguardano invece tutti gli effetti positivi esercitati dalla presenza della sostanza organica sulle proprietà chimiche e fisiche del suolo.

Nei terreni calcarei, ad esempio, la sostanza organica tende ad abbassare il pH dei suoli, favorendo la solubilizzazione dei fosfati immobilizzati nei sali di calcio.

Essa poi è la principale responsabile della formazione di una buona struttura dei suoli promuovendo l'aggregazione

delle particelle minerali. Un suolo ben strutturato è caratterizzato da un'equa distribuzione dei macro e micropori. Questo favorisce l'accrescimento radicale e gli scambi tra la fase solida (minerale ed organica), liquida (soluzione circolante) e gassosa (aria tellurica). La presenza di una buona struttura inoltre riduce il compattamento del suolo dovuto al passaggio delle macchine.

La presenza di una maggiore macroporosità favorisce l'infiltrazione di acqua piovana riducendone il ruscellamento, con il vantaggio di ridurre anche l'erosione e la perdita del suolo superficiale.

Un suolo ben strutturato è, inoltre, caratterizzato da una maggiore capacità idrica di campo, ovvero è capace di trattenere una quantità maggiore di acqua riducendo i fenomeni di ristagno. A questo si associa l'intrinseca capacità della sostanza organica stessa di assorbire acqua per una quantità pari a circa 20 volte il proprio peso.

Purtroppo, a causa dell'impoverimento in sostanza organica la maggior parte dei suoli agricoli ha perso le sue proprietà biologiche di rilascio dei nutrienti, risultano poco permeabili all'acqua, scarsamente aerati e frequentemente soggetti a fenomeni di compattamento, salinizzazione ed erosione con perdita degli strati superficiali più fertili.

Trasformazione biotica e stabilizzazione della sostanza organica nel suolo

Il suolo è un complesso sistema biologico ancora in gran parte sconosciuto. La vita dell'ecosistema terrestre dipende dalla sua piena funzionalità poiché essa assicura la crescita delle piante che rappresentano il primo anello della catena alimentare e la chiusura dei cicli degli elementi nutritivi. La sua attività metabolica è varia ed ampia, anche se solo il 5% dello spazio disponibile del suolo è occupato dagli organismi viventi.

La mineralizzazione della sostanza organica in forme elementari di azoto (N), fosforo (P) e zolfo (S) è guidata dai microrganismi ed è influenzata da fattori quali temperatura, umidità, pH, ecc. nonché dai rapporti atomici carbonio/azoto/fosforo/zolfo dei residui vegetali in decomposizione.

L'attività della biomassa microbica dipende anch'essa dalla presenza della sostanza organica che rappresenta la principale fonte di carbonio per lo svolgimento della sua attività metabolica.

La sostanza organica del suolo deriva da una miscela eterogenea di residui organici di origine vegetale (foglie, rami, fusti, radici) ed animale (deiezioni, carcasse) che arrivano o sono già presenti nel suolo. I residui organici sono amminutati ed in parte decomposti dalla mesofauna del suolo diventandone parte integrante per mescolamento, incorporazione fisica e traslocazione (lombrichi, formiche miriapodi). Durante questa prima fase di decomposizione, il materiale organico, viene a intimo contatto con il suolo e perciò diventa più accessibile e attaccabile dalla biomassa microbica responsabile della successiva trasformazione biochimica. I microrganismi del suolo sono, infatti, in grado di utilizzare la maggior parte dei composti organici grazie alle loro piccole dimensioni, alla presenza di enzimi idrolitici legati alla parete cellulare e alla loro elevata adattabilità metabolica. Sulla base della resistenza alla biodegradazione microbica, i residui organici permangono per tempi diversi nel suolo (Figura 1).

La frazione labile della sostanza organica è rappresentata dai composti facilmente degradabili come zuccheri semplici, amminoacidi, molte proteine ed alcuni polisaccaridi. Questi composti sono caratterizzati da un'alta solubilità e possono essere facilmente idrolizzati dai microrganismi a composti semplici. Sulla base delle condizioni climatiche predominanti, questa parte della sostanza organica facilmente degradabile permane nel suolo per tempi più o meno lunghi (giorni-mesi). La frazione della sostanza organica che sostiene la maggior parte dell'attività biologica del suolo è detta frazione attiva. Questa è rappresentata dai composti organici più complessi e resistenti alla degradazione microbica come le cere, i grassi, la cellulosa e la lignina che, pertanto, persistono per periodi più lunghi nel suolo (mesi-anni). La frazione organica più recalcitrante alla degradazione è la frazione umica. Le sostanze umiche, rappresentano la componente più stabile della sostanza organica e sono costituite dai prodotti della degradazione chimica e biologica dei residui provenienti dai tessuti vegetali ed animali e/o all'attività di re-sintesi biotica o abiotica. Le molecole umiche tendono ad associarsi in strutture organiche complesse che risultano più stabili e resistenti alla degradazione rispetto al materiale di partenza. La frazione umica arriva

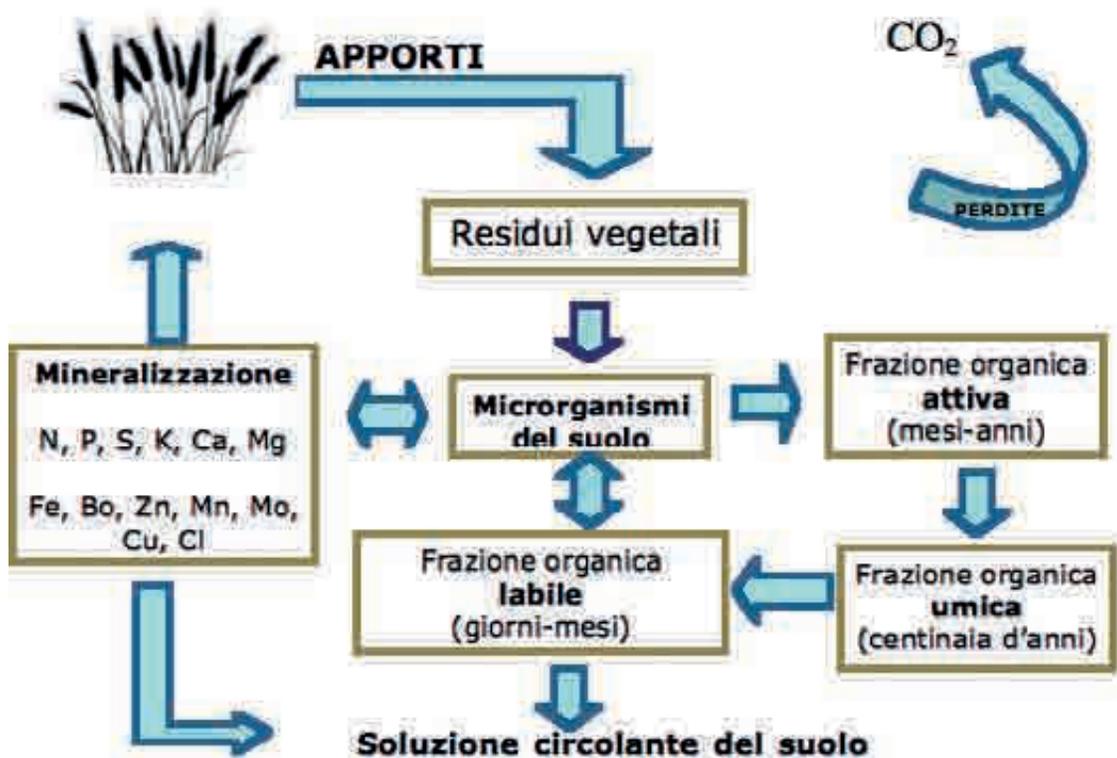


Figura 1. Frazioni organiche e tempi di permanenza nel suolo.

a costituire fino al 65% della sostanza organica del suolo ed ha un tempo di residenza medio che varia nei vari ecosistemi da alcune decine a diverse centinaia d'anni. Essa ha funzione di riserva di nutrienti che si rendono lentamente disponibili nel suolo. La presenza di un'elevata quantità di frazione umica è utile a sostenere l'attività biologica nel lungo periodo e conferisce un'elevata fertilità per il sostanziale miglioramento delle proprietà fisico-chimiche dei suoli agricoli.

La frazione umica

L'humus deriva da una profonda trasformazione della sostanza organica. Durante i processi di degradazione è possibile riconoscere chimicamente le parti di costituzione dei vari composti organici (zuccheri, peptidi etc.). La costituzione chimica delle molecole umiche invece è variabile e non facilmente definibile proprio perché queste si formano per intima trasformazione e ricombinazione dei composti organici della trasformazione microbica. I meccanismi attraverso i quali l'humus si forma nel suolo non sono ancora del tutto chiari, in ogni caso, si ritiene che la struttura molecolare portante delle sostanze umiche sia di natura aromatica, cioè costituita prevalentemente da lignine modificate e/o strutture chinoniche derivanti da componenti polifenoliche. Sulla base della complessità strutturale, delle dimensioni molecolari e della solubilità in alcali e acidi, la frazione umica è divisa in tre componenti principali: acidi fulvici, acidi umici e umina. Le frazioni umiche hanno effetti positivi sulla crescita delle piante, sia in modo indiretto, influenzando le proprietà fisiche, chimiche e biologiche dei suoli, sia in modo diretto agendo sulla fisiologia delle piante stesse.

La presenza di sostanza umificata fa acquisire al suolo un colore scuro favorendone il riscaldamento. Essendo poco solubile in acqua, previene la perdita per lisciviazione negli strati più profondi del suolo di nutrienti. Le sostanze umiche hanno dimensioni colloidali responsabili della formazione di aggregati stabili e della struttura del suolo.

La frazione umica è caratterizzata dalla presenza di gruppi funzionali che le conferisce un potere tampone che reagisce alle variazioni di pH del suolo, proteggendone i delicati equilibri chimici e biologici. Le sostanze umiche contribuiscono per il 20-70% alla capacità di scambio cationico ovvero sulla capacità di un suolo di trattenere e rilasciare macro e micro elementi utili alla nutrizione minerale delle piante, e come già detto, contribuiscono esse stesse al lento rilascio di elementi nutritivi. Esse, inoltre, sono in grado di influen-

zare positivamente la crescita e lo sviluppo delle piante in modo diretto, favorendo la germinazione del seme, influenzando l'assorbimento radicale dei nutrienti e stimolando la crescita e la respirazione dell'apparato radicale.

Particolare attenzione andrebbe quindi posta verso l'attuazione di pratiche agronomiche in grado di restituire ai suoli maggiore contenuto di sostanza organica favorendone la trasformazione nella sua frazione umica per il ruolo che quest'ultima svolge sulle funzioni nutritive e fisiologiche verso le colture.

Pratiche agronomiche quali la presenza di colture di copertura, meglio se leguminose, l'avvicendamento colturale e/o la distribuzione di ammendanti organici tendono a migliorare la fertilità dei suoli. È importante, però, capire quali, tra queste pratiche, sia la più efficace nell'aumentare la quantità di sostanza organica favorendo la formazione di humus.

Alcune problematiche legate all'agricoltura biologica nelle Marche

Parte della sostanza organica che viene degradata secondo i meccanismi precedentemente esposti, rilascia nutrienti, in particolare nitrati, anche in periodi dell'anno in cui non sono presenti in campo colture in grado di assorbirli e che eventuali piogge sono in grado di dilavare causando inquinamento dei corpi idrici. Ciò, nella regione Marche, avviene principalmente nel periodo autunnale con concentrazioni di nitrati spesso superiori a 50 mg L⁻¹.

Per alcune colture in agricoltura biologica il problema è particolarmente sentito per la necessità di interrare i fertilizzanti organici prima dell'inizio del ciclo colturale, spesso ad inizio estate e mediante aratura, ciò causa un'elevata mineralizzazione della sostanza organica nel periodo successivo ed elevate perdite di azoto nell'autunno successivo. L'aratura aggrava il problema poiché induce una maggiore ossigenazione nello strato di terreno lavorato e di conseguenza una maggiore mineralizzazione e rilascio di nutrienti potenzialmente in grado di inquinare le acque.

Il bilancio annuale e stagionale della sostanza organica viene raramente fatto. La sola mineralizzazione naturale può essere stimata attorno al 2% della sostanza organica umificata presente (senza considerare le lavorazioni e le altre tecniche coltivate che la possono ulteriormente aumentare). In un terreno che contiene il 2% di sostanza organica (70 t di humus per ettaro nei primi 30 cm del profilo) si può stimare una mineralizzazione di circa 1,4 t di humus per ettaro per anno, pari a 50-70 kg di azoto. Ovviamente



Fotografia 1. Foto area dell'appezzamento (in rosso) e vista del campo sperimentale.

questi valori sono indicativi e vanno adattati in funzione del contenuto reale nel terreno e della diversa stabilità delle frazioni organiche presenti (quelle meno stabili saranno mineralizzate per prime). Per rendere sostenibile nel tempo la coltivazione si deve ricostituire ogni anno la quota mineralizzata con altrettanta sostanza organica umificata. Il bilancio fra mineralizzazione e umificazione ci permette stimare la frazione mineralizzata e la frazione organica necessaria per migliorare e mantenere la fertilità del terreno.

Infine va ricordato che l'apparato radicale utilizza per il proprio funzionamento una frazione non trascurabile dell'attività fotosintetica (dal 20 al 50%) in funzione della diversa fertilità del terreno, delle tecniche colturali e delle interazioni allelopatiche con altre piante e con i rispettivi residui organici. In condizioni di stanchezza del suolo derivante dalla sommatoria di due processi: a) incremento della presenza di metaboliti tossici nel suolo derivanti da residui vegetali omospecifici e dalla loro degradazione microbica; b) perdita di humus e relativa riduzione del processo di umificazione, la radice necessita di maggiori investimenti a parità di assorbimento. In effetti per il movimento biologico (organico) internazionale, la fertilità rappresenta "la condizione di un suolo ricco di humus in cui la crescita procede rapidamente, senza ostacoli ed efficientemente; il termine implica quindi abbondanza, alta qualità e resistenza alle malattie" (Howard, 1956). Il ripristino di un ciclo "virtuoso" della sostanza organica è quindi fondamentale e necessario è lo studio di come i residui organici evolvono e umificano nelle nostre condizioni e di come le diverse fasi evolutive dei residui nel terreno influenzano la radice (allelopatie) e la nutrizione (trofismo). In effetti le radici sono dotate di sensibilità allelopatica che permette loro di "sentire" le sostanze chimiche



Figura 2.

che si trovano nell'ambiente circostante e di conseguenza possono individuare la migliore direzione da seguire e dove ramificare, ovvero le zone più favorevoli (ricche di nutrienti e povere di residui organici della propria specie). Per questo motivo la fertilità del terreno va mantenuta in primo luogo creando le condizioni ecologiche ideali per l'umificazione.

La sperimentazione in atto: risultati del primo anno

La sperimentazione è stata realizzata nell'annata 2011-2012 presso il corpo destinato all'agricoltura biologica di proprietà dell'Azienda Agraria Didattico-Sperimentale "Pa-

to in 2 avvicendamenti colturali: erba medica ed un avvicendamento orzo-leguminose da granella (da un anno non lavorato).

In Figura 2 sono riportate le principali caratteristiche dei fertilizzanti impiegati.

L'appezzamento utilizzato nella sperimentazione è caratterizzato da una giacitura leggermente collinare. Lo sgrondo delle acque è stato assicurato da un'opportuna affossatura trasversale. Le operazioni colturali eseguite in preparazione del letto di semina su entrambi gli appezzamenti sono state una ripuntatura ad una profondità di circa 25 cm e successivi affinamenti con chiesel ed erpici.

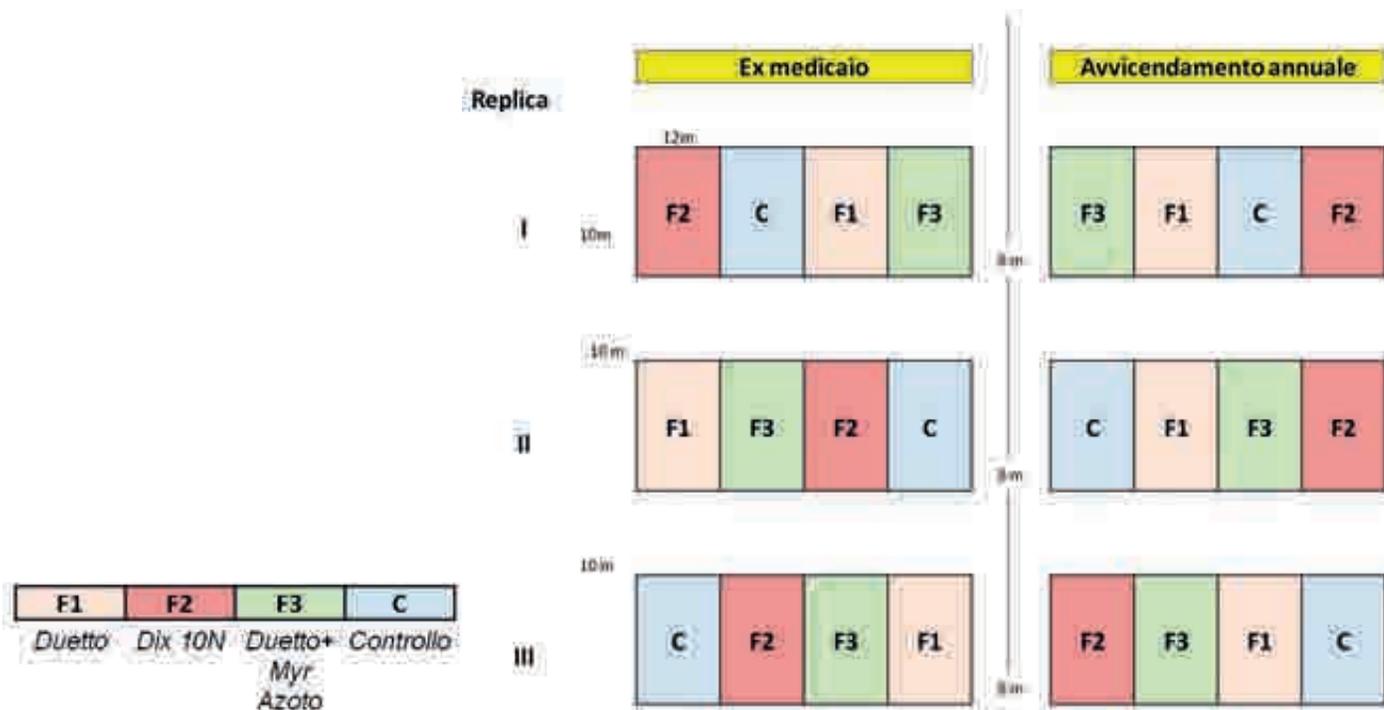


Figura 3. Planimetria del campo sperimentale.

squale Rosati" dell'Università Politecnica delle Marche, sita nel comune di Agugliano (AN) (Fotografia 1). L'obiettivo è studiare gli effetti di alcune tecniche colturali sulla fertilità del suolo e di conseguenza sulle rese e qualità delle produzioni, in particolare in un avvicendamento culturale frumento duro-cece.

In uno schema sperimentale a blocchi completamente randomizzati con 3 ripetizioni sono stati sottoposti a confronto 3 differenti fertilizzanti organici disponibili in commercio (due granulari ed un liquido) ed un testimone non concima-

La varietà impiegata nella sperimentazione è Claudio certificato bio, caratterizzato da una buona resa produttiva, testata in diverse sperimentazioni analoghe nello stesso ambiente in cui si è operato, unita ad una certa stabilità delle rese nel corso delle diverse annate agrarie.

In Figura 3 è riportata la planimetria della sperimentazione.

Le dimensioni delle parcelle sperimentali sono state definite nell'ottica di una raccolta manuale, per esigenze sperimentali, cercando quindi di ottenere una superficie tale



da consentire di effettuare dei campionamenti sulla vegetazione durante il ciclo di crescita e allo stesso tempo avere comunque a disposizione un quantitativo sufficiente di prodotto per le successive analisi qualitative della granella. I tre blocchi ripetuti nei due avvicendamenti colturali previsti sono stati separati da una fascia di rispetto di circa

10 m per evitare possibile deriva dei trattamenti fertilizzanti previsti nel protocollo sperimentale.

In ogni parcella è stato installato un rizotrone di 0,5x0,5 m per l'osservazione dell'accrescimento radicale della coltura. Il periodo di osservazione è stato tra la germinazione della coltura e la fase di botticella.

La semina è avvenuta il 17 novembre 2011 impiegando circa 280 kg/ha di seme certificato bio. Per cercare di contenere la crescita delle erbe infestanti sono stati eseguiti più passaggi con erpice strigliatore (27 gennaio 2012).

La concimazione granulare prevista (80 unità di N per parcella) è stata fatta il 13 marzo 2012, parecchi giorni più tardi rispetto alla data prevista a causa di una spessa coltre nevosa che dalla seconda settimana di Febbraio si è protratta fino ai primi giorni di Marzo, impedendo alle macchine agricole di entrare nell'appezzamento.

Questo fattore, come vedremo più avanti, avrà ripercussioni sui risultati ottenuti.

In data 25 maggio 2012 è stata fatta la concimazione fogliare prevista nel protocollo impiegando circa 4l/ha di prodotto.

Durante il ciclo colturale si è provveduto al monitoraggio della coltura al fine di evidenziare eventuali attacchi parassitari e individuare le date delle principali fasi fenologiche del frumento.

Poco prima della raccolta, su ogni parcella sono stati effettuati dei rilievi sull'altezza delle piante presenti (10 misurazioni per parcella mediante metro rigido) e sulla fittezza delle spighe (conteggio delle piante presenti su di 1m² su una superficie rappresentativa di ogni parcella).

La raccolta è stata fatta manualmente nella prima settimana del luglio 2012, prelevando, per ogni parcella, due campioni distinti, uno destinato alla determinazione della produzione e dei diversi componenti della resa (superficie pari a mezzo m²), l'altro, su una superficie di circa 5 m² destinato a determinare la qualità della granella.

Nello specifico sul campione del mezzo m² sono state separate le infestanti presenti dalle piante di frumento, dalle quali sono state separate gli steli e spighe. Sul totale delle

spighe presenti, dopo trebbiatura manuale, è stata ricavata la produzione totale di granella (t ha⁻¹), il peso ettolitrico (kg hl⁻¹) e l'umidità (%) mentre su un campione rappresentativo di 25 spighe sono stati determinati gli altri componenti della resa (spighette per spiga, cariossidi per spiga e peso dei 1000 semi).

Il campione prelevato su una superficie di 5 m², anch'esso dopo trebbiatura, è stato utilizzato per la determinazione del contenuto proteico della granella, del glutine e dell'indice di giallo.

Stagionalità dello sviluppo morfologico ed architetturale del frumento duro

Il frumento duro (*Triticum durum*) possiede un sistema radicale di tipo fascicolato che può penetrare, a seconda dell'ambiente di crescita, ad oltre 1m di profondità. La radice è dotata di una forte capacità plastica che le consente un adattamento fortemente dinamico alle mutevoli condizioni ambientali e che si basa su variazioni delle caratteristiche morfologiche, architetturali e del livello di attività metabolica della radice stessa.

Immediatamente dopo la germinazione l'apparato radicale vede lo sviluppo di una radice principale e molto rapidamente altre radici appaiono ai lati della prima. Si tratta di radici "embrionali", preformate nell'embrione, che insieme costituiranno il sistema radicale primario. Rapidamente alle radici primarie farà seguito un sistema secondario che si originerà dai nodi sottostanti. Mentre lo sviluppo delle radici primarie è generalmente fortemente gravitropico e verticale, le radici secondarie tendono ad assumere un orientamento più orizzontale, sviluppandosi obliquamente. Il numero di radici prodotte è proporzionale al numero di culmi che si origineranno durante l'accestimento. Le radici primarie tendono a rivestirsi di sottili laterali la cui distribuzione è piuttosto irregolare lungo la radice ma può raggiungere una densità di 4-5 laterali per cm (Figura 4).

In pieno accestimento, il portamento della parte aerea inizia ad essere prostrato, a seguito dall'incurvarsi dei fusti più corti, e le piante iniziano ad avere, a livello aereo una copertura del suolo di 8-9 cm ad ogni lato del solco di semina. La rapida crescita della parte aerea è correlata con uno sviluppo radicale molto pronunciato. La radice primaria ha ampiamente colonizzato i primi 40 cm di suolo e può aver raggiunto la massima penetrazione in profondità che, a seconda delle condizioni di crescita, può superare il metro. Gli apici radicali sono seguiti da una porzione lunga, spessa e

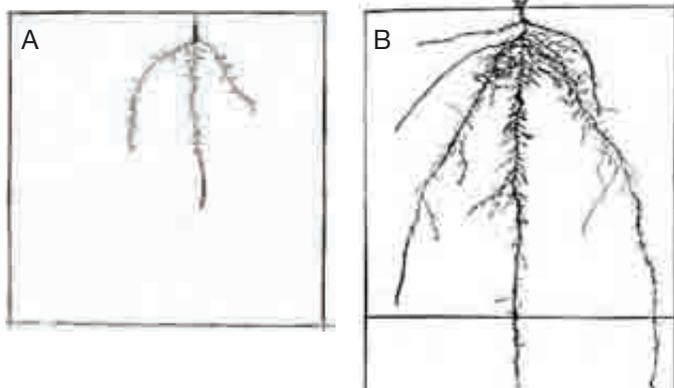


Figura 4. Sviluppo delle radici primarie di frumento duro dopo la germinazione (A) e in pieno accostimento (B)

non ramificata indicatrice di una rapida crescita. Su porzioni radicali più vecchie si intensifica la produzione di laterali che raggiungono ora lunghezze importanti e possono comparire ulteriori ramificazioni di secondo ordine. Anche il sistema di radici secondario segna una crescita molto marcata e ogni pianta possiede almeno 4-6 ulteriori radici in aggiunta a quelle superficiali ed un orientamento prevalentemente orizzontale. In superficie le strutture radicali si mantengono più spesse e carnose con diametri fino al doppio rispetto alle radici seminali. L'intera radice secondaria si presenta fittamente rivestita di peli radicali con un numero di laterali ridotto e di minor lunghezza.

A fine accostimento i fusti possono raggiungere il numero di 7 con un totale di 20 foglie completamente espanse. Per supportare uno sviluppo aereo tanto marcato l'apparato radicale deve aver raggiunto un'elevata estensione. Nuove radici secondarie possono ancora essere generate, per assicurare, con il loro sviluppo fortemente orizzontale un'esplorazione diffusa dei primi 30 centimetri di suolo, per una distanza del fusto che può raggiungere i 12-13 cm di raggio. Mentre la porzione più vecchia e prossimale delle radici secondarie si riveste di tozze laterali, nelle radici seminali si inizia ad assistere ad un progressivo deterioramento delle strutture più vecchie. La frazione prossimale delle prime seminali prodotte può iniziare a disidratarsi e a

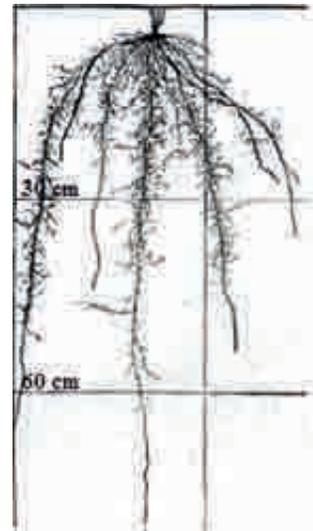


Figura 5. Sviluppo delle radici di frumento a fine accostimento

mostrare esternamente un deterioramento dell'ispessimento secondario. Le stesse strutture radicali mostrano però porzioni terminali ancora perfettamente turgide, e ricche di peli radicali ad indicare un persistere della funzione di assorbimento per la radice e il permanere di un'attività di trasporto per le frazioni più vecchie. La continua produzione/allungamento di laterali aumenta l'efficienza nell'assorbimento delle strutture seminali. Lo sviluppo aereo vede in questa fase un aumento della superficie fotosinteticamente attiva che supera il 100% ogni 15 giorni, e fornisce i fotosintetati necessari al mantenimento di un complesso apparato radicale (Figura 5).

A maturità il frumento duro mostra un apparato radicale fortemente sviluppato. Il numero di radici, lo sviluppo laterale, la profondità raggiunta, la lunghezza e la frequenza delle ramificazioni sono tuttavia molto variabili perché fortemente influenzate da numerose variabili legate all'ambiente di crescita (Weaver, 1926)

Primi risultati dell'attività di sperimentazione

Verranno presentati i risultati riguardanti le rese ed i parametri produttivi, gli effetti delle operazioni colturali sulla sostanza organica nel terreno e sull'accrescimento radicale.

Produzione e qualità merceologica della produzione

Nell'ambito della discussione dei risultati ottenuti verranno prese in considerazione le differenze ottenute tra le due precessioni colturali (erba medica e avvicendamento annuale) per alcuni dei parametri produttivi/qualitativi analizzati. Nell'ambito delle diverse concimazioni organiche in prova non si sono invece avute differenze significative per nessuno dei parametri analizzati, al variare del fertilizzante utilizzato.

A fronte di un buon numero di piante per unità di superficie alla raccolta (circa 400 piante per m² in entrambe le precessioni colturali adottate) le differenze tra le due diverse gestioni sono risultate evidenti considerando le caratteristiche principali della spiga come spighe fertili per spiga (Figura 6) e numero di cariossidi per spiga (Figura 7).

di cariossidi per spiga non risulta particolarmente elevato, segno evidente di come la fase di formazione della spiga e la fioritura non siano avvenute in condizioni ottimali, probabilmente a causa della carenza di azoto nelle fasi cruciali, visto il ritardo con il quale è stata eseguita la concimazione. Anche il peso dei 1000 semi ha avuto un andamento simile, con un peso delle cariossidi della precessione medica mediamente più pesanti rispetto alla precessione annuale (49,4 g contro 43,8 g) (Figura 8).

Tutto ciò ha comportato delle differenze in termini di produzione di granella, attestatasi mediamente sulle 4,2 t/ha per la precessione medica, contro le 2 t/ha ottenute dalle parcelle con precessione annuale (Figura 9).

Anche prendendo in considerazione le caratteristiche qualitative della granella (proteine e glutine) è possibile evidenziare come la precessione medica sia statisticamente superiore rispetto alla precessione annuale, segno evidente di come, malgrado il ritardo con cui è stato somministrato l'azoto alla coltura, la fertilità residua del medicaio abbia messo a disposizione delle piante un quantitativo sufficien-

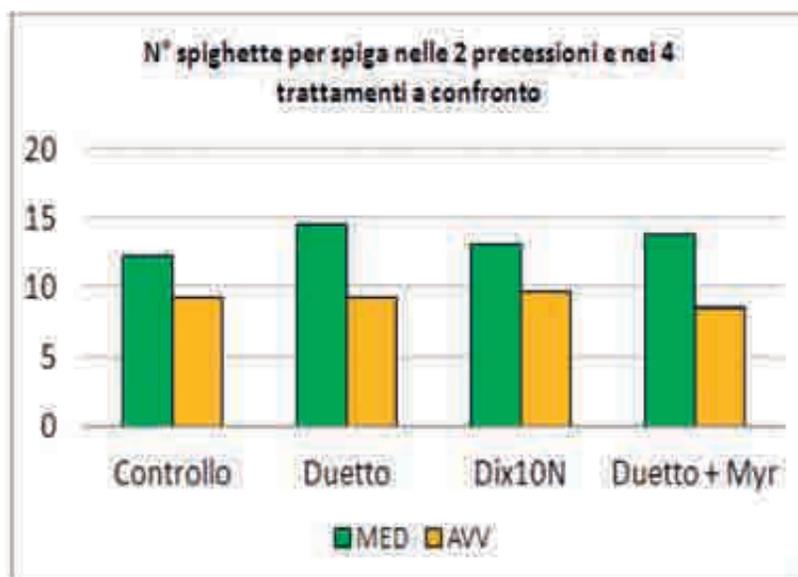


Figura 6.

In media la precessione medica ha fatto registrare 13 spighe fertili per spiga contro le circa 9 avute nella precessione avvicendamento annuale, così come il numero di cariossidi per spiga che è risultato all'incirca il doppio passando dalla precessione medica all'avvicendamento annuale (23 contro 12). È opportuno comunque sottolineare che sia il numero di spighe per spiga che il numero

te di sostanze azotate da traslocare dagli organi vegetativi a quelli di riserva (le cariossidi).

Il contenuto proteico medio della granella, intorno al 13%, è da ritenersi soddisfacente considerando anche il regime di agricoltura biologica in cui si è operato mentre l'apporto dell'azoto sotto forma di concimazione fogliare (Duetto + Myr) non ha incrementato il tenore proteico della granella rispetto alle altre tesi non trattate (Figura 10 e Figura 11).

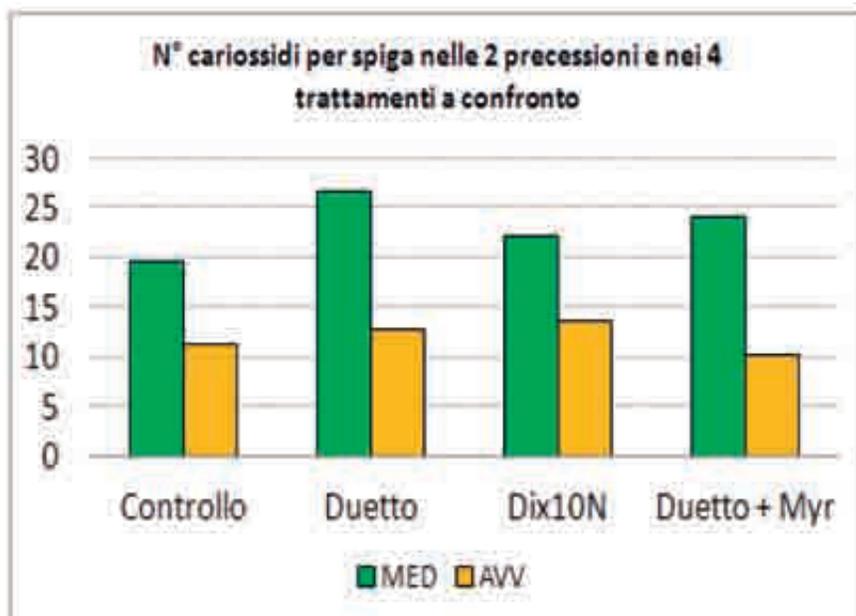


Figura 7.

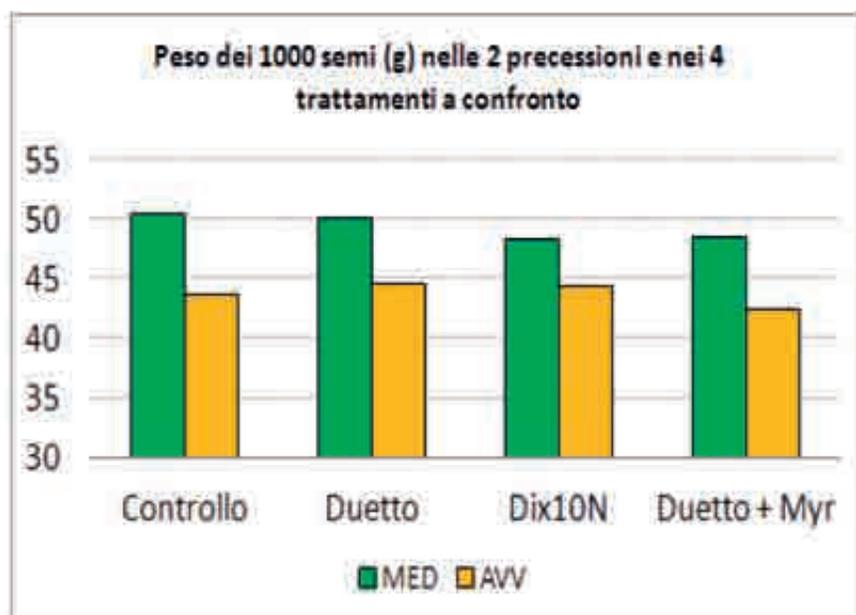


Figura 8.

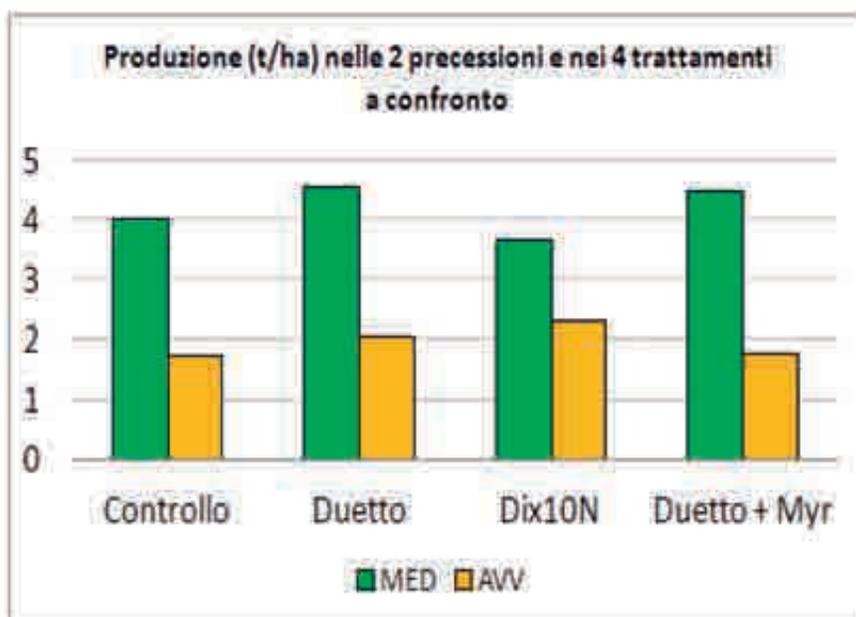


Figura 9.

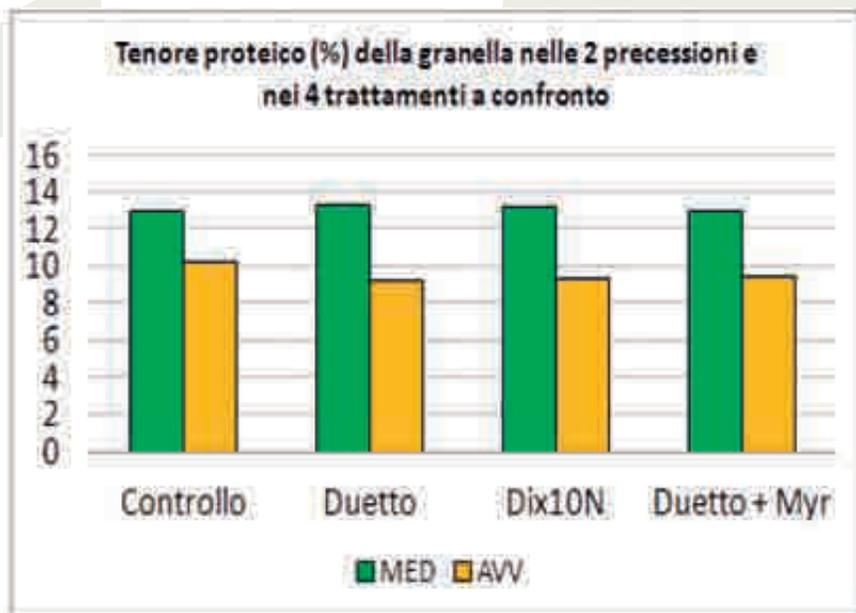


Figura 10.

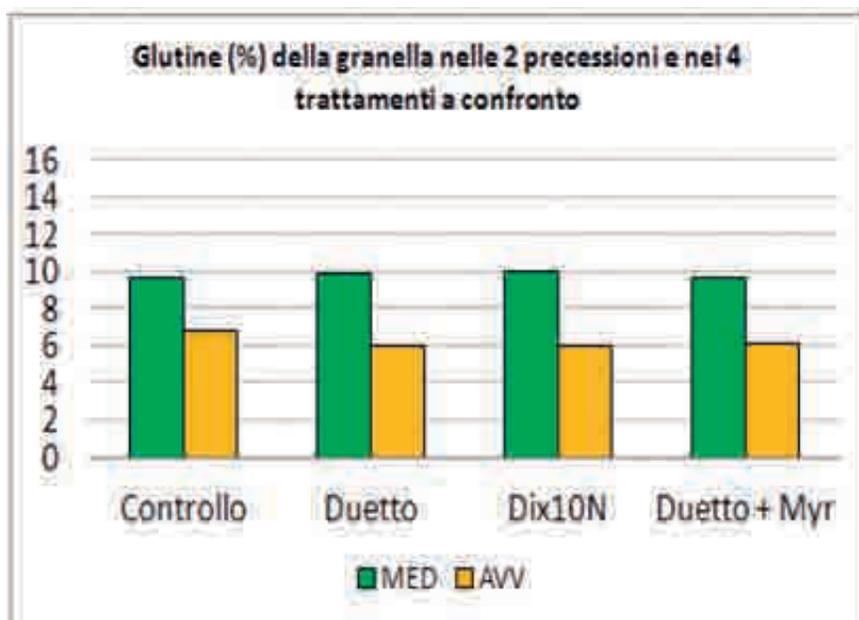


Figura 11.

Effetti delle pratiche culturali sulla sostanza organica nel suolo

Dalle parcelle della sperimentazione, sono stati prelevati 24 campioni di suolo dopo erba medica a due diverse profondità MED10 (0-10 cm) e MED30 (10-30 cm) e 24 campioni di suolo dopo avvicendamento a due diverse profondità AVV10 (0-10 cm) e AVV30 (10-30 cm). Questi sono stati caratterizzati per il contenuto di residui organici, di sostanza organica, frazione labile rapidamente mineralizzabile, carbonio organico umico di riserva, nonché per il contenuto di azoto

totale e nitrico. La prima differenza riguarda il contenuto di residui organici (Figura 12A) che risultava in media 13 volte maggiore nel suolo dopo la precessione con erba medica rispetto a quello del dopo avvicendamento.

La quantità di residui vegetali è ritenuto un indicatore importante, poiché precursore sensibile della variazione che può subire il contenuto di sostanza organica totale dei suoli a seguito della diversa gestione agronomica. Infatti, tutte le frazioni di carbonio organico analizzate risultavano significativamente più elevate nel suolo dopo erba medica. In par-

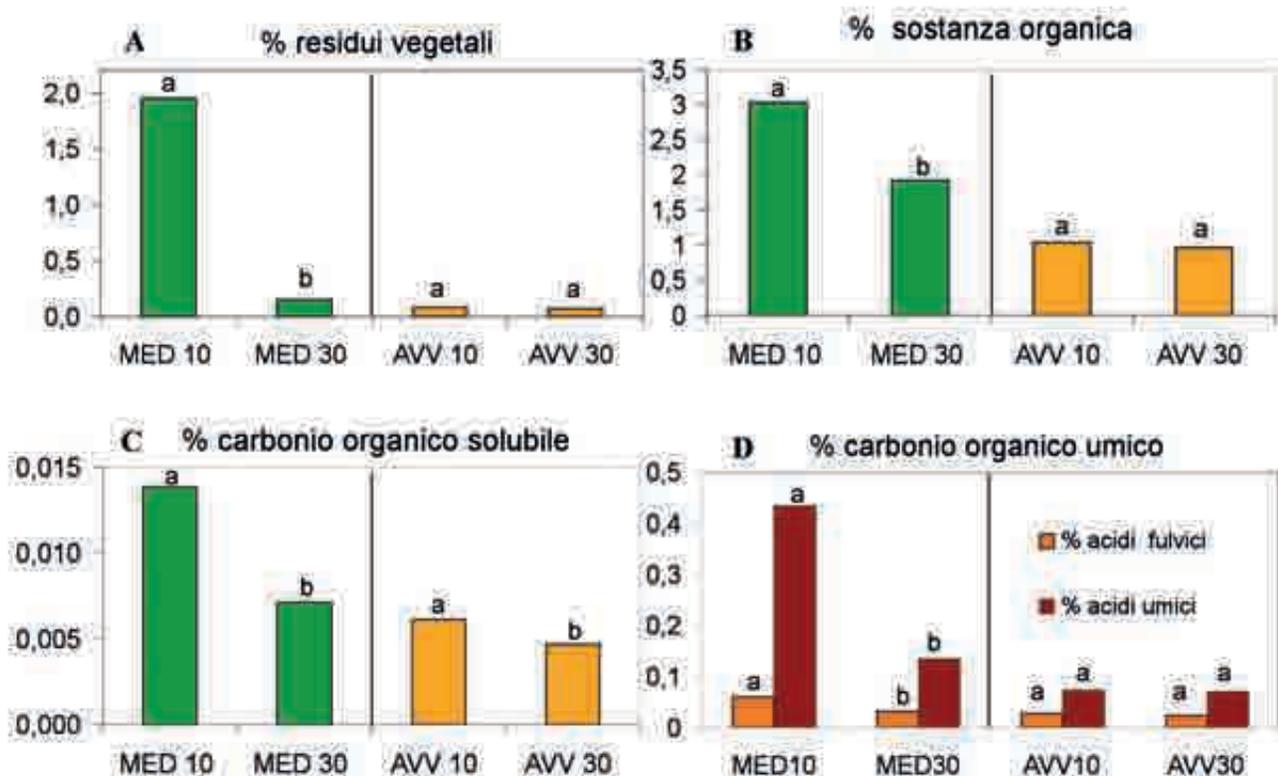


Figura 12. Contenuto di sostanza organica e delle diverse frazioni organiche determinate nel suolo dopo erba medica (MED10, 0-10cm; MED30, 10-30cm) e dopo avvicendamento (AVV10, 0-10cm; AVV30, 0-10cm).

	N totale (g/kg)	N - Nitrico (g/kg)	N disponibile (Unità/Etario)
MED 10	2,3	0,3	87,8
MED 30	1,7	0,2	58,5
AVV 10	1,4	0,03	8,8
AVV 30	1,3	0,05	14,6

Tabella 1. Contenuto di azoto totale e nitrico nel suolo dopo medica e avvicendamento alle due diverse profondità di campionamento (*densità apparente=1,3 g/cm³ a parità di volume di suolo)



Figura 13. Evoluzione della sostanza organica nelle due precessioni colturali

icolare, il contenuto di sostanza organica (Figura 12B) risultava soddisfacente e in media 2,5 volte maggiore di quello del suolo dopo avvicendamento in cui invece era scarso. Il carbonio organico solubile (Figura 12C) e il carbonio organico umificato (Figura 12D) erano rispettivamente 2 e 3 volte maggiore nel suolo dopo erba medica rispetto a quello determinato nel suolo dopo avvicendamento. Essendo poi l'erba medica un'eccellente miglioratrice, il contenuto di azoto totale risultava (Tabella 1) in media 3 volte maggiore rispetto a quello dell'avvicendamento e di questo, quello nitrico, ovvero quello prontamente utilizzabile dalle colture,

circa 6 volte maggiore.

Nonostante l'avvicendamento sia una pratica applicata al fine di conservare le proprietà fisico-chimiche del suolo, la fertilità del suolo analizzato dopo avvicendamento risultava scarsa. La scelta delle essenze da avvicendare è quindi di grande rilievo al fine di ottenere i risultati di fertilità attesi. Ad esempio, compatibilmente con gli obiettivi produttivi, sono da preferire quelle colture che lasciano nel suolo una quantità abbondante di residui colturali che per natura chimico-fisica influiscano positivamente sul bilancio umico. Nel nostro caso, la scarsa quantità di sostanza organica fre-

sca ed umificata nel suolo dopo avvicendamento starebbe ad indicare non solo uno scarso accumulo ma anche una rapida mineralizzazione dei residui colturali lasciati dal tipo di avvicendamento attuato.

Il rapido utilizzo della sostanza organica esogena si ripercuote inevitabilmente sulla quantità di quella endogena, ovvero sulle riserve umiche influenzando negativamente sulle proprietà fisiche e nutrizionali di lungo periodo (Figura 3). Questo effetto si associa a quello sfruttante della presenza delle colture dedicate alla produzione e del loro asporto. Al contrario, la presenza di una leguminosa, come l'erba medica favorisce l'instaurarsi di rapporti simbiotici con microrganismi azotofissatori al livello radicale e migliora le caratteristiche chimiche del suolo, lasciando una notevole massa di residui vegetali.

Il continuo apporto di residui organici a disposizione della biomassa microbica del suolo si riflette nella sua continua trasformazione, rilascio di elementi nutritivi e formazione della frazione umica, cioè arricchisce il suolo di sostanza organica stabile in grado di risiedere nel suolo a lungo.

Dopo ammendamento organico e alla raccolta del frumento il suolo è stato di nuovo prelevato alle due diverse profondità ed analizzato. L'obiettivo questa volta era quello di

valutare le modificazioni indotte sullo stato iniziale della fertilità del suolo, dalla presenza della coltura e di diverse tipologie di ammendante organico, la cui distribuzione aveva la funzione di conservare o addirittura migliorare il contenuto di sostanza organica o di azoto del suolo. Dall'analisi dei suoli, la dotazione di sostanza organica (Figura 14A) risulta ancora in media 2 volte maggiore nel suolo dopo erba medica rispetto a quello dell'avvicendamento. L'aggiunta degli ammendanti organici, così come evidenziato dall'assenza di differenze significative tra le parcelle controllo (assenza di ammendante) e parcelle trattate (presenza di ammendante) non ha determinato gli effetti desiderati di miglioramento o mantenimento della fertilità iniziale.

Questi risultati indicano che la maggiore presenza di sostanza organica nel suolo dopo erba medica, anche a fine frumento, sia di tipo residuale, a dispetto della distribuzione degli ammendanti organici. Va comunque sottolineato che la percentuale di sostanza organica diminuiva globalmente sia nel suolo prelevato dopo medica, sia in quello dopo avvicendamento (confronto Figura 12B con Figura 14A). Gli stessi scarsi effetti esercitati dalla presenza degli ammendanti organici sono rilevabili anche nel caso del contenuto di azoto nitrico (Figura 14B). Ancora, la dotazione di

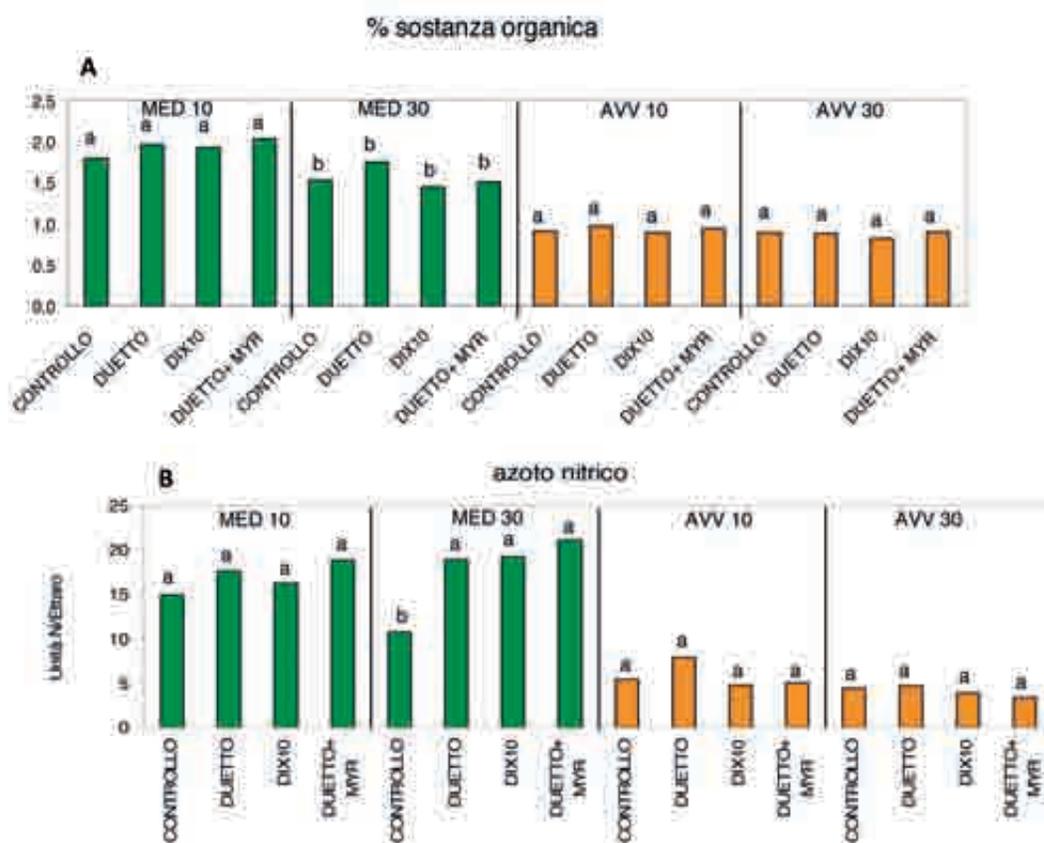


Figura 14. Contenuto di sostanza organica (%) e di azoto nitrico (unità/ettaro) nel suolo campionato dopo ammendamento organico a fine frumento.

azoto nitrico risultava maggiore, seppur fortemente diminuito dalla presenza del frumento, nel suolo dopo erba medica, anche in questo caso per l'insistere dell'effetto residuale della dotazione iniziale. Una piccola differenza tra la parcella controllo rispetto a quelle trattate si rileva a 30 cm di profondità, solo nel suolo dopo medica, dove sembra che la presenza degli ammendanti organici abbia compensato la perdita dell'azoto disponibile assorbito dal frumento. Lo scarso effetto degli ammendanti organici è stato attribuito alla loro mancata mineralizzazione. Questo potrebbe essere dovuto alla presenza di condizioni climatiche (temperatura ed umidità) non ottimali, alle modalità di distribuzione (ad esempio scarso interrimento) o ancora alla loro formulazione commerciale.

Risposta fisiologica della pianta alle pratiche colturali

Fortemente legata alla tipologia di suolo e all'ambiente di crescita è la capacità di esplorazione in profondità manifestata dall'apparato radicale di frumento. In suoli tendenzialmente argillosi e nelle condizioni climatiche che caratterizzano l'area mediterranea, la quasi totalità dell'apparato secondario e una vasta parte delle strutture seminali rimangono localizzate entro i primi 30 cm di suolo (Figura 15). Grazie alle proprie caratteristiche plastiche, gli apparati possono tuttavia allocare selettivamente le risorse destinate alla porzione radicale, in modo da colonizzare di preferenza nicchie più favorevoli allo sviluppo e all'assorbimento, determinando una diversa topografia della distribuzione. Nel nostro caso, a parità di lavorazioni effettuate, la precessione colturale adottata ha indotto variazioni di rilievo nella tendenza all'approfondimento degli apparati. La colonizzazione è risultata infatti più superficiale nelle parcellle che avevano visto, negli anni precedenti, la presenza di medica (MED) (Figura 16).

La tendenza ad un'occupazione più intensiva degli strati superficiali può ragionevolmente essere ricondotta alla maggior presenza di nutrienti e di azoto in particolare, ma anche ad una miglior struttura del terreno capace di garantire la minima resistenza meccanica ed insieme il persistere di una buona disponibilità idrica. Il maggiore approfondimento delle radici nelle parcellle con precessione favino-orzo-maggesi (AVV) può essere invece giustificata con la necessità, da parte della pianta, di ricercare ed accedere ad una disponibilità idrica più persistente localizzata solamente in

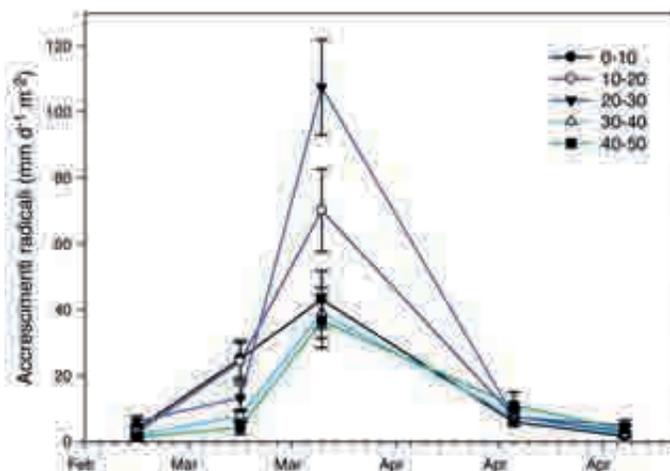


Figura 15. Distribuzione topografica degli accrescimenti radicali registrati attraverso la tecnica del rizotrone

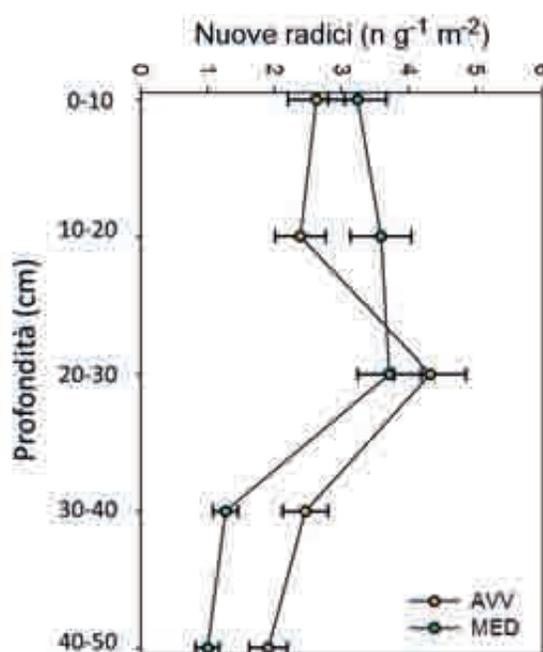


Figura 16. Distribuzione degli apici radicali lungo il profilo come influenzata dalla precessione colturale

profondità.

La struttura del terreno è risultata influenzare fortemente la morfologia degli apparati. In presenza di una struttura migliorata dalla successione con prato di medica, le piante hanno reagito producendo strutture esploratrici dal diametro medio significativamente minore (Figura 17). Di fronte ad una ridotta resistenza meccanica offerta dal terreno esse avrebbero reagito investendo fotosintetati in strutture di diametro ridotto e quindi dal costo di costituzione inferiore, massimizzando così l'efficienza di assorbimento del

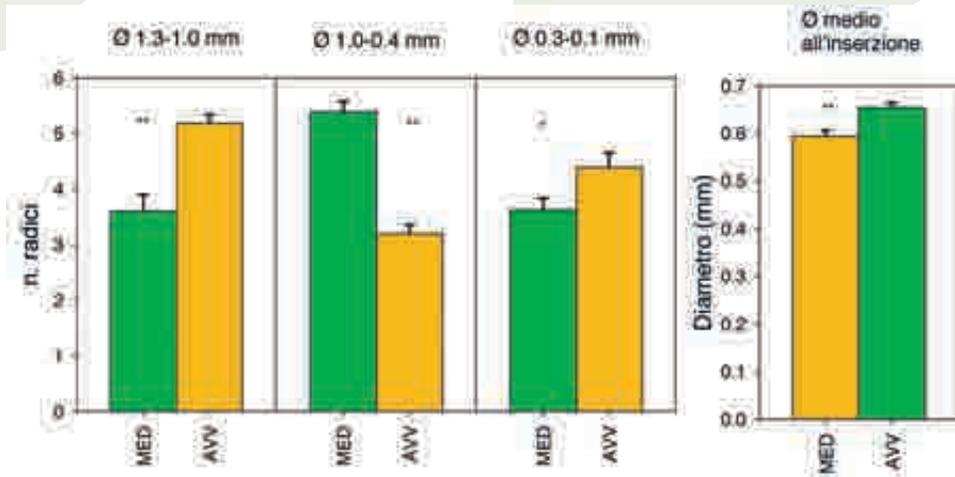


Figura 17. Numero di radici ascrivibile a ciascuna classe di diametro, riscontrato a 37 giorni dalla semina, e loro diametro medio.

sistema. Un apparato fascicolato, costituito da un elevato numero di strutture dotate della massima superficie assorbente e prodotte con un ridotto investimento in termini di carboidrati, rappresenta sicuramente un vantaggio e garantisce la massima attività di assorbimento.

La presenza di radici sottili, d'altra parte, mal si adatta ad una penetrazione in profondità del suolo come confermato dalla tendenza ridotta all'esplorazione verticale. Quest'ultima che è stata un altro degli aspetti caratterizzanti gli apparati di frumento in presenza di una precessione con medica, e che ha contribuito al concentrarsi della maggior biomassa radicale entro i primi 15 cm di suolo (Figura 18) particolarmente funzionali all'assorbimento per la loro ottimale aereazione e per la concentrazione preferenziale di molti nutrienti. A fronte di un effetto esercitato dalla precessione sulla morfologia e la distribuzione topografica degli apparati radicali, l'applicazione di fertilizzanti organici non ha indotto, nelle condizioni della prova, alcuna differenza di rilievo sui parametri morfologici misurati.

Influenza delle pratiche colturali sul metabolismo aereo-radiale

L'apporto di nutrienti, avvenuto tardivamente rispetto alle fasi cruciali di sviluppo degli apparati radicali, non è stato, nella prova, in grado di indurre differenze di rilievo sulla costituzione morfologica. Gli effetti della concimazione sono però apparsi evidenti sui parametri di attività metabolica, monitorati in una fase più tardiva di sviluppo della coltura. In particolare la presenza di concimazione ha offerto un leggero vantaggio in termini di attività fotosintetica svolta, assicurando un maggior livello per unità di superficie foglia-

re (Figura 19).

Il riscontro di una maggior attività fotosintetica è stata supportato anche dalla presenza di una maggior concentrazione di clorofilla nei tessuti fogliari, quantificata qui con l'indice SPAD, indice generalmente correlato positivamente con la capacità metabolica degli apparati aerei.

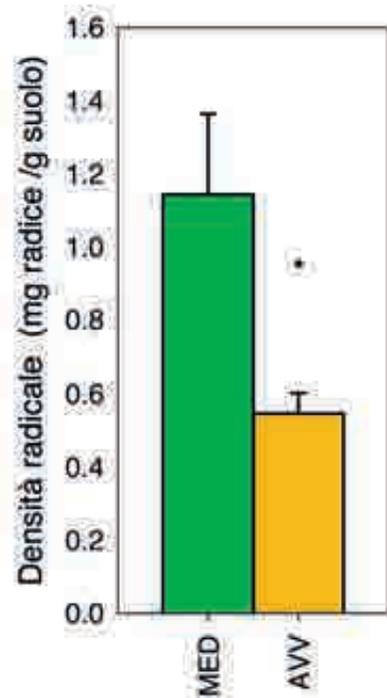


Figura 18. Densità radicale misurata attraverso la tecnica dei carotaggi, nei primi 15 cm di suolo in fase di completo accostamento

Per entrambi i parametri riferiti al metabolismo aereo è risultata evidente l'influenza della precessione colturale. La

presenza nella storia delle parcelle della coltura di medica ha infatti garantito livelli di attività significativamente maggiori.

Le analisi condotte sull'attività radicale si sono mostrate coerenti con i rilievi effettuati a livello aereo. Anche in questo caso infatti la presenza di medica ha stimolato un me-

tabolismo più attivo nelle tesi controllo. L'apporto di fertilizzanti ha altresì accentuato il livello di attività metabolica, in particolare nelle parcelle interessate da avvicendamento Favino-orzo-maggese, arrivando fino a mascherare le differenze legate alla precessione.

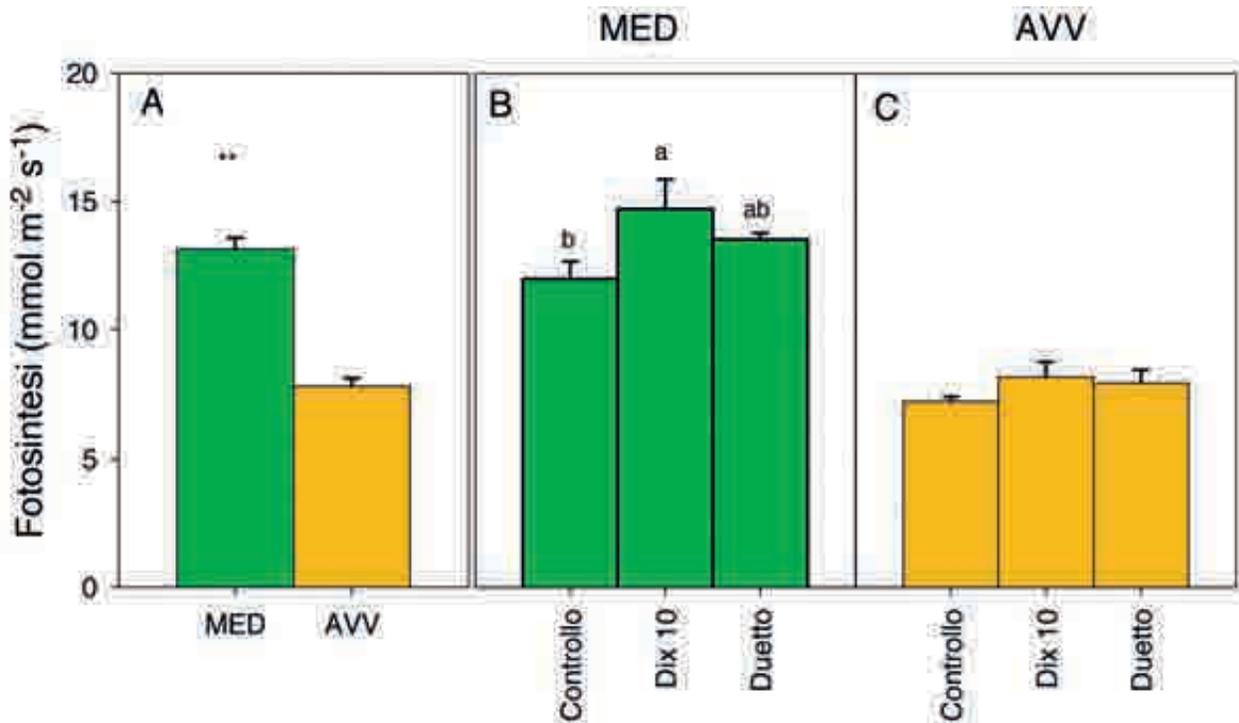


Figura 19. Livello di attività fotosintetica misurata in fase di completo accestimento ed espressa come media di tutti i trattamenti di concimazione per ciascuna delle precessioni (A) e poi come media di ogni singolo trattamento (B e C).

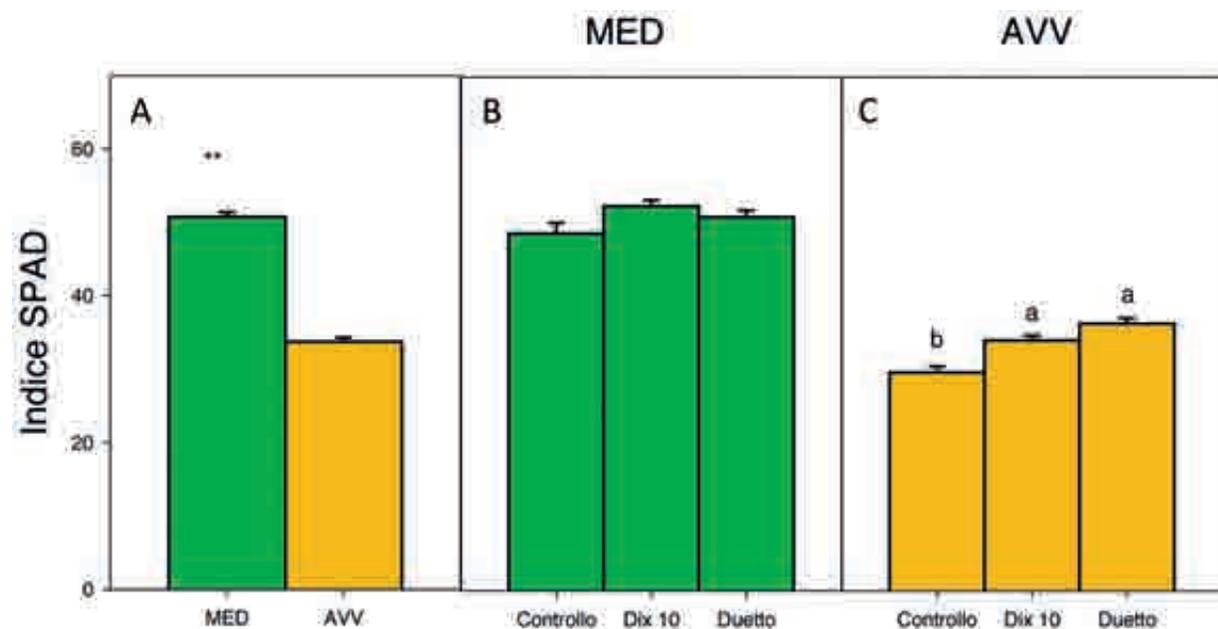


Figura 20. Contenuto di clorofilla misurato in fase di completo accestimento ed espresso in termini di indice SPAD come media di tutti i trattamenti di concimazione per ciascuna delle precessioni (A) e poi come media di ogni singolo trattamento (B e C).

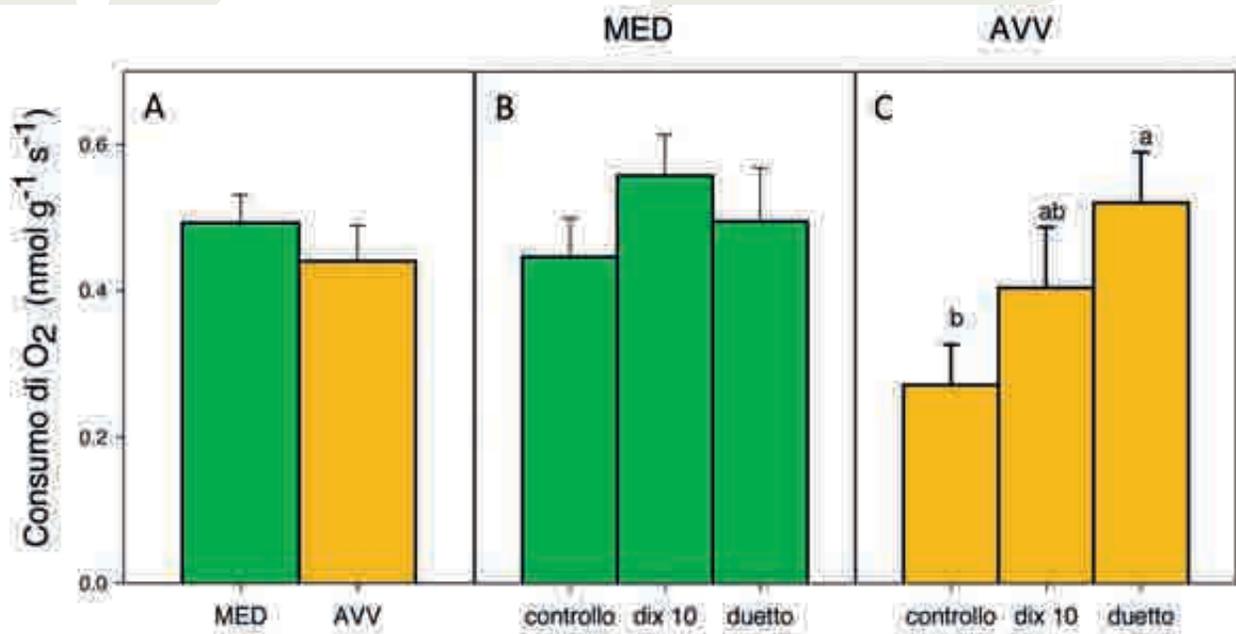


Figura 21 Livello di attività metabolica misurata in porzioni radicali e quantificata in termini di consumo di ossigeno. Il dato è espresso come media di tutti i trattamenti di concimazione per ciascuna delle precessioni (A) e poi come media di ogni singolo trattamento (B e C).

Conclusioni del primo anno di sperimentazione

I risultati sperimentali ottenuti consentono di fare alcune considerazioni che andranno integrate con i risultati che si otterranno nel secondo anno di sperimentazione previsto.

Le produzioni ottenute dalla precessione medica, per l'annata appena conclusa (particolarmente favorevole alla coltivazione del frumento duro in termini di rese totali) appaiono, in prima analisi, non particolarmente elevate.

Il motivo va probabilmente ricercato nella scelta, di effettuare la ripuntatura come lavorazione principale di preparazione del letto di semina.

In tal modo le piante di erba medica (presente nel terreno da quattro anni) non sono state completamente estirpate e hanno avuto modo di continuare il loro ciclo vegetativo, entrando in competizione con le piante di frumento.

La scelta di non effettuare l'aratura per la rottura del medicaio è legata alla valutazione della possibilità di evitare una lavorazione principale profonda che causa una elevata ossidazione della sostanza organica e possibili perdite di nitrati nel successivo periodo autunnale. Una riduzione della profondità e tipologia di lavorazione dovrebbe favorire inoltre una maggiore conservazione della fertilità del suolo. In generale la precessione medica ha prodotto più del doppio rispetto all'avvicendamento annuale.

Non rilevabili sono invece le differenze tra i prodotti fertilizzanti impiegati con il quale è stata effettuata la concimazione organica.

Nelle rese ottenute è possibile attribuire una scarsa risposta alla fertilizzazione organica a causa del ritardo rispetto a quanto previsto dal protocollo sperimentale nella distribuzione dei fertilizzanti organici a causa del maltempo (neve). La natura stessa dei fertilizzanti ammessi in agricoltura biologica non garantisce un'azione immediata bensì un rilascio graduale, a seguito del processo di mineralizzazione degli elementi nutritivi. Ciò rende più difficile una puntuale somministrazione dei fertilizzanti in prossimità dei periodi di maggiore assorbimento da parte della coltura al fine di limitare le perdite di azoto nelle acque. Maggiori indagini verranno effettuate nel proseguimento della sperimentazione sui tempi di rilascio di azoto dei fertilizzanti utilizzati nella sperimentazione.

Sarà comunque interessante verificare le produzioni della leguminosa prevista in rotazione nel secondo anno, considerando che potrebbe esserci della fertilità residua derivante dai fertilizzanti organici distribuiti per il frumento.

Il confronto tra le due precessioni evidenzia una maggiore e prolungata fertilità del suolo dopo erba medica rispetto a quella del suolo dopo avvicendamento. Maggiore il contenuto di sostanza organica, maggiore è risultato della frazione umica, e come atteso, maggiore la presenza di azoto

biodisponibile per la nutrizione vegetale. Inoltre, va sottolineato che, gli effetti benefici della presenza dell'erba medica sono "certi", cioè non influenzati da fattori esterni quali ad esempio epoca di distribuzione, modalità di ammendamento e composizione chimico-fisica degli ammendanti.

Bibliografia

- Leifeld, J., Kögel-Knabner, I. 2005. Soil organic matter fractions as early indicators for carbon stock changes under different land-use, *Geoderma* 124, 143–155.
- Nannipieri, P. 1993. Ciclo della sostanza organica nel suolo. Patron Editore.
- Piccolo A., 2001. The supramolecular structure of humic substances. *Soil Science*, 166, 810-832.
- Sequi, P., 2006. Fondamenti di Chimica del Suolo. Patron Editore.
- Stevenson F.J. 1994. Organic matter—micronutrient reactions in soil". In: *Micronutrients in Agriculture*, Mortvedt, J.J., Cox, F.R., Shuman, L.M., Welch, R.M. (Editori), Soil Science Society of America, Madison,.
- Varanini Z., Pinton R. 2001. Direct versus indirect effects of soil humic substances on plant growth and nutrition. In: *The Rhizosphere*, Pinton, R., Varanini, Z., Nannipieri, P. (Editori) Marcel Dekker, Basel, pp.141–158.
- Violante P. 2009. Suolo e qualità dell'ambiente. Edagricole - Edizioni Agricole.
- Weaver J.E. 1926. Root development of field crops. McGraw-Hill Book Co. New York



3[^] Monografia

**“Qualità nutrizionali dei cereali,
in particolare dell’avena”**

Introduzione 3^a monografia

“Qualità nutrizionali dei cereali, in particolare dell’avena”

a cura di Francesco Torriani (*)

Lo studio delle proprietà nutrizionali dei cereali acquisisce importanza economica in quanto le conseguenze degli eventi biochimici e fisiologici che li caratterizzano si riflettono sulla performance del prodotto durante la maturazione, conservazione e shelf-life. Il cereale è caratterizzato da cellule viventi che continuano il loro metabolismo dopo la raccolta e le modalità di stoccaggio o i trattamenti che esso subisce influenzano la capacità del prodotto di mantenere inalterate il più a lungo possibile le migliori caratteristiche qualitative e di esercitare benefici effetti sulla salute. Questo concetto assume un’importanza dominante ai fini della commercializzazione dei prodotti cerealicoli, che solitamente sono raccolti, essiccati e stoccati per lunghi periodi in silos a temperatura ambiente o in celle refrigerate.

La qualità di un cereale si può caratterizzare valutandone le proprietà organolettiche e nutrizionali, dimostrando che queste proprietà vengono preservate durante tutta la filiera di produzione al fine di collegarle al miglioramento o mantenimento della salute del consumatore.

Nell’ambito dei cereali prodotti con metodo biologico tale prospettiva assume maggior importanza, viste le particolari attenzioni che tale tipologia di coltivazione richiede. La qualità dei prodotti biologici si basa su una filiera dedicata e controllata: la selezione di cultivar capaci di garantire la miglior resa e la maggior resistenza ai parassiti, la rotazione delle colture, obbligatoria per non depauperare il terreno di nutrienti, uso di fertilizzanti, ammendanti, insetticidi e anticrittogamici ammessi dalla normativa per il biologico. Tutti

questi fattori impongono delle scelte, che spesso non sono in linea con la concorrenza, imposta dal settore dell’agricoltura convenzionale, e che provocano un aumento dei costi dei prodotti al consumo. Diviene perciò fondamentale rendere evidenti agli occhi dei consumatori il vantaggio degli aspetti nutrizionali dalla materia prima al prodotto finito. Questi aspetti costituiscono il vero vantaggio competitivo degli alimenti biologici, insieme al merito “morale” di contribuire alla salvaguardia dell’ambiente. In questa ottica si articola il progetto di ricerca, che verte sullo studio di due cultivar di avena (*Avena sativa* L).

L’avena è un cereale di grande valore nutrizionale per la sua composizione glucidica e protidica, ma è considerato altresì importante per la sua composizione in polifenoli. I polifenoli presenti nell’avena hanno dimostrato la capacità di diminuire sensibilmente la pressione sistolica ed il livello di colesterolo. Tra questi composti ricordiamo: acidi fenolici (acido caffeico, cumarico, ferulico, idrossibenzoico protocatecuico, siringico, vanillico e sinapico) e flavonoidi (quercetina, apigenina, luteolina, kaempferolo e tricina). La vera particolarità nutrizionale dell’avena consiste però nella presenza di una categoria di composti fenolici azotati, noti come avenantramidi (Emmons e Peterson 2001). Tali molecole, oltre ad essere dei potenti antinfiammatori, possiedono una spiccata capacità antiossidante e la loro biodisponibilità nell’uomo è stata dimostrata (Chen CY et al, 2007). Le avenantramidi hanno anche la capacità di inibire la proliferazione delle cellule tumorali, dimostrandosi buoni

agenti di protezione contro i tumori. (Guo W et al 2009)

Le proprietà nutrizionali e salutistiche dell'avena sono reali se vengono mantenute integre le molecole di interesse durante tutta la filiera produttiva, dal campo alla tavola.

La ricerca si collega agli studi precedenti effettuati sul contenuto proteico del farro sottoposto a due tipi di macinazione: mulino a pietra e mulino a martelli metallici. La parte relativa agli antiossidanti (polifenoli e flavonoidi) e al ruolo salutistico delle avenantramidi si collega con gli studi portati avanti negli ultimi 10 anni su bietola verde e olio extravergine di oliva che possiedono antiossidanti di notevole importanza salutistica.

Il progetto intende studiare il valore nutrizionale di avena prodotta nelle Marche dal punto di vista della concentrazione dei macronutrienti, principalmente proteine e carboidrati, e dal punto di vista dei micronutrienti, e principalmente i composti fenolici e in particolare le avenantramidi. Le avenantramidi sono particolarmente presenti nella crusca e la loro quantità varia notevolmente a seconda della varietà, del luogo di coltura e delle condizioni di stoccaggio. Il progetto intende valutare il contenuto delle avenantramidi e dei polifenoli nella materia prima appena raccolta, dopo uno stoccaggio prolungato, prima e dopo il trattamento tecnologico per arrivare al prodotto finito. Sarà eseguita una comparazione di 2 varietà, al fine di ottenere indicazioni

sulle differenze nutrizionali ed organolettiche. Lo studio prevede quindi, due cultivar di avena (*Avena sativa* L), coltivate su due terreni di diversa composizione, che saranno campionate al momento della raccolta, dopo la selezione ed il confezionamento in sacchetti ed al termine di 12 mesi di conservazione in celle a temperatura, umidità e atmosfera controllata. Si procederà successivamente allo studio delle farine immediatamente dopo la molitura, dopo lo stoccaggio di 12 mesi e dopo il processo di fiocatura.

I dati sul valore nutrizionale dell'avena tal quale, sulle farine e sui fiocchi saranno divulgati presso le aziende di trasformazione, mulini e pastifici in particolare, per valorizzare e ampliare il consumo dell'avena prodotta nel Montefeltro. Particolarmente interessati saranno quei pastifici, che già hanno iniziato a produrre pasta con contenuto di farina di avena per abbassare l'indice glicemico in soggetti diabetici.

() Agronomo, Coordinatore del Progetto "Cereali biologici di qualità"*



“Qualità nutrizionali dei cereali, in particolare dell’avena”

Prof. Paolino Ninfali

Dipartimento di Scienze Biomolecolari Università degli Studi di Urbino “Carlo Bo”

Introduzione

Dati epidemiologici raccolti negli ultimi 30 anni hanno dimostrato chiaramente che una dieta ricca di cereali integrali riduce l’incidenza di tumori del 30 %. Se consideriamo il numero di nuovi tumori che insorgono nella popolazione europea ogni anno, possiamo comprendere come una riduzione del 30 % significhi la salvezza di molte vite umane, una migliore qualità della vita e un risparmio enorme di spese sanitarie.

La spiegazione dell’effetto esercitato sulla salute dai cereali integrali non è semplice, perché molte possono essere le ragioni di questo effetto salutistico. Le ipotesi più accreditate attualmente sono le seguenti:

- 1) Il merito è della fibra;
- 2) la prevenzione deriva dal minore indice glicemico dei cereali integrali verso i prodotti a base di carboidrati raffinati;
- 3) la prevenzione è merito dei micronutrienti, polifenoli e vitamine in particolare;
- 4) la prevenzione deriva dalla combinazione dei tre fattori sopracitati;
- 5) La prevenzione deriva da fattori ancora sconosciuti.

Analizziamo con maggiori dettagli i punti sopracitati.

La fibra. La presenza di fibra solubile nei cereali accelera il transito dei cibi nell’intestino e nello stesso tempo elimina il colesterolo che resta intrappolato nelle feci. La fibra solubile rappresenta anche un materiale nutritivo selettivo per i lattobacilli dell’intestino. Essi sono i nostri commensali naturali, e possono proliferare in presenza di fibra, per merito di polisaccaridi, chiamati betaglucani e fruttosani. La proliferazione dei lattobacilli porta alla eliminazione di batteri patogeni e garantisce il benessere generale dell’individuo. I beta glucani della fibra sono anche in grado di stimolare le difese immunitarie rendendo l’individuo maggiormente protetto da varie le patologie.

L’indice glicemico. I cibi a base di cereali integrali sono assorbiti lentamente e inducono livelli modesti di glicemia nel sangue rispetto ai carboidrati raffinati. Un minore indice glicemico post-prandiale, porta ad un minore stress delle cellule beta del pancreas che producono insulina, mantenendo

bassi i fenomeni di insulino-resistenza che provocano obesità e diabete. Inoltre un basso indice glicemico protegge le arterie dal danno endoteliale e riduce significativamente la formazione di placca ateromatosa.

Micronutrienti. In questa classe di molecole, quelle che attirano maggiormente l’attenzione dei ricercatori sono i polifenoli. Queste molecole sono presenti in forme diverse nel mondo vegetale. Attualmente si conoscono circa 6000 di questi composti, ma il loro numero è destinato ad aumentare mano a mano che lo studio e la caratterizzazione degli alimenti vegetali progredisce. I polifenoli sono in grado di bloccare reazioni di ossidazione a carico delle macromolecole che compongono le cellule, ma anche di interagire con i segnali cellulari che controllano la proliferazione e il differenziamento. Recentemente l’attenzione è stata posta sul fatto che i polifenoli sono in grado di inibire sia il trasporto degli zuccheri dall’intestino al sangue, sia sul fatto che inibiscono le amilasi e le lipasi pancreatiche, creando contemporaneamente sia l’effetto antiossidante che quello ipoglicemizzante o ipolipemizzante, sia l’effetto antiinfiammatorio che il controllo del ciclo cellulare. Quest’ultimo effetto riduce le possibilità che le cellule vadano incontro a mutazioni in seguito ad errori nello svolgimento di ciclo di replicazione cellulare.

In alcuni cereali, troviamo categorie di composti fenolici specifici che hanno sorprendenti proprietà salutistiche. E’ il caso delle avenantramidi dell’avena che hanno mostrato proprietà antiossidanti, anti-infiammatorie e antitumorali decisamente più potenti di altre categorie di polifenoli.

La sorpresa di coloro che hanno studiato le proprietà biologiche di queste molecole è stata quella di vedere che ci sono 11 tipi diversi di avenantramidi e tra queste ce ne sono tre particolarmente potenti nell’esercitare l’effetto salutistico.

La ricerca procede a passo veloce nella speranza di trovare negli alimenti molecole sempre più interessanti per la prevenzione delle malattie e visti i progressi fatti in quest’ultimo decennio c’è da pensare che presto lo studio della composizione degli alimenti e dei loro micronutrienti ci porterà ad un arsenale di molecole naturali di grande utilità per

proteggere la salute dell'uomo.

Tornando ai cereali integrali, è bene sottolineare che per mettere in evidenza le molecole, che possono giocare un ruolo importante nella prevenzione delle malattie, il loro vantaggio salutistico deve essere provato sull'uomo. Gli esperimenti sugli animali o su cellule coltivate in vitro sono insufficienti per dare una indicazione nutrizionale chiara. L'autorità alimentare europea vigila strettamente sui claims salutistici per impedire che false aspettative siano indotte nei consumatori, creando poi una generale sfiducia nella ricerca sugli alimenti. Inoltre il cereale studiato deve essere prodotto con sistemi agronomici ben definiti (terreno, concimazione, cultivar, irrigazione, ecc..) per rendere riproducibili i risultati. Attenzione particolare va dedicata alla scelta della cultivar, poiché spesso cultivar diverse possiedono proprietà differenti, proprio perché contengono diverse quantità dei composti che esplicano l'effetto salutistico. La ricerca inclusa nel progetto misura 124 in corso, presso l'università di Urbino, prevede lo studio di due cultivar di avena nuda seminata in due terreni di diverso impasto. L'obiettivo è quello di determinare la concentrazione di macro e micronutrienti. In particolare si valuteranno i polifenoli liberi e legati, le avenantramidi e i beta-glucani che sono i composti di maggior interesse. Presenteremo in questo convegno alcuni dati preliminari sui micronutrienti e sull'Influenza che il processo di trasformazione della granella di avena in farina, fiocchi, pasta cruda e cotta, e germogli può avere sulle molecole fenoliche e sul loro potere antiossidante. La valutazione della capacità antiossidante, che viene fatta nel nostro laboratorio con il metodo ORAC, rimane il valore di riferimento per quantificare l'effetto salutistico dei polifenoli come antiossidanti. Esso valuta la quantità e l'efficienza degli antiossidanti che abbiamo ingerito con una porzione di un alimento.

Le comunicazioni di questa giornata mostreranno come ci sia nei cereali un potenziale salutistico antiossidante di tutto rispetto che può essere significativo nella prevenzione delle malattie croniche.

Cereali e valori nutrizionali (Dott. Marcello Speciale)

Il termine cereale deriva da Ceres, la dea della terra e dell'agricoltura, a simboleggiare come questa famiglia di alimenti rappresenti le fondamenta storiche dell'alimentazione umana fin dall'antichità. Non per altro, i cereali rappresentano la base della piramide alimentare prevista dalla Dieta Mediterranea.

Sulla base del grado di lavorazione a cui vengono sottoposti, i cereali, possono essere suddivisi in 2 sottogruppi principali: cereali integrali e cereali raffinati.

- I cereali integrali contengono l'intero patrimonio nutritivo del chicco.
- I cereali raffinati subiscono invece l'asportazione della parte esterna del chicco con tutto quello che contiene, mentre viene mantenuto l'endosperma.

I nutrienti sono presenti all'interno del cereale (Fig 1.) in concentrazioni differenti a seconda dei differenti compartimenti del chicco stesso. Il chicco (o cariosside) è costituito

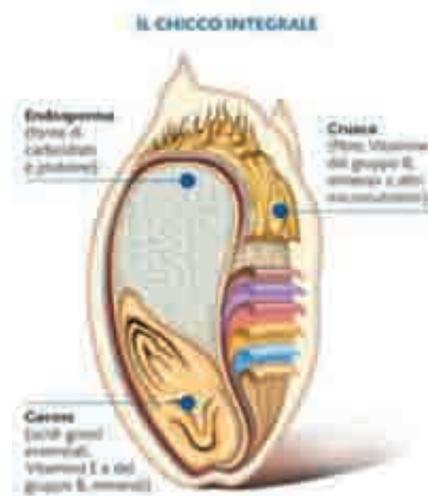


Figura 1. Struttura interna di un chicco di cereale

da 3 regioni che partendo dall'interno sono:

1. **Germe** che costituisce l'embrione; contiene vitamine del gruppo B, vitamina E, antiossidanti, fitonutrienti e grassi insaturi.
2. **Endosperma** che rappresenta la riserva energetica del germe; contiene carboidrati sotto forma di amidi, proteine, tracce di vitamine e sali minerali.
3. **Crusca** che è la parte più esterna del chicco; fornisce protezione dagli agenti atmosferici, chimici e biologici ed è molto ricca in Fibre, vitamine del gruppo B e minerali.

g%	ABBURATTAMENTO				
	50%	72%	80%	85%	INTEGRALE
Acqua	14,5	14,5	14	14	14
Protidi	6-7,5	8-11	8-13	9-14	10-15
Zuccheri	1-2	1-2	1-2	2-2,5	1,6-2,2
Amido	72-74	65-70	64-69	64-68	60-65
Lipidi	0,4-0,6	0,8-1	1-1,5	1,2-2	2-3
Cellulosa	0,1	0,15-0,20	0,2-0,4	0,6-1	2,5
mg/100g					
Calcio	15	16	20	30	40
Fosforo	95	95	160	200	400
Ferro	1-2	1-2	2	3	3,5
Vit. B1	0,06	0,11	0,25	0,30	0,40
Vit. B2	0,03	0,04	0,5	0,7	0,12
Ac. Nicotinico	0,7	0,72	1-2	2-3	5-6
Vit. B6	0,1	0,2	0,25	0,3	0,5

Tabella 1: Modificazione della concentrazione dei nutrienti durante il processo di abburattamento.

Il grado di separazione delle varie componenti del chicco (processo di abburattamento), determina il tipo di farina e le sue caratteristiche nutrizionali. La legge italiana definisce con la dicitura "00" la farina che ha subito un abburattamento del 50%, farina "0" quella abburattata al 72%, farina "1" quella all'80% e farina "2" quella all'85%. La farina "integrale" invece, ha subito solo un primo processo di macinazione, senza ulteriori buratti.

L'abburattamento porta all'allontanamento di materiale nutritivo sia in termini di macronutrienti (**Carboidrati, Grassi e Proteine**) che di **Micronutrienti (Vitamine, Minerali, Fitonutrienti etc.)**.

Nella tabella 1 sono riportati i valori dei principali macronutrienti e micronutrienti e la loro variazione in termini di percentuale durante il processo di abburattamento.

Nella colonna destra della tabella 1, sono riportati i valori del cereale integrale. Si osserva come all'aumentare del processo di lavorazione (spostandosi da destra verso sinistra) vi sia una perdita sempre più rilevante di principi nutritivi.

Per quanto riguarda i macronutrienti la percentuale di proteine cala dal 10-15 % della farina integrale a 6 % nella farina 00. Diminuiscono anche le concentrazioni di lipidi e cellulosa. Di contro aumenta la quota amidacea che da 60-65 % dell'integrale diventa 72-74 % della farina 00.

Per quanto riguarda i micronutrienti (vitamine e sali minerali) la perdita è nettamente maggiore.

Si ha la totale eliminazione di minerali come il fosforo e di alcune vitamine come la B1 e la B3 e un calo ponderale di tutte gli altri componenti.

A questo punto concentreremo l'attenzione su 3 dei principali cereali utilizzati nell'alimentazione umana: Il Grano duro, il Farro e l'Avena.

Il grano duro presenta la classica distribuzione dei macronutrienti dei più comuni cereali (USDA 2011), ovvero:

- 79% Carboidrati
- 6% Grassi
- 15% Proteine

Per quanto riguarda i micronutrienti, quelli maggiormente presenti sono: Fosforo, Potassio, Magnesio, Ferro e Selenio, per i minerali, mentre le vitamine maggiormente rappresentate sono: B1, B3, B5 e Folati.

Il Farro è molto simile da un punto di vista nutrizionale al grano duro sia nella componente dei macronutrienti sia in

quella dei micronutrienti. L'unica differenza sta nella presenza in buone dosi di Vitamina E, che nel grano duro è presente in concentrazioni relativamente più basse.

L'avena si discosta per quel che riguarda la componente dei macronutrienti (USDA 2011) rispetto agli altri cereali sopraelencati, in quanto presenta una concentrazione di grassi nettamente superiore a discapito dei carboidrati:

- Carboidrati: 70%
- Grassi: 15%
- Proteine: 15%

Grano duro e Farro sono quindi due cereali molto simili da un punto di vista nutrizionale, con un apporto calorico complessivo di circa 338-339 KCal per 100g di alimento a differenza dell'avena che a causa del maggior apporto in grassi si attesta intorno alle 389 Kcal/100g.

Riguardo il valore nutrizionale dei macronutrienti presenti nei cereali, riferendoci ai **carboidrati** nei cereali indichiamo principalmente i "carboidrati complessi" quali Amido e Beta-glucani. I carboidrati complessi hanno la peculiarità, a differenza di quelli semplici, di essere assorbiti in modo lento e graduale e ciò permette sia un migliore utilizzo dell'energia fornita da tali molecole sia un mantenimento della glicemia ottimale evitando picchi glicemici che, se duraturi e ripetuti, possono portare a patologie cardiovascolari, diabete e obesità.

Le proteine assimilate con i cereali sono ricche di alcuni aminoacidi essenziali quali Lisina e Treonina. Gli aminoacidi essenziali sono quegli aminoacidi che il nostro organismo non è in grado di produrre autonomamente e quindi è necessario che questi vengano introdotti dall'esterno con gli alimenti.

I lipidi sono principalmente rappresentati da Acidi grassi mono e poli-insaturi mentre è scarsa la presenza di acidi grassi saturi. La regola generale è ormai nota a molti: un eccesso di grassi saturi nella dieta corrisponde ad un maggior rischio di sviluppare tutta una serie di malattie, tra cui spiccano patologie cardiovascolari e alcuni tipi di tumore (come quello al colon, sebbene in merito vi siano evidenze scientifiche discordanti). Al contrario, una dieta sobria e ricca di acidi grassi insaturi, come ad esempio quella mediterranea, ha effetti benefici per tutto l'organismo.

Per quel che riguarda la componente dei minerali abbiamo sottolineato come quelli principalmente presenti siano:

Il fosforo: che contribuisce alla formazione delle ossa e dei denti, è un costituente di molti componenti chimici della cellula e regola il bilancio idrico.

Il potassio: che insieme al sodio, contribuisce a regolare il trasporto delle sostanze nelle cellule e a far funzionare bene i muscoli e le cellule nervose. Regola anche il bilancio idrico.

Il magnesio: che è importante per la salute di ossa e denti, mantiene efficiente cuore e vasi sanguigni, contribuisce al regolare funzionamento del sistema nervoso.

Il ferro: che partecipa alla formazione dell'emoglobina, al metabolismo dei carboidrati e alla produzione degli anticorpi.

Il selenio: che agisce principalmente come componente dell'enzima antiossidante glutatione perossidasi, che a sua volta opera insieme alla vitamina E nel prevenire i danni prodotti dai radicali liberi.

Mentre le vitamine più rappresentate:

La Vit. B1: indispensabile per la produzione di energia dai carboidrati.

La Vit. B3: partecipa alla produzione di energia e al metabolismo delle proteine, essenziale per la sintesi degli ormoni sessuali, del cortisone e dell'insulina, salvaguarda il buon funzionamento del sistema nervoso e dell'apparato digerente, mantiene la pelle in salute e la pressione arteriosa bassa.

La Vit. B5: vitamina antistress, indispensabile per una corretta produzione di energia e di sostanze indispensabili all'organismo, aumenta la resistenza alle infezioni, salvaguarda la salute della pelle, importante per il ricambio cellulare, aiuta la cicatrizzazione delle ferite, piaghe, ustioni, previene la stanchezza, combatte gli effetti tossici degli antibiotici.

I Folati (B9): essenziale per il buon funzionamento del sistema nervoso, interviene nella trasformazione delle protei-

ne in energia e svolge un importantissimo ruolo di sostegno nella produzione degli acidi nucleici (DNA e RNA), essenziale per la crescita e riproduzione delle cellule, contribuisce alla formazione di globuli rossi, importantissima per le donne in gravidanza.

La Vit. E (tocoferoli): con funzione antiossidante di cui parleremo più avanti.

Oltre all'ottimo mix di Carboidrati, Proteine e Grassi e alla cospicua presenza di minerali e vitamine i cereali integrali presentano altre due componenti: la fibra e gli antiossidanti.

La Fibra

La fibra alimentare o dietetica rappresenta una componente alimentare priva di valore nutrizionale per l'uomo. Pur non potendosi considerare un nutriente, la fibra alimentare esercita effetti di tipo funzionale e metabolico, che la fanno ritenere un'importante componente della dieta umana.

Numerosi sono gli studi che dimostrano l'efficienza di questa classe di molecole sulla salute dell'uomo. E' stato ampiamente dimostrato come essa abbia funzione ipoglicemizzante, andando a ridurre l'assorbimento dei carboidrati creando un film protettivo intorno ad essi, impedendone la degradazione da parte degli enzimi litici. Inoltre la fibra riduce l'assorbimento dei grassi, del colesterolo, aumenta il senso di sazietà, aumenta la velocità di transito intestinale e se consumata costantemente e in dosi adeguate, riduce anche l'insorgenza di alcuni tipi di tumori.

Alcuni studi mettono in relazione il consumo di diete ricche in fibra con un miglior controllo del peso corporeo; altri dimostrano come l'utilizzo di cereali integrali (ricchi di fibra) riducano considerevolmente il rischio di mortalità per infarti o ictus (Liu. S et al. 2003; Steffen et al. 2003; Jacobs DR et al. 2003; Pereira MA et al. 2004).

Il valore dietetico di riferimento per le fibre alimentari viene fissato a 25 g al giorno, in quanto si tratta di un apporto adeguato per la normale funzione intestinale nell'adulto, mentre un apporto di fibre superiore a 25 g al giorno può ridurre il rischio di coronaropatie e di diabete di tipo 2, oltre a favorire il mantenimento del peso.

Gli Antiossidanti

Nei cereali integrali essi sono rappresentati da due classi di molecole: I Polifenoli e la Vitamina E.

I polifenoli sono molecole organiche, largamente presenti nel regno vegetale, prodotte a partire dal metabolismo secondario delle piante. Gli antiossidanti contrastano lo stress

ossidativo cellulare direttamente o indirettamente andando ad attivare enzimi specifici. I polifenoli sono presenti nei cereali in due diverse forme: LIBERI o LEGATI.

Da studi condotti nel nostro laboratorio è stata dimostrata la differenza della concentrazione di polifenoli liberi e legati tra una farina integrale di farro e una di avena.

Come si può notare dal grafico (Fig.2), i polifenoli totali della farina di avena sono più bassi, tuttavia bisogna considerare questa variazione secondo le differenti cultivar.

Oltre alla funzione antiossidante, i polifenoli svolgono anche altre due tipologie di azioni:

IPOGLICEMIZZANTI: Riducono la concentrazione di glucosio ematico post-prandiale, grazie alla loro capacità di inibire gli enzimi digestivi (-amilasi). Questo porta a un'incompleta digestione e conseguente mancata internalizzazione delle molecole glucidiche nell'enterocita.

L'effetto dei polifenoli nel mantenere basso l'indice glicemico è dato da un'azione di queste molecole non solo a livello intestinale, ma più in generale con un intervento a livello sistemico. Essi infatti agiscono andando a stimolare la secrezione dell'insulina da parte delle cellule-pancreatiche,

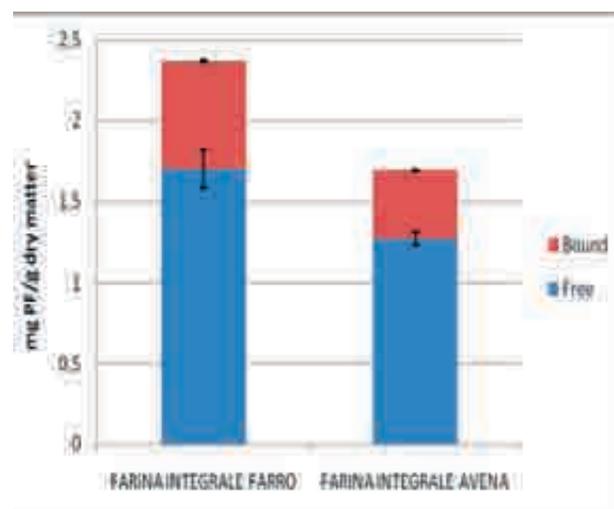


Figura 2: Concentrazione di polifenoli totali (liberi più legati) all'interno di due differenti farine integrali: farro e avena. Valori espressi in mg di polifenoli per grammo di alimento.

favorendo l'internalizzazione del glucosio all'interno delle cellule, riducendo il rilascio di glucosio epatico e permettendo quindi un mantenimento delle riserve di glicogeno.

CHELANTI: i polifenoli hanno la capacità di chelare ioni metallici riducendone la presenza, che può favorire reazioni ossidative; in particolar modo, essi possono chelare gli ioni ferro e rame, impedendo la reazione di Fenton, una delle più importanti vie di formazione delle specie reattive dell'ossi-

geno (Brown, J. E. et al. 1998; Morel I et al 1994).

Nei cereali è presente anche una discreta quantità di vitamina E

La vitamina E è il nome collettivo che viene attribuito ad un gruppo di composti liposolubili ad attività antiossidante, che si presentano in otto forme chimiche (alfa, beta, gamma e delta-tocoferolo e alfa, beta, gamma e delta-tocotrienoli). Tale vitamina si può apprezzare nelle diverse parti del seme. Queste molecole oltre ad avere azione antiossidante contrastando lo stress ossidativo, esplicano altri importanti effetti:

- Riducono l'ossidazione delle LDL, fenomeno che sta alla base dello sviluppo dei processi aterosclerotici;
- Prevengono i fenomeni di aggregazione piastrinica, che può portare alla formazione di trombi e ictus;
- Aumentano le difese del nostro organismo, andando a potenziare il sistema immunitario.

Il fabbisogno di vitamina E è di 8 mg/die per la popolazione media italiana. In ogni caso i valori non debbono scendere al di sotto di 3 e 4 mg/die, per donne e uomini rispettivamente. In 100g di pasta integrale sono presenti circa 0,8 mg di Vit. E che corrispondono al 10% della dose giornaliera raccomandata.

In conclusione, i cereali considerati (Grano duro, Farro e Avena) sono apportatori di micronutrienti importanti per la difesa della salute. La nostra attenzione va principalmente al gruppo di micronutrienti indicati come Polifenoli, che sono in grado di giustificare con la loro concentrazione libera e legata gli effetti salutistici dei cereali integrali. Una classe di polifenoli di recente scoperta e particolarmente interessante dal punto di vista salutistico sono le avenantramidi, presenti esclusivamente nell'avena. Questo cereale, che è ancora poco utilizzato nell'alimentazione umana, va introdotto con una informazione chiara e capillare verso il cittadino, che deve essere messo in grado di comprenderne i benefici.

Valore nutrizionale dell'avena integrale e delle avenantramidi (Dott. Samuele Matricardi)

L'avena è una pianta erbacea della famiglia delle Graminacee. Il 90% circa delle forme coltivate sulla Terra è da ascrivere alla specie *Avena sativa* (o **avena comune**), il restante quasi esclusivamente ad *Avena byzantina* (o **avena rossa**). Specie progenitrice dell'*A. sativa* sarebbe l'*Avena fatua*, dell'*A. byzantina*, l'*A. sterilis*. Queste specie selvatiche dell'*A. fatua* e *A. sterilis* sono temibilissime erbe infestanti.

Nell'alimentazione umana viene utilizzata la cariosside decorticata.

Ad oggi, è possibile ritrovare sul mercato vari prodotti a base di avena integrale; i più conosciuti e consumati sono i fiocchi d'avena, che stanno sempre più frequentemente soppiantando l'uso dei tradizionali cereali nella prima colazione.

Tuttavia è possibile ritrovare anche altri prodotti derivati dalla farina di avena come pane e pasta con il 100% di avena, ma anche quelli ottenuti con miscele di avena e altre farine.

L'avena è una fonte di carboidrati a lenta digestione, per questo è in grado di fornire energia a lungo termine senza causare picchi insulinici.

L'avena (Fig.3) è il cereale più ricco in **proteine (14-17%)**, con marcata presenza di un aminoacido essenziale (lisina); i **carboidrati** (principalmente amido) risultano pari circa al **65/70%**; il contenuto in **grassi** corrisponde al **12-15%**. La **fibra** va dal **10 al 14%**.

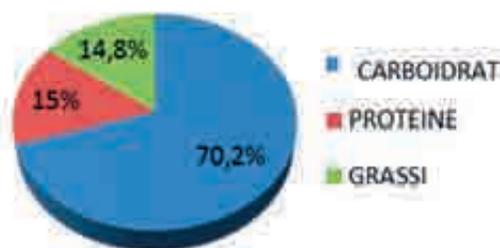


Figura 3: composizione in macronutrienti dell'avena

Tra tutti i cereali, l'avena, detiene il primato di alimento più ricco in proteine e sostanze grasse, tra cui l'acido essenzia-

le linoleico. Ottimo anche il contenuto di fibre solubili che rendono l'avena un alimento ideale per placare l'appetito, regolarizzare la funzione intestinale e normalizzare il peso corporeo.

Di seguito verranno analizzate le caratteristiche che rendono l'avena un prodotto quasi terapeutico.

1. CONTENUTO IN FIBRA E β -GLUCANI

La fibra è una miscela complessa di polisaccaridi indigeribili per l'uomo, quali cellulosa, emicellulosa, pectine, gomme, mucillagini, galattomannani etc. i quali, pur non presentandosi come una serie di nutrienti veri e propri, esercitano un'azione funzionale e metabolica che li fanno ritenere un'importante componente della cariossida.

L'effetto principale connesso alla fibra insolubile è quello di migliorare la peristalsi intestinale, grazie alla sua capacità di trattenere l'acqua, ed influenzarne la viscosità del contenuto.

Numerosi studi clinici hanno dimostrato che il consumo di avena integrale, anche per brevi periodi di tempo, mostra la capacità di ridurre i livelli di LDL totali nel plasma. Le LDL ossidate sono la causa principale del rischio di sviluppare patologie coronariche e vascolari. L'avena contiene i B-glucani, ovvero fibra, che a contatto con l'acqua nell'intestino formano uno sottile strato in grado di contrastare il riassorbimento di acidi biliari, che sono prodotti a partire da colesterolo e acidi grassi, con conseguente eliminazione fecale di colesterolo. (Singh R. et al. 2013)

I β -glucani sono anche responsabili del controllo della glicemia post prandiale, modificando la risposta glicemica attraverso la formazione di un gel nell'intestino tenue, capace di modulare l'assorbimento di glucosio.

Inoltre diversi studi clinici evidenziano l'attività prebiotica dei B-Glucani in quanto favoriscono la selezione e la crescita nell'intestino della flora batterica lattacida (bifidobatteri, lattobacilli). La fermentazione della fibra indotta dai bifidobatteri produce acidi grassi a catena corta (SCFA) che migliorano il trofismo e la contrattilità dell'enterocita e sembrano in grado di diminuire l'incidenza di varie patologie del colon.

2. CONTENUTO IN POLIFENOLI

L'avena possiede inoltre un buon numero di sostanze antiossidanti in grado di contrastare i danni da radicali liberi. Tali composti fitochimici possono essere suddivisi come accennato in precedenza in due classi:

- Polifenoli liberi, molecole idrosolubili che sono quindi facilmente assorbibili.
- Polifenoli legati, non solubili, che risultano legati a

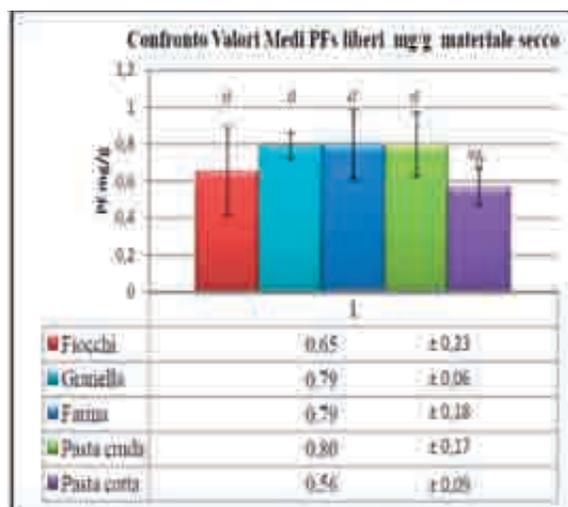


Figura 4: Valori medi della concentrazione di polifenoli liberi nell'avena lungo la filiera di produzione della pasta. Valori espressi in mg di polifenoli per grammo di alimento.

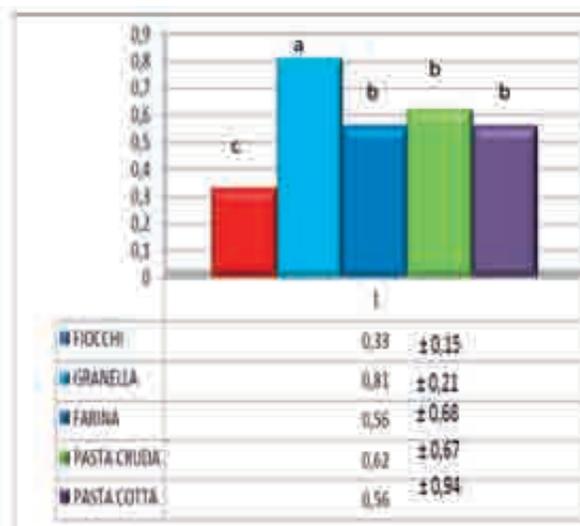


Figura 5: Valori medi della concentrazione di polifenoli legati nell'avena lungo la filiera di produzione della pasta. Valori espressi in mg di polifenoli per grammo di alimento.

strutture insolubili delle cellule vegetali (parete cellulare), come lignina, proteine strutturali e di riserva che prevedono ulteriore digestione prima di poter essere assorbiti.

I risultati ottenuti da analisi preliminari effettuate presso l'università di Urbino, lungo la filiera di lavorazione dell'avena, hanno dimostrato che i polifenoli liberi non subiscono significative variazioni durante la lavorazione dalla granella fino alla pasta.

Al contrario, i polifenoli liberi subiscono una significativa riduzione nella pasta che ha subito il processo di cottura (Fig.4),

Le analisi eseguite per la determinazione della frazione fenolica legata (Fig.5), hanno invece mostrato che si verifica una significativa riduzione durante la lavorazione dell'avena sia per la trasformazione in farina che in pasta. Tuttavia, durante la cottura, non si verifica perdita di polifenoli legati, come accade invece nella frazione libera. Evidentemente la struttura fibrosa che intrappola al suo interno tali polifenoli, è in grado di proteggerli dall'azione del calore e dell'acqua durante la cottura. È quindi possibile ritrovare tali sostanze fenoliche nel prodotto finito e beneficiare della loro azione.

3. UNA CLASSE UNICA DI POLIFENOLI: LE AVENANTRAMIDI

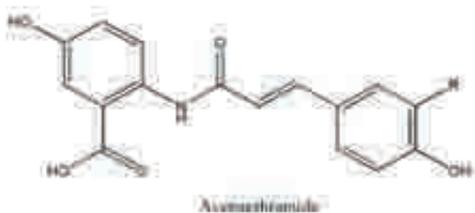


Figura 6: Struttura chimica di una molecola di Avenantramide

Le avenantramidi sono contenute esclusivamente nell'avena. Si tratta di una classe di polifenoli a basso peso molecolare che sono prodotte dalle piante per la risposta ad eventuali attacchi di funghi o batteri.

Dagli estratti di avena sono state identificate oltre 20 specie di avenantramidi (Fig.6), di cui 3 sono le forme più fre-

quenti denominate A, B e C.

Questi composti hanno da subito attirato l'attenzione dei ricercatori poiché mostrano una capacità antiossidante 10-30 volte maggiore rispetto alle altre sostanze antiossidanti presenti nell'avena, come acido vanillico o acido caffeico, anche se presenti in quantità più limitate rispetto a quest'ultimi.

Alcuni studi hanno inoltre dimostrato che le avenantramidi risultano essere biodisponibili⁽¹⁾ per l'uomo.

Vediamo ora più nei particolari le varie attività benefiche che numerosi studi hanno attribuito alle avenantramidi:

- **ATTIVITA' ANTIINFIAMMATORIA:** Le avenantramidi intervengono nei processi infiammatori delle arterie e nello sviluppo dell'aterosclerosi un processo infiammatorio che causa l'accumulo di LDL ossidate circolanti nel plasma che migrano al di sotto della parete vasale causando la formazione della placca ateromastica.
- **ATTIVITA' ANTIPROLIFERATIVA:** Le avenantramidi impediscono la proliferazione delle cellule tumorali. In Giappone si notò come il Tranilast (un farmaco sintetico che per struttura è molto simile alle avenantramidi), oltre che un'azione antistaminica, possedeva la capacità di inibire la proliferazione delle cellule muscolari lisce della parete vascolare, prevenendo così la restenosi⁽²⁾ in pazienti precedentemente sottoposti ad angioplastica coronarica trans-luminale. Recenti studi condotti su varie linee cellulari cancerose maligne, hanno inoltre dimostrato che le avenantramidi mostrano anche attività anti-cancerogena, che si esprime maggiormente a livello di prevenzione del cancro al colon.
- **ATTIVITA' VASODILATANTE:** Le avenantramidi si mostrano in grado di aumentare la produzione di ossido nitrico che provoca il rilassamento della muscolatura vasale e quindi una riduzione delle resistenze al circolo sanguigno, che si traducono in un abbassamento della pressione arteriosa.
- **ATTIVITA' ANTIIRRITANTE:** Questa attività è conosciuta ormai da molti secoli. Gli impacchi di farina d'avena sono

¹ - dopo ingestione le ritroviamo nel circolo sanguigno

² - La stenosi consiste nel restringimento dell'arteria a causa della formazione di placca. L'accumulo di depositi sulla superficie interna delle arterie può ridurre l'afflusso di sangue e di ossigeno agli organi vitali. La restenosi si verifica quando l'arteria di un paziente affetto da coronaropatia si restringe di nuovo dopo una procedura

di angioplastica o impianto di stent. Questo nuovo restringimento si verifica a causa della crescita eccessiva di tessuto all'interno dell'arteria. Tale crescita di tessuto nel sito trattato è dovuta ai processi di cicatrizzazione dell'arteria, e si verifica in alcuni pazienti entro i primi sei mesi dall'intervento.



da sempre usati per attività lenitiva contro: edera velenosa, scottature, eczemi e psoriasi. Tuttavia, nonostante queste capacità siano conosciute da secoli, solo recenti studi mostrano le evidenze molecolari attraverso cui l'avena può svolgere questi effetti, attribuendone il merito alle avenantramidi. L'interesse per questa attività ha portato alla sintesi di un farmaco sintetico con struttura avenantramidica, il Tranilast che riduce, che riduce i fastidi cutanei da irritazione quali prurito, rossore e pustole.

- **ATTIVITÀ CITOPROTETTIVA:** Il Tranilast è capace di aumentare la resistenza delle cellule pancreatiche a danni indotti dalle citochine, riducendo la distruzione delle cellule beta del pancreas e mantenendo la normale capacità secretoria di insulina. Gli esperimenti in vivo su topi hanno infatti dimostrato che il pretrattamento con Tranilast blocca lo sviluppo del diabete 1 indotto tramite streptozotocina, probabilmente proprio perché in grado di preservare la funzionalità delle cellule Beta del pancreas.

Oltre a queste attività, l'avena si mostra anche utile integratore a chi soffre di insonnia, depressione e di disordini dell'appetito. Questo perché contiene due alcaloidi: la gramina, un composto indolico che pare agire sul recettore del neurotrasmettitore acido gamma-amminobutirrico o GABA; l'avenalumina, sembra agire positivamente sul metabolismo delle catecolamine.

Quindi in conclusione possiamo dire che, il consumo di alimenti che contengono avena può aiutare a mantenere un ottimo stato di salute. Ad oggi il consumo di avena nel mondo è particolarmente limitato, ed è comunque utilizzata maggiormente sotto forma di fiocchi, ma è importante sapere che vi sono anche altri prodotti quali pane e pasta 100% avena o addizionati con altre farine, che possono apportare al nostro organismo importanti effetti benefici.

Il dosaggio delle avenantramidi in HPLC/MS e loro utilizzo per individuare le cultivar di maggior interesse nutrizionale (Dr Vito Verardo)

Nel corso degli ultimi anni, con l'affermarsi di nuovi stili alimentari e con l'attenzione dei consumatori sempre più rivolta al proprio regime dietetico, si è registrata una crescente richiesta di cibi sani ed alternativi. In questo contesto è da considerare l'interesse del consumatore verso i cereali minori. Non più solo grano tenero e duro, ma farro, orzo, segale e avena fanno ormai parte della dieta di molti e sono di fatto presenti sulla nostra tavola sotto forma di prodotti da forno quali pane, biscotti e merendine, venduti in miscela per la prima colazione o in zuppe appertizzate o surgelate. In particolare, l'avena ha riscontrato un notevole interesse. Un ruolo centrale nei prodotti a base di avena è rappresentato dai "baby foods" che, grazie all'ottimo profilo nutrizionale della graminacea, contribuisce a mantenere sana la dieta dell'infante. Shelf-life prolungata, ipoallergenicità, economicità, sono solo alcuni degli aspetti che rendono l'avena un ottimo alimento per bambini. I prodotti possono essere, pronti da consumare subito (ready to serve) oppure in forma disidratata, i quali richiedono una minima preparazione per il consumo. Ma è probabilmente la colazione che svolge un ruolo primario nei cibi a base di avena. I classici fiocchi d'avena o ancora il muesli, rappresentano i principali utilizzi in cucina di questo cereale. Recentemente sono stati posti commercio snack all'avena, che grazie al profilo nutrizionale, alla capacità di ritenzione dell'umidità e all'attività antiossidante si sono resi allettanti sia alle aziende che ai clienti salutisti. Ai cereali da colazione si affiancano anche una grande varietà di zuppe che utilizzano l'avena in miscela con altri cereali e/o ortaggi.

In termini di produzione, quasi il 20% della produzione di avena si concentra in USA e Canada, ma è in Europa che si ha la portata più ingente; UE e Russia producono da sole il 60% del totale. Ottimi produttori sono Germania, Polonia, Ucraina, Francia e Scozia. Nel 2009 in Italia, la coltivazione dell'avena ha occupato 147 mila ettari con una produzione di 315 mila tonnellate, le regioni più interessate alla sua produzione sono la Puglia, la Basilicata, la Sardegna e la Calabria, che coprono quasi il 90% della superficie totale. In Italia le cultivar di maggior interesse e quelle maggiormente prodotte sono così suddivise:

Nord: Perona, Poncho, Donata, Fulvia, Prevision, Tropicale e Origine.

Centro: Argentina, Donata, Fulvia, Prevision e Tropicale.
 Sud: Argentina, Prevision, Marisa, Rogar 8, Fulvia, DE 161.
 Sicilia: Donata, Argentina, Ava, Flavia, Marisa, Fulvia.
 Sardegna: Marisa, Rogar 8, DE 161, Argentina, Prevision, Donata.

In termini di usi e consumi, fino a pochi anni fa l'avena è stata considerata un cereale destinato quasi esclusivamente all'alimentazione animale. Recentemente, il suo utilizzo nell'alimentazione umana è stato fortemente rivalutato in quanto questo cereale contiene interessanti quantità di composti bioattivi quali i beta-glucani (fibra con attività ipocolesterolemizzanti) e i composti fenolici (composti ad elevato potenziale antiossidante).

I composti fenolici più rappresentativi dell'avena sono: gli acidi fenolici, i flavonoidi e le avenantramidi.

Gli acidi fenolici maggiormente contenuti sono i derivati idrossibenzoici e i derivati idrossicinnamici (Figura 7).

Altri composti fenolici di particolare interesse sono i flavonoidi che sono composti aventi una struttura diversa rispetto agli acidi fenolici (Figura 8).

Tra i composti fenolici dell'avena come già accennato in precedenza spicca la classe delle avenantramidi che sono dei composti unicamente contenuti in questo cereale. Tali composti sono dei derivati di acidi fenolici o acido avenalumico e acido antranilico (Figura 9) ai quali sono state attribuite attività antiossidante, antinfiammatoria, citoprotettiva, anticancro, anti allergica e antiprurito.

Le avenantramidi contenenti acidi fenolici vengono normalmente denominate avenantramidi di tipo I, mentre quelle contenenti acido avenalumico sono definite avenantramidi di tipo II.

Attualmente, le avenantramidi maggiormente studiate sono quelle di tipo I. All'interno di questa classe esistono diverse sottoclassi denominate A (o 1), B (o 2), C (o 3), D (o 4) e E (o 5). Ognuna di esse può essere associata ad una lettera in funzione dell'acido fenolico che è legato al gruppo antranilico. Quindi si riconoscono le avenantramidi p contenenti acido p-cumarico, s contenenti acido sinapico, f contenenti acido ferulico e c contenenti acido cumarico.

L'importanza dello studio e determinazione delle avenantramidi risiede nel fatto che la loro composizione è responsabile della loro attività biologica e sensoriale.

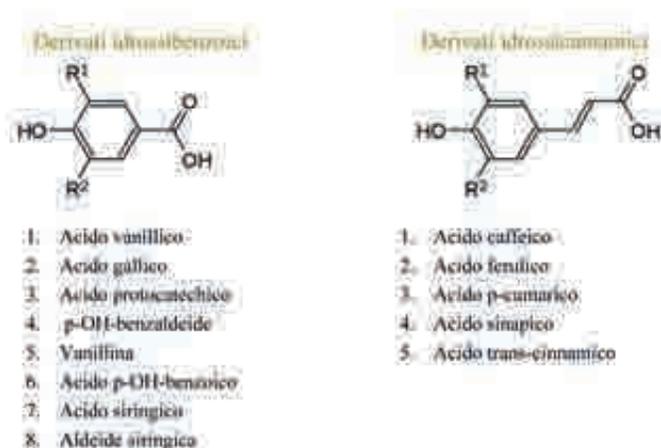
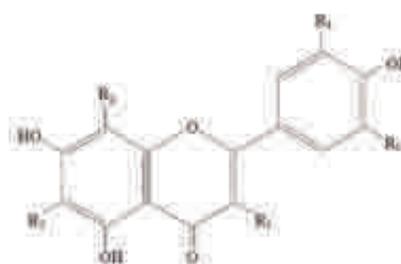


Figura 7. Principali acidi fenolici contenuti nell'avena



	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅
Apatina	H	H	H	H	H
Apatina-3-C-glucoside	H	H	Glc	H	H
Apatina-3-C-glucoside	H	OH	H	H	H
Luteolina	H	H	H	H	OH
Tricin	H	H	H	OC ₂ , OC ₁	H
Kämpferol	OH	H	H	H	H
Kämpferol-3-avenantramidi	OH	H	H	H	H
Quercetin	OH	H	H	H	OH
Quercetin-3-avenantramidi	OH	H	H	H	OH

Figura 8. Principali flavonoidi contenuti nell'avena

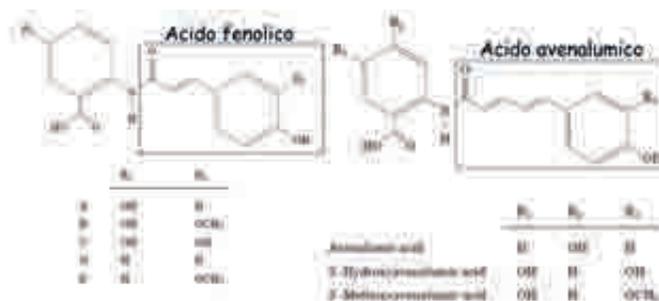
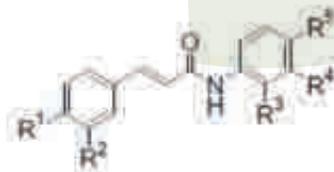


Figura 9. Classi di avenantramidi contenute nell'avena



	R ¹	R ²	R ³	R ⁴	R ⁵	ppm	caratteristiche sensoriali
34	25	OH	H	COOH	H	210	rinfrescante, amaro
40	26	OH	H	COOH	H	71	maschera il sapore dell'etanolo
38	27	OH	OMe	COOH	H	202	sgradevole
30	28	OH	OMe	COOH	H	105	leggermente rinfrescante
41	29	OMe	H	COOH	H	232	gradevole, leggermente fruttato
42	30	OMe	OMe	COOH	H	182	leggermente amaro
31	31	H	H	COOH	H	236	insipore
32	32	H	H	COOH	H	212	leggermente rinfrescante, astringente
35	33	H	OH	COOH	H	232	leggermente amaro
36	34	H	OH	H	COOH	272	leggermente amaro
37	35	H	OH	H	COOH	184	insipore
33	36	H	H	H	COOH	218	insipore

Figura 10. Esempio di molecole avenantramidiche con spiccate caratteristiche sensoriali

Per quanto riguarda l'aspetto sensoriale, alcuni ricercatori dell'Università degli Studi di Milano hanno depositato un brevetto per la produzione di molecole avenantramido-simili per la formulazione di ingredienti in grado di esaltare alcune caratteristiche sensoriali (Figura 10)

Un altro brevetto depositato da Ceapro Inc. prevede la produzione di estratti di avena ricchi di avenantramidi per uso terapeutico o cosmetico.

Per questo motivo, negli anni, sono stati studiati diversi metodi per la determinazione di tali composti. Il primo fra tutti è stata la determinazione mediante HPLC-UV/DAD. Tale metodologia presentava il vantaggio di essere versatile e di facile utilizzo, ma allo stesso tempo era poco sensibile e selettiva. Perciò sono state utilizzate tecniche più avanzate per la determinazione di tali composti, primi fra tutti i sistemi HPLC-MS. Con questo tipo di strumentazione è possibile determinare le avenantramidi in funzione del loro peso molecolare, e per questo stabilire la loro composizione (classe e sottoclasse). Lo studio tanto della composizione che del quantitativo di avenantramidi permette di individuare le varietà da utilizzare in campo alimentare.

I fattori che influenzano il contenuto di avenantramidi sono molteplici, tra i più importanti ci sono sicuramente la cultivar e i fattori agronomici.

Uno studio svolto presso il CIRI Agroalimentare dell'Università di Bologna su 5 cultivar di avena rumene ha dimo-

strato come il quantitativo di avenantramidi, determinate mediante HPLC-MS, è fortemente dipendente dalle cultivar esaminate (Figura 11).

Nello stesso lavoro, inoltre, sono state isolate quattro sottoclassi di avenantramidi: 2p, 2f, 2c e la bisavenantramide B1 che è un dimero di avenantramide. È stato, inoltre, dimostrato come le avenantramidi 2p e 2f fossero le più rappresentative in tutte le cultivar (Figura 12).

Studi effettuati dal Dr. Collins presso l'Eastern Cereals and

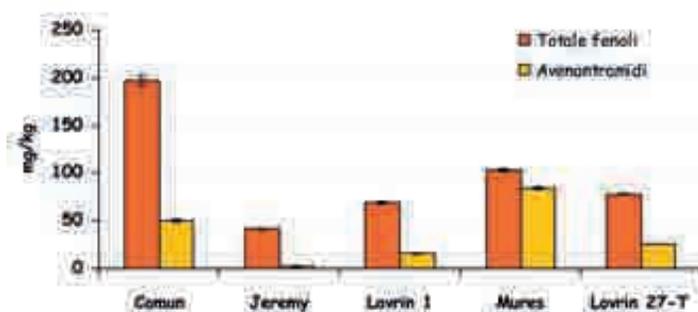


Figura 11. Contenuto di composti fenolici totali e avenantramidi in cultivar di avena rumene

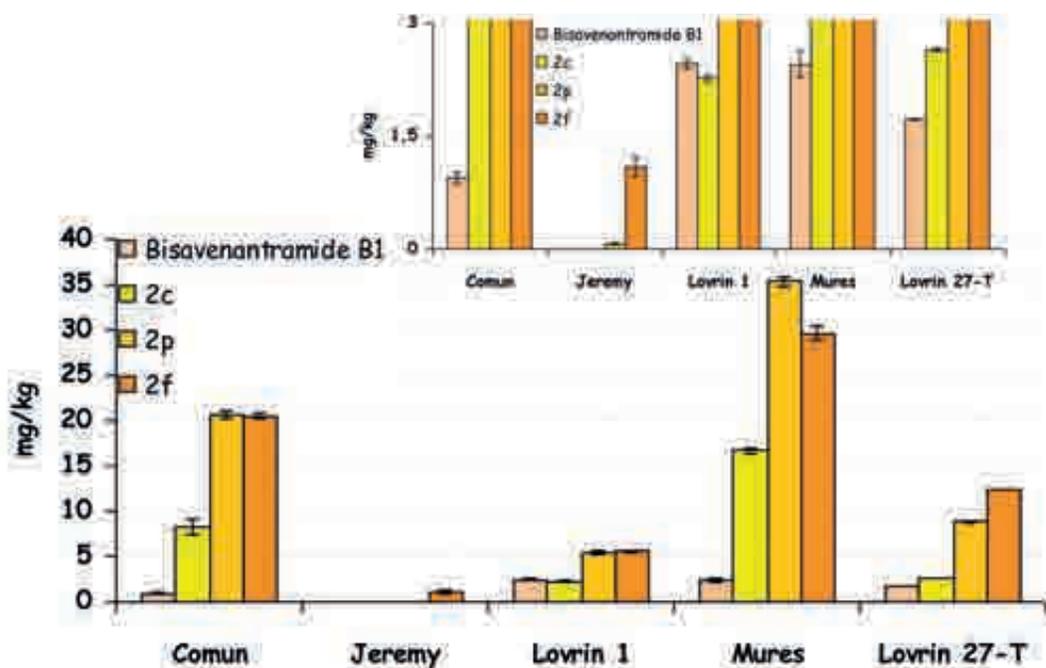


Figura 12. Contenuto delle singole avenantramidi in cultivar di avena rumene

Oilseeds Research Centre di Ottawa hanno confermato come il contenuto totale di avenantramidi e le varie sotto

classi sia condizionato dalla cultivar.

Altri studi hanno invece analizzato la stessa cultivar coltivata in differenti terreni. Questi studi hanno confermato che le pratiche agronomiche (diversi terreni, fertilizzazione, ecc...) sono un ulteriore variabile in grado di influenzare il contenuto di avenantramidi; infatti il contenuto di avenantramidi variava da 1 a 7 volte in funzione del terreno e/o delle differenti pratiche agronomiche.

In sintesi è possibile stabilire che il contenuto di avenantramidi dal campo alla tavola (from farm to fork) è influenzato da diversi fattori:

1. Cultivar
2. Fattori agronomici
3. Pratiche di lavorazione (es. tipologie di macinazione e/o grado di abburattamento)
4. Tecnologie di produzione degli alimenti
5. Trasporto e conservazione
6. Ricetta finale.

Il controllo di tali fattori permetterà di selezionare e ottenere cultivar di particolare interesse alimentare e/o cosmetico-farmaceutico.

Le competenze analitiche acquisite con la tecnica HPLC/MS nella determinazione delle avenantramidi rappresentano uno strumento formidabile per valutare la concentrazione di queste molecole in tutti i prodotti cotti e crudi a base di avena. Questi risultati avranno un impatto positivo sui consumi e sulla salute dei consumatori.

Germogli di avena e orzo: produzione, utilizzo e impieghi commerciali

I Germogli come alimenti ricchi di enzimi (Dott.ssa Veronica Pignone)

Fin dall'antichità molti popoli del mondo orientale conoscevano le proprietà rigeneratrici e terapeutiche dei germogli. Infatti "Il Grande Erbario della Medicina Cinese" riporta l'effetto benefico dei germogli di soia in caso di edemi, crampi, disturbi digestivi, affezioni epidermiche.

Solo recentemente si riscontra la diffusione ed il consumo nel nostro mondo occidentale di questi alimenti, che grazie alle loro caratteristiche, rappresentano oggi un campo di ricerca interessante nella sfera alimentare e salutistica.

I germogli sono alimenti freschi, facili da conservare, gustosi, economici e rappresentano una vera miniera di principi nutritivi (enzimi, vitamine, aminoacidi essenziali). Essi presentano proprietà terapeutiche; basti pensare all'alcalinità dell'orzo che può fronteggiare situazioni come l'eccessiva acidità di stomaco o reflussi, potendo così equilibrare il pH e fornire nutrienti facilmente assimilabili.

Tali caratteristiche rendono i germogli prodotti rilevanti, specialmente nella nostra società in cui si consumano molti cibi raffinati, ricchi di additivi alimentari.

La Qualità, come ben sappiamo, è il primo parametro da rispettare affinché un prodotto possa essere immesso sul mercato; da qui, l'importanza della scelta dei semi più adatti alla germogliazione come orzo, frumento, segale, avena, mais, miglio, farro. È importante selezionare semi interi, non trattati, quindi derivati da agricoltura biologica per l'assenza di inibitori della germogliazione.

I semi devono avere un'alta percentuale di germogliazione. Sono stati proposti diversi metodi. I semi interi vengono messi generalmente in ammollo per 8-10 ore (fase di pregermogliazione) per aumentare la resa del prodotto.

Durante questa fase il seme si imbibisce fino ad avere una spiccata attivazione metabolica.

Circa la composizione dei nutrienti del seme, le variazioni biochimiche durante la germogliazione si possono esprimere nell'aumento delle proteine totali, degli aminoacidi essenziali, degli acidi nucleici e come già menzionato l'aumento notevole dell'attività di enzimi: amilasi, proteasi, lipasi, SOD (superossido dismutasi: potente antiossidante). Mentre l'amido diminuisce per azione enzimatica, aumentano gli zuccheri semplici il cui assorbimento è regolato anche



grazie al lieve aumento della fibra e quindi dei suoi componenti, tra cui i β -glucani.

Aumentano inoltre gli acidi grassi essenziali, i minerali e le vitamine.

Applicazioni. È molto importante consumare germogli freschi per mantenere le proprietà benefiche di questi e poterne usufruire.

Essi possono essere consumati in diversi modi: in insalata, cocktail multivitaminico ed enzimatico, nello yogurt, nel latte, in frullati con olio e sale per condire le insalate. Un prodotto molto interessante dal punto di vista nutrizionale e commerciale è il pane di germogli, creato con circa il 10/15 % di germogli miscelati con farine di cereali.

In commercio si trova anche un Elisir di benessere, l'"Erba di grano". Si tratta di erba del frumento germogliato da 20 giorni, in seguito ai quali ne viene estratto il succo. L'eli-

sir è ricchissimo di minerali, vitamine, enzimi, aminoacidi. Essa fornisce inoltre molta energia, sostanze antiossidanti, rinforza il sistema immunitario, protegge dai tumori e normalizza la glicemia.

Dati preliminari di uno studio pilota eseguito sui germogli di avena e orzo (Dott.ssa Elena Antonini)

Imbibizione del seme

Nella figura 13 è mostrato un germogliatore automatico, dotato di un sistema elettrico che garantisce un'erogazione costante di acqua.

Si compone di una pompa elettrica alla base del contenitore inferiore utilizzato per l'acqua e di un cestello superiore con quattro vassoi su cui posizionare e far crescere i semi. Con il timer collegato alla pompa, è possibile regolare i tempi di irrigazione.

Le pareti di questo strumento sono di colore scuro per poter garantire una corretta germogliazione. I parametri essenziali sono:

- Assenza di luce (anche se variabile da seme a seme)
- Temperatura ottimale tra i 20 e i 30°C
- Presenza di Gas respiratori (O₂)
- Assenza di inibitori (es. fertilizzanti azotati, pesticidi)
- Acqua necessaria per l'attivazione enzimatica

I grafici (Figura 14 e 15) mostrano i risultati preliminari del



Figura 13: germogliatore automatico

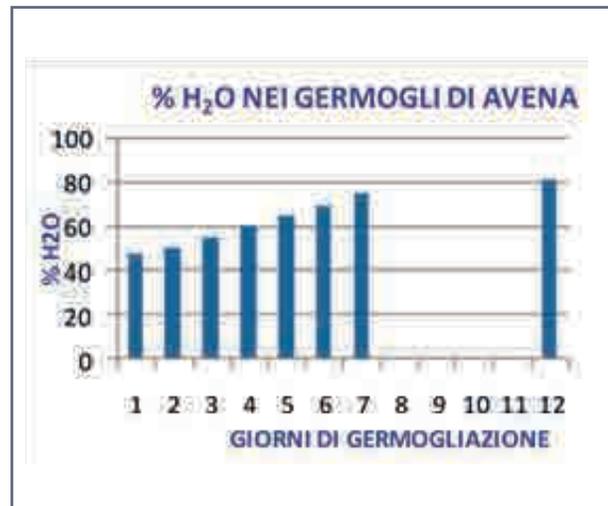


Figura 14. Percentuale di acqua presente nel seme di avena in rapporto ai giorni di germogliazione.



Figura 15. Percentuale di acqua presente nel seme di orzo in rapporto ai giorni di germogliazione.

nostro studio pilota, in cui i semi di avena e orzo sono stati fatti germogliare per 12 giorni, con tempi di irrigazione di 15 minuti ogni 4 ore.

Si può notare che il contenuto di acqua assunto dal seme è direttamente proporzionale ai giorni di germogliazione.



Figura 16. Contenuto di amilasi nei germogli di avena in rapporto ai giorni di germogliazione. I dati sono espressi in Unità Internazionali (U) di enzima per grammo di germoglio



Figura 17. Contenuto di amilasi nei germogli di orzo in rapporto ai giorni di germogliazione. I dati sono espressi in Unità Internazionali (U) di enzima per grammo di germoglio

Contenuto enzimatico (amilasi) nei germogli di orzo e avena

Lo studio pilota, in particolare si è soffermato sul contenuto di amilasi nei germogli di avena e orzo (Fig 16 e 17). A differenza degli istogrammi precedenti, in cui si assiste ad una crescita di acqua proporzionale ai giorni di germogliazione, l'attività enzimatica non presenta una linearità ma picchi, con il massimo relativo al 6° giorno di germogliazione.

Lo stesso risultato è stato riscontrato anche nei germogli di orzo, i quali però, a differenza dell'avena presentano un'attività enzimatica dieci volte superiore. Questo spiega il motivo per cui l'orzo è ampiamente utilizzato nelle industrie alimentari e per la produzione della birra.

Da notare come nel seme tal quale, non imbibito, ci sia un'attività enzimatica di base e come cresca al raggiungimento del 6° giorno di germogliazione.

Tale comportamento enzimatico si traduce a livello fisiologico in una facilitato processo digestivo e un maggior assorbimento dei nutrienti qualora il germoglio sia usato come alimento.



Figura 18. Contenuto di polifenoli nei germogli di avena in rapporto ai giorni di germogliazione. I dati sono espressi in milligrammi di polifenoli per grammo di germoglio.



Figura 19. Contenuto di polifenoli nei germogli di orzo in rapporto ai giorni di germogliazione. I dati sono espressi in milligrammi di polifenoli per grammo di germoglio.

Contenuto polifenolico e capacità antiossidante dei germogli di avena e orzo

Anche il contenuto di polifenoli e la capacità antiossidante dei germogli di orzo e avena raggiungono il picco massimo al 6° giorno di germogliazione (Fig 18 e 19).

In particolare, uno studio indica che un processo controllato di germogliazione può essere un metodo efficace per aumentare il contenuto endogeno di avenantramidi, antiossidanti specifici dell'avena (Skoglund M et al. 2008). Questi studi dimostrano che ulteriori ricerche sui germogli saranno utili, per individuare i giorni migliori per la raccolta ovvero quelli in cui i germogli esprimeranno la massima attività enzimatica o capacità antiossidante.

Per concludere, confermiamo l'effetto benefico sull'organismo derivante dall'assunzione di germogli. Oggigiorno infatti possiamo trovare diversi integratori a base di germogli nel mondo dell'erboristica. Essi sono classificati come nutraceutici, cioè prodotti salutari con principi attivi naturali, di cui ne è riconosciuta l'efficacia, presi in una forma farmaceutica per favorirne l'assunzione.

Tra questi troviamo ad esempio l'integratore a base di semi di broccoli germogliati, fonte concentrata di antiossidanti, vitamine e sulforafano: molecola ampiamente studiata per la sua spiccata attività anticancerogena (Amy V. Gasper et al. 2007); integratore a base di germogli di Quinoa, ricco in vitamine B o quello a base di germogli di orzo, ricco in vitamine, fibre, aminoacidi.

La combinazione di germogli freschi e integratori possono offrire al consumatore un'opportunità in più per migliorare il suo stato di salute grazie alle ottime proprietà bio-nutrizionali.



Conclusioni “La valorizzazione dei cereali biologici di qualità in una prospettiva economica”

Prof. Gervasio Antonelli

Dipartimento di Economia, Scienze, Società, Politica (DESP)

Le considerazioni relative alla qualità in termini di valori nutrizionali e salutistici dei cereali e, in particolare, dell'avena affrontate nel corso di questo seminario presentano un indubbio interesse scientifico, ma anche economico. Tutto ciò ha implicazioni per quanto riguarda le strategie di valorizzazione di questi prodotti, soprattutto quando sono ottenuti con il metodo dell'agricoltura biologica. Infatti, come ha fatto osservare il prof. Ninfa, i risultati della ricerca presentano notevoli potenzialità per la valorizzazione del territorio e per orientare i consumatori nella scelta di prodotti che hanno un effetto positivo sulla salute, contribuendo, così, a diminuire l'incidenza delle malattie croniche.

Valorizzare un prodotto alimentare (o qualsiasi altro bene che abbia un valore di mercato e/o un valore d'uso) significa dare valore economico non come obiettivo incondizionato, bensì come obiettivo collegato alla finalità di dare valore al prodotto in relazione alle attese e ai bisogni del consumatore. Tra queste attese vi è quella di disporre di alimenti certi per quanto riguarda la garanzia in termini di salute. Infatti, anche a seguito delle crisi alimentari degli ultimi venti anni (mucca pazza, influenza aviaria, vino al metanolo, polli alla diossina, ecc.) la salubrità degli alimenti è stata messa dal consumatore al centro del suo processo decisionale d'acquisto. Ciò nonostante, anche quando le proprietà salutistiche di un alimento sono scientificamente accertate, questo dato rappresenta una condizione necessaria, ma non sufficiente per creare valore anche nella percezione del consumatore. La prospettiva di successo di una strategia di valorizzazione dipende, quindi, dalla possibilità/capacità di sviluppare segnali di valore efficaci per fare percepire al consumatore gli attributi salutistici come un valore aggiuntivo. La percezione di questo valore è peraltro indispensabile per determinare la disponibilità del consumatore a pagare un prezzo maggiore rispetto al prodotto ottenuto con il metodo di coltivazione convenzionale (premium price), peraltro necessario per consentire al produttore di recuperare i più alti costi di produzione connessi con il metodo di coltivazione biologica.

Una strategia di valorizzazione di questi prodotti deve avere, quindi, come riferimento le attese e i bisogni dei consumatori. Infatti, valorizzare in una prospettiva di marketing implica, innanzitutto, raccogliere e elaborare informazioni sulle aspettative, sui criteri di valutazione, sul comportamento di consumo e su quello di acquisto dei consumatori. Ora, le numerose indagini disponibili sul consumatore “moderno” o, meglio, “postmoderno”, come si riviene nella più recente letteratura economica (Fabris, 2004), ci mostrano come questo sia sempre più esigente, selettivo, informato, attento al rapporto tra alimentazione e salute, ecc.. Al tempo stesso, i risultati delle indagini Eurobarometro evidenziano che i consumatori dei paesi dell'Unione Europea sono molto preoccupati circa la sicurezza alimentare, nella sua accezione di food safety. Da questo punto di vista, i consumatori considerano più affidabili i prodotti locali; mentre sono molto diffidenti nei confronti dei prodotti di importazione e dei prodotti innovativi. Infine, i consumatori europei, in generale, considerano i prodotti agroalimentari geneticamente modificati come una minaccia per la loro salute. Le preoccupazioni circa la sicurezza alimentare hanno fatto sì che negli ultimi anni la domanda di informazione sul prodotto sia notevolmente aumentata. In particolare, il consumatore chiede di conoscere la provenienza geografica, i processi utilizzati, le tecniche di conservazione, l'assenza di Ogm, ecc. Da parte del sistema di offerta, tutto ciò si è tradotto in un notevole incremento del numero di segni utilizzati per contraddistinguere la qualità del prodotto con lo scopo di assicurare il consumatore. Tuttavia, spesso le forme di comunicazione del valore nutrizionale e salutistico degli alimenti differiscono tra loro solo sottilmente. Inoltre, va osservato che i segnali utilizzati per distinguere i prodotti sul mercato non sempre sono di immediata e semplice comprensione per la maggior parte dei consumatori. Un esempio a questo riguardo è quello dei prodotti provenienti da agricoltura biologica e di quelli provenienti da coltivazioni dove si pratica la lotta integrata o dove si applica un regime di riduzione dell'uso di input chimici. Spesso, i

caratteri distintivi dell'uno e dell'altro prodotto arrivano al consumatore in forma debole, e, comunque, non sempre in modo da consentirgli di orientare le scelte coerentemente con le proprie preferenze di consumo o le proprie attese in materia di qualità nutrizionale e salutistica dei prodotti. Ad esempio, secondo i risultati di un'indagine Eurobarometro effettuata nel mese di marzo 2012 (Special Eurobarometer 389, 2012), solo il 25% dei consumatori europei conosce il logo dell'Unione Europea per l'agricoltura biologica (in Italia la percentuale scende al 24%). Allo stesso tempo, dalla stessa indagine risulta che nelle scelte di acquisto di prodotti alimentari, il 65% (61% in Italia) dei consumatori intervistati considera la qualità un fattore "molto importante", mentre il prezzo è considerato "molto importante" dal 54% degli intervistati. Quindi, sebbene il prezzo rappresenti, comunque, un fattore importante nell'acquisto di prodotti alimentari, la qualità rappresenta un fattore di scelta prioritario.

Il potenziale di interesse da parte del consumatore europeo per la qualità nelle sue componenti nutrizionali e salutistiche è solo il presupposto necessario per il successo di una strategia per la valorizzazione dei prodotti che faccia leva sulle loro valore salutistico. La valorizzazione di questi prodotti richiede un complesso coordinato di analisi e di interventi da svilupparsi su piani diversi, da parte di sistemi differenti, sulla base delle rispettive competenze e conoscenze, che abbiano come riferimento le attese e i bisogni del consumatore. I sistemi che entrano in gioco nella formulazione e realizzazione di un processo di valorizzazione sono: il sistema della ricerca scientifica, il sistema delle istituzioni; il sistema delle imprese (nella loro organizzazione di filiera).

Un primo campo di azioni è riferibile all'ambito che possiamo chiamare "sistema della ricerca scientifica" e coinvolge istituti di ricerca e università. I problemi da affrontare in questo ambito si configurano difficili in quanto si tratta di dimostrare scientificamente la fondatezza della qualità salutistica di un alimento, senza ambiguità. Un rischio che occorre evitare quando si opera in questo campo è quello di anticipare risultati che poi rischiano di essere smentiti da verifiche più approfondite, come accade spesso con i claim nutrizionali e salutistici che le aziende allegano ai loro prodotti. Infatti, molto spesso (circa nell'80% dei casi) le richieste sottoposte alla valutazione della European Food Safety Authority vengono respinte in quanto manca un valido supporto scientifico a dimostrazione dei benefici per la

salute umana da parte del prodotto. Compito del sistema della ricerca è, quindi, quello di dimostrare i vantaggi salutistici che presentano per il consumatore questi prodotti. È importante osservare che in una strategia di valorizzazione di questi prodotti, nella valutazione del valore percepito dal consumatore entrano non solo i benefici diretti connessi con la qualità salutistica dei prodotti, ma anche quelli connessi con la realizzazione del prodotto attraverso il metodo dell'agricoltura biologica.

I consumatori europei mostrano di essere sempre più consapevoli circa i benefici derivanti dal metodo dell'agricoltura biologica in termini di sostenibilità. Il metodo offre, infatti, benefici molteplici e interrelati anche con le proprietà salutistiche del prodotto, quali la conservazione della fertilità dei suoli e della biodiversità, la riduzione di inquinamento da agro-farmaci, la conservazione del paesaggio rurale, la prevenzione contro il dissesto idrogeologico del territorio, la garanzia di assenza di organismi geneticamente modificati, ecc. Le ricerche più recenti dimostrano che l'agricoltura biologica contribuisce significativamente anche all'accumulo di riserve di carbonio organico nel suolo, limitando, così, il riscaldamento climatico globale. Secondo i risultati di un recente studio (Gattinger et al, 2012), i terreni coltivati in regime biologico accumulano 3,5 tonnellate ad ettaro in più di carbonio organico nel suolo, con un tasso di sequestro di 0,45 tonnellate/ettaro/anno, in più rispetto alle coltivazioni tradizionali. Gli autori calcolano che se tutte le superfici agricole fossero coltivate con metodi biologici, le emissioni di CO₂ causate dall'agricoltura si ridurrebbero del 23% in Europa e del 36% negli Usa. L'impatto cumulativo fino al 2030 fornirebbe, così, un contributo pari al 13% delle riduzioni cumulative necessarie fino al 2030 per essere in linea con l'obiettivo di mantenere entro la fine di questo secolo l'aumento della temperatura mondiale al di sotto dei 2 gradi Celsius.

Un secondo ambito di azione è proprio delle istituzioni. Qui i problemi da affrontare riguardano da un lato l'applicazione della normativa vigente in materia di salute dei consumatori, dall'altro la corretta informazione per consentire agli stessi di effettuare scelte alimentari consapevoli e coerenti con l'obiettivo di tutelare la propria salute. Anche a supporto di queste azioni è indispensabile disporre di dati scientifici certi. A tal fine, il riferimento normativo a livello di Unione Europea è costituito dal Regolamento CE n. 1924/2006, relativo alle indicazioni nutrizionali e sulla salute fornite sui prodotti alimentari. Il Regolamento definisce



regole molto chiare per l'utilizzo delle indicazioni nutrizionali e sulla salute fornite sui prodotti alimentari, con l'obiettivo di armonizzare "le disposizioni legislative, regolamentari o amministrative degli Stati membri concernenti le indicazioni nutrizionali e sulla salute, al fine di garantire l'efficace funzionamento del mercato interno e al tempo stesso un elevato livello di tutela dei consumatori" (art. 1, comma 1). All'art. 5, si specifica che le indicazioni sono permesse solo se:

"a) si è dimostrato che la presenza, l'assenza o il contenuto ridotto in un alimento o categoria di alimenti di una sostanza nutritiva o di altro tipo rispetto alla quale è fornita l'indicazione ha un effetto nutrizionale o fisiologico benefico, sulla base di prove scientifiche generalmente accettate; b) la sostanza nutritiva o di altro tipo rispetto alla quale è fornita l'indicazione:

i) è contenuta nel prodotto finale in una quantità significativa ai sensi della legislazione comunitaria o, in mancanza di tali regole, in quantità tale da produrre l'effetto nutrizionale o fisiologico indicato, sulla base di prove scientifiche generalmente accettate, o

ii) non è presente o è presente in quantità ridotta, in modo da produrre l'effetto nutrizionale o fisiologico indicato, sulla base di prove scientifiche generalmente accettate;

c) se del caso, la sostanza nutritiva o di altro tipo per la quale è fornita l'indicazione si trova in una forma utilizzabile dall'organismo;

d) la quantità del prodotto tale da poter essere ragionevolmente consumata fornisce una quantità significativa della sostanza nutritiva o di altro tipo cui si riferisce l'indicazione, ai sensi della legislazione comunitaria o, in mancanza di tali regole, una quantità tale da produrre l'effetto nutrizionale o fisiologico indicato, sulla base di prove scientifiche generalmente accettate;

e) conformità con le condizioni specifiche di cui al capo III o IV, secondo il caso.

2. L'impiego di indicazioni nutrizionali e sulla salute è consentito solo se ci si può aspettare che il consumatore medio comprenda gli effetti benefici secondo la formulazione dell'indicazione" ..

Compito delle istituzioni è anche quello di favorire una corretta informazione per consentire ai consumatori di fare scelte alimentari consapevoli e coerenti con l'obiettivo di promuovere la propria salute. Un quadro teorico utile per sviluppare interventi in questa direzione è quello del marketing sociale. Quest'ultimo approccio, secondo la definizione di Kotler e Zaltman (1971, p, 5), rappresenta "The

design, implementation and control of programs calculated to influence the acceptability of social ideas and involving considerations of product planning, pricing, communication, distribution, and marketing research". In sostanza, le istituzioni pubbliche sono chiamate a mettere in atto misure pubbliche che promuovano un'alimentazione più sana e coerente con gli obiettivi di salvaguardare la salute. Rientrano in questo quadro le campagne informative per orientare i consumi verso un'alimentazione più sana, gli interventi per promuovere l'educazione alimentare nelle scuole, la regolamentazione della pubblicità dei beni alimentari, le campagne pubblicitarie per combattere l'obesità, ecc. Un esempio in questa direzione è quello dell'accordo tra il Ministero per dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca e la Federalimentari per l'educazione alimentare nelle scuole italiane. Un altro esempio è quello del progetto Eatwell. Quest'ultimo è un progetto finanziato dalla Commissione Europea per fornire agli Stati dell'Unione Europea "le migliori direttive pratiche per sviluppare interventi politici appropriati che incoraggino un'alimentazione sana".

Un terzo ambito di intervento riguarda il sistema delle imprese. In una prospettiva di valorizzazione, questo sistema è chiamato a mettere in atto strategie, politiche e scelte organizzative volte a creare valore, a comunicarlo e a trasmetterlo al consumatore. La differenziazione e la qualificazione dell'offerta si presenta, peraltro, come una via obbligata a fronte della competizione sempre più pressante che si registra sul mercato nazionale e internazionale dei prodotti agroalimentari.

L'attuale scenario di mercato presenta indubbiamente notevoli opportunità per la valorizzazione, anche nella percezione dei consumatori, della qualità di prodotti che coniugano valore nutrizionale, salutistico, gusto e garanzie di genuinità con un sistema di coltivazione sostenibile. Per intercettare questa domanda è comunque necessario che da parte dei produttori si proceda a una marcata differenziazione dell'offerta e alla sua qualificazione attraverso la creazione di idonei segnali di valore, chiari e facilmente riconoscibili da parte del consumatore. In alternativa, il rischio di un mancato riconoscimento del valore conferito al consumatore attraverso il prodotto è molto alto. Si consideri che le varie forme di certificazione della qualità promosse dall'Unione Europea e l'azione messa in atto dagli stessi operatori del sistema agroalimentare per rispondere alla crescente domanda di sicurezza alimentare ha dato luogo alla diffusione sul mercato di una ampia gamma sigle, di marchi e loghi che rendono sempre più difficile per il consu-

mattore orientarsi nella scelta (Carbone, Sorrentino, 2004). Ciò implica che per concretizzare le potenzialità che l'attuale scenario di mercato prospetta e per valorizzare, anche nella percezione dei consumatori, il valore della qualità dei prodotti sono richieste alle imprese sempre maggiori capacità di marketing e di comunicazione. Un problema non di facile soluzione, in quanto le imprese del settore, anche a causa delle loro ridotte dimensioni, presentano in generale limitate competenze di marketing. Un ambito, questo, in cui l'intervento delle istituzioni pubbliche in termini di offerta di servizi di supporto appare non solo necessario, ma anche giustificato dal valore sociale derivante dalla qualità nutrizionale e salutistica dell'offerta e dall'impatto positivo sull'ambiente prodotto dall'agricoltura biologica.

È indubbio che le strategie di valorizzazione per essere efficaci richiedono una gestione della qualità che chiama in causa il comportamento di tutti i soggetti che operano nella filiera, a partire dalle aziende agricole sino al consumatore finale.

Questo implica un coordinamento verticale, che il mercato, attraverso il meccanismo dei prezzi, non è in grado di assicurare. Da qui la necessità di sviluppare forme di coordinamento verticali e orizzontali di tipo cooperativo tra gli operatori. Tra l'altro, come è stato messo in luce nella relazione di Francesco Torriani e Germana Meliffi "La macro filiera regionale biologica" l'attenzione a queste problematiche da parte degli operatori del settore biologico della Marche è già largamente presente.

Questo processo consentirebbe di aumentare l'efficienza complessiva del sistema grazie alla riduzione dei costi di transizione, e, allo stesso tempo, di rendere più efficaci le strategie per la valorizzazione della qualità nutrizionale e salutistica dei prodotti.

ciascuno di loro.

In conclusione, la valorizzazione di queste produzioni richiede una mobilitazione di risorse e la messa in atto di interventi che investono sia il sistema della ricerca scientifica, che quelli delle istituzioni e delle imprese (nella loro organizzazione di filiera). Non vi è dubbio che tutto ciò implica non solo una mobilitazione di risorse finanziarie, ma anche lo sviluppo di strategie che richiedono il contributo scientifico da parte di ambiti disciplinari diversi.

In questa ultima prospettiva, il contributo dato da questo seminario al dibattito sulle problematiche concernenti la valorizzazione dei cereali biologici delle Marche e del territorio va visto anche in relazione alla impostazione, che trae

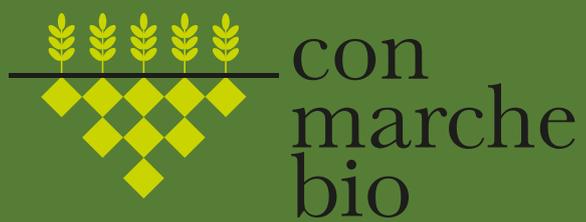
origine dalla necessità di affrontare queste tematiche anche in una prospettiva economica.



Bibliografia

- Amy V. Gasper, Maria Traka, James R. Bacon, Julie A. Smith, Moira A. Taylor, Christopher J. Hawkey, David A. Barrett, and Richard F. Mithen, Consuming Broccoli Does Not Induce Genes Associated with Xenobiotic Metabolism and Cell Cycle Control in Human Gastric Mucosa, *The Journal of Nutrition* 2007
- Carbone A., Sorrentino A, "Informazioni ed efficacia delle politiche di certificazione degli alimenti", in G. Antonelli (a cura di), *Marketing agroalimentare. Specificità e temi di analisi*, FrancoAngeli, Milano, 2004 e 2006
- G. Fabris, *Il nuovo consumatore verso il postmoderno*, FrancoAngeli, Milano, 2004
- Gatteringer A. et al, "Enhanced top soil carbon stocks under organic farming", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2012, pp. 18226-18231,
- Hanford, J., The proteolytic enzymes of wheat and flour and their effect on bread quality in the United Kingdom, *Cereal Chem*, 1967.
- Hwang, P. and Bushuk, W., Some changes in the endosperm proteins during sprouting of wheat, *Cereal Chem*. 1973.
- Ibrahim, Y. And D'Apollonia, B.L., Sprouting in hard red spring wheat, *Baker's Dig.*, 1979.
- Jacobs DR Fiber from Whole Grains, but not Refined Grains, Is inversely Associated with All-Cause Mortality in Older Women: The Iowa Women's Health Study
- Kotler P., Zaltman G., *Social Marketing: An Approach to Planned Social Change*, *Journal of Marketing*, Vol. 35, 1971, pp. 3-12
- Kylan, A.M. and McCreedy, R.M., Nutrients in seeds and sprouts of alfalfa, lentils, mung beans and soybeans, *J. Food Sci.*, 40, 1008, 1975
- Lorenz, K. And Lee, V.A., The nutritional and physiological impact of cereal products in human nutrition, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1977.
- Mayer, A.M. and Poljakoff-Mayber, A., *The germination of seeds*, MacMillan, New York, 1963,
- Ranhotra, G.S., Loewe, R.J., and Lehmann, T.A., Breadmaking quality and nutritive value of sprouted wheat, *J. Food Sci.*, 1977
- Seymour, M., Bean sprouts need right soaking and draining, *Fort Collins Coloradoan*, 1978
- Singh R, De S, Belkheir A. Avena sativa (Oat), A Potential Nutraceutical and Therapeutic Agent: An Overview. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2013
- Skoglund Maria, Peterson David M, Andersson Roger, Nilsson Janicka, Dimberg Lena H, Avenanthramide content and related enzyme activities in oats as affected by steeping and germination, *Journal of Cereal Science* 2008
- Special Eurobarometer 389, *European's Attitudes Towards Food Security, Food Quality and the Countryside*, July 2012

Finito di stampare
nel mese di ottobre 2013
Ideostampa srl
Calcinelli di Saltara (PU)



Corsorzio Marche Biologiche Soc. Coop. Agr.

via N. Abbagnano, 3 – 60019 Senigallia (AN) Italy
tel. +39 071 668244 – fax +39 071 6611272
info@conmarchebio.it – c. f. e p. i. 02464490420

www.conmarchebio.it