

Giornata di studio:

Innovazione di prodotto  
nella filiera grano tenero  
per migliorare la qualità  
e la sostenibilità ambientale

Viterbo, 18 marzo 2016



## Pane di ieri, di oggi e di domani

Gli studi sul cibo nei testi verbali – appartenenti ai diversi generi e sottogeneri della scrittura in prosa e in versi – si orientano sempre più verso l’analisi dell’apparato simbolico, concettuale, metaforico connesso al cibo e all’alimentazione quanto allo studio del vastissimo repertorio descrittivo inerente cibi e pietanze, condotte, pratiche e tradizioni gastronomiche; descrizioni e raffigurazioni che svolgono nei testi letterari una funzione significante in quanto il cibo è linguaggio, veicolo comunicativo e identitario che comunica, cioè, oltre all’appartenenza a una civiltà, a una cultura nazionale, regionale, locale anche differenze sociali e di ceto.

La presenza del cibo nei testi letterari consente anche l’analisi di concetti chiave che nel panorama culturale di una determinata epoca si affermano marcando anche cambiamenti ed evoluzioni alimentari e del “gusto”.

Il pane è intimamente associato alla cultura della terra e della civiltà agraria: è simbolo di civiltà e di riscatto dalla fame; è il *pane nero* alimento delle classi subalterne opposto al *pane bianco* dei “signori”.

È l’alimento dell’esule (*amaro* o *salato*: bagnato di sudore e di lacrime perché guadagnato o elemosinato *altrove*) o simbolo di appartenenza identitaria “locale” o “regionale” in una serie di opere narrative e poetiche; è simbolo della *dignità umana* nei racconti di Primo Levi, è soggetto e protagonista di propaganda politica. Centrale è il tema del pane intrecciato a quello della carestia nei *Promessi sposi*.

Il campo valoriale, simbolico e metaforico, del pane emerge in una pluralità di testi ove si configura come operatore significante attraverso se stesso e anche oltre se stesso confermando che nella sua storia millenaria è alimento materiale e spirituale insieme.

\* Dipartimento di Scienze umanistiche, della comunicazione e del turismo, (DUSICOM), Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

## Innovazione e sostenibilità nella coltivazione del frumento tenero

La coltivazione del frumento tenero in Italia si estende attualmente su circa 600.000 ha. La produzione si concentra per il 69% nel Nord Italia, per il 20% al Centro e l'11% al Sud ed è quantitativamente insufficiente per soddisfare la domanda. L'Italia importa circa il 50% del proprio fabbisogno, soprattutto dalla Francia (30%) e da altri paesi europei. In Europa (che è il maggior produttore mondiale) l'Italia rappresenta solo il 2,6% della produzione. Oltre che in termini quantitativi, la produzione italiana non è sempre soddisfacente in termini qualitativi. Le motivazioni all'origine dell'insufficienza quantitativa della produzione italiana sono da ricercarsi principalmente nella redditività, in parte legata alle caratteristiche pedo-climatiche del territorio italiano, che ne condiziona la scelta di coltivazione. Un semplice bilancio dei costi (Ghelfi e Armuzzi, 2010), rivela che per avere una redditività sufficiente sarebbero necessarie rese superiori a  $7 \text{ t ha}^{-1}$  ( $6,5 \text{ t ha}^{-1}$  in semina su sodo), assumendo un prezzo della granella di  $160 \text{ € t}^{-1}$ . Attualmente in Nord Italia le rese medie si attestano su  $5,8 \text{ t ha}^{-1}$ , al Centro a  $5,1$  (ma nel Lazio  $3,3 \text{ t ha}^{-1}$ ) e al Sud a  $3,2 \text{ t ha}^{-1}$ , ma il prezzo della granella è più alto (185-200 €). Per quanto riguarda gli aspetti qualitativi, le tecniche agronomiche in senso lato, includendo le scelte varietali, sono determinanti. Come evidenziato da Reinyeri e Blandino (2011), il frumento tenero è una commodity, ma per la cerealicoltura italiana è consigliabile che ci si orienti verso le specialty, ossia verso tecniche di produzione che mirino a raggiungere obiettivi di qualità specifici per determinate categorie merceologiche o tipologie di destinazioni d'uso particolari (es. frumenti di forza speciali, baby food, frumenti panificabili superiori). In tal caso è possibile spuntare prezzi più alti, garantendo una maggior sostenibilità economica della coltura.

\* Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE), Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

Per raggiungere tali obiettivi è imperativo innovare la tecnica di coltivazione introducendo le acquisizioni in termini di conoscenze della ricerca agronomica, ingegneristica, genetica e fitopatologica degli ultimi decenni. È imperativo che le innovazioni da introdurre debbano andare nell'ottica della sostenibilità in senso lato.

Gli aspetti fondamentali delle tecniche di coltivazione riguardano i momenti chiave dell'itinerario tecnico, un percorso ragionato che l'agricoltore compie, facendo delle scelte che richiedono la conoscenza di tutte le possibili alternative. Questi momenti chiave riguardano: la scelta varietale, l'avvicendamento, la gestione del suolo e dei residui colturali della coltura precedente, la modalità di semina, la concimazione, il diserbo, i trattamenti fitosanitari.

L'obiettivo del presente lavoro è quello di illustrare alcuni esempi di possibili "innovazioni", alcune note da tempo ai ricercatori ma non sempre diffusamente adottate e altre ancora oggetto di ricerca, riguardanti aspetti agronomici dell'itinerario tecnico (escludendo la scelta varietale, trattata in altri contributi di questo convegno), che possano avere un risvolto sulla sostenibilità ambientale della coltivazione del frumento tenero.

Una delle pratiche agronomiche più importati è l'avvicendamento colturale. È noto da tempo che la monosuccessione è causa d'incremento di patogeni, in particolare mal del piede (es. Christsen et al., 1992; Colbach et al., 1997), con conseguenti decrementi produttivi e qualitativi. Reynieri et al. (2010) hanno mostrato che la precessione colturale influenza in maniera determinante l'incidenza di fusariosi della spiga e di micotossina DON. È ampiamente dimostrato inoltre l'effetto dell'avvicendamento sulla diffusione delle infestanti e sull'assorbimento degli elementi nutritivi da parte della coltura di frumento (Debaeke et al., 1996). Recentemente vi è crescente interesse nell'introduzione di colture di copertura negli avvicendamenti, ad esempio per ridurre le perdite di elementi nutritivi e di suolo (erosione) e per contenere lo sviluppo d'infestanti nei periodi intercalari, soprattutto in regime di agricoltura biologica e in semina su sodo (Dorn et al., 2013).

Le lavorazioni del suolo hanno un ruolo importante per la sostenibilità, viste le implicazioni, tra l'altro, sul bilancio dei gas a effetto serra, sulla lisciviazione dei nitrati, sulla diffusione di patogeni dai residui colturali (Reynieri et al., 2010) e sul controllo meccanico delle infestanti. La semina su sodo, soprattutto a lungo termine, incrementa lo stoccaggio di CO<sub>2</sub> nel suolo, ma informazioni contrastanti si hanno a riguardo dell'emissione di protossido d'azoto (Abdalla et al., 2013; Mangalassery et al., 2015). Inoltre vi è una maggior difficoltà nel controllo delle infestanti con la necessità di diserbo chimico (Dorn et al., 2013). Notevoli vantaggi, anche ambientali, si hanno

adottando la tecnica del traffico controllato (CTF), oggi resa più facile dalla diffusione di sistemi di guida satellitare delle trattrici (Mouazen e Palmqvist, 2015).

La fertilizzazione, in particolare quella azotata, è un fattore determinante per il raggiungimento degli obiettivi qualitativi (es. proteine) e quantitativi e ha un rilevante impatto ambientale. L'applicazione della tecnica del bilancio semplificato degli elementi (Grignani et al., 2003) è resa obbligatoria dai disciplinari di produzione integrata ed è in grado di ridurre gli eccessi, anche se può limitare le potenzialità produttive per qualità e resa di varietà superiori (Corbellini et al., 2006). Ulteriori vantaggi ambientali si hanno combinando il bilancio dell'azoto con un monitoraggio della coltura mediante sensori ottici (prossimali o anche satellitari) e una distribuzione a tasso variabile del concime (Samborski et al., 2016).

La gestione sostenibile delle infestanti si basa sull'adozione delle tecniche appropriate di avvicendamento e lavorazione e l'adozione di programmi mirati di diserbo in post-emergenza. A livello di ricerca sono in corso sperimentazioni per lo sviluppo del patch-spraying, l'irrorazione limitata alla reale presenza delle infestanti in un contesto di agricoltura di precisione.

Per le patologie fungine, riveste interesse la crescente diffusione in Italia, grazie all'adozione da parte di alcune Regioni, di sistemi di supporto alla decisione (decision support systems, DSS) basati su modelli agrometeorologici e fenologici per la previsione del rischio d'incidenza di malattie quali fusariosi della spiga e septoriosi (es. Grano.Net di Horta Srl). A livello di ricerca si studia la possibilità di discriminazione dell'infezione fungina da altri fattori di stress, attraverso sensori ottici di fluorescenza (Bürling et al., 2011).

In conclusione, un'intensificazione sostenibile nel processo di coltivazione del frumento tenero richiede il trasferimento delle conoscenze disponibili nella pratica operativa attraverso la crescente formazione e professionalizzazione degli operatori, stimolati anche dalla possibilità di raggiungere obiettivi produttivi elevati in termini quantitativi e qualitativi, per conseguire una soddisfacente remunerazione.

#### ABSTRACT

Winter wheat is grown on 600 000 ha in Italy, mainly in the North (69%) and the national production is insufficient to meet the internal demand both in quantitative and qualitative terms, so that about 50% of the bread wheat is imported. Whereas the quantitative deficit is linked to the profitability of the crop, difficult without high yields, the qualitative aspects are linked to the optimisation of agronomic techniques, introducing

knowledge and innovations, in part already established since decades, into current farming. The objective of the present work is to highlight some innovations in winter wheat farming, related to its environmental sustainability. These concern the key aspects of the technical cultivation pathway, i.e. the reasoned choices the farmer faces concerning crop husbandry: crop succession, tillage, fertilisation, weed and disease management.

## BIBLIOGRAFIA

- ABDALLA M., OSBORNE B., LANIGAN G., FORRISTAL D., WILLIAMS M., SMITH P., JONES M.B. (2013): *Conservation tillage systems: A review of its consequences for greenhouse gas emissions*, «Soil Use and Management», 29, pp. 199-209.
- BÜRLING K., HUNSCHKE M., NOGA G. (2011): *Use of blue-green and chlorophyll fluorescence measurements for differentiation between nitrogen deficiency and pathogen infection in winter wheat*, «Journal of Plant Physiology», 168, pp. 1641-1648.
- CHRISTEN O., SIELING K., HANUS H. (1992): *The effect of different preceding crops on the development, growth and yield of winter wheat*, «European Journal of Agronomy», 1, pp. 21-28.
- COLBACH N., DUBY C., CAVELIER A., MEYNARD J.M. (1997): *Influence of cropping systems on foot and root diseases of winter wheat: fitting of a statistical model*, «European Journal of Agronomy», 6, pp. 61-77.
- CORBELLINI M., PERENZIN M., BOGGINI G., BELLOCCHI G., SCUDELLARI D., MONOTTI M. (2006): *Balance sheet method assessment for nitrogen fertilization in bread wheat: I. yield and quality*, «Italian Journal of Agronomy», 3, pp. 331-341.
- DEBAEKE P., AUSSÉNAC T., FABRE J.L., HILAIRE A., PUJOL B., THURIES L. (1996): *Grain nitrogen content of winter bread wheat (Triticum aestivum L.) as related to crop management and to the previous crop*, «European Journal of Agronomy», 5, pp. 273-286.
- DORN B., STADLER M., VAN DER HEIJDEN M., STREIT B. (2013): *Regulation of cover crops and weeds using a roll-chopper for herbicide reduction in no-tillage winter wheat*, «Soil and Tillage Research», 134, pp. 121-132.
- GHELFÌ R., ARMUZZI M. (2010): *La redditività del tenero è tutta questione di rese*, «L'Informatore Agrario», 31, pp. 52-54.
- GRIGNANI C., BASSANINO M., SACCO D., ZAVATTARO L. (2003): *Il bilancio degli elementi nutritivi per la redazione del piano di concimazione*, «Rivista di Agronomia», 37, pp. 155-172.
- MANGALASSERY S., SJÖGERSTEN S., SPARKES D.L., MOONEY S.J. (2015): *Examining the potential for climate change mitigation from zero tillage*, «Journal of Agricultural Science», 153, pp. 1151-1173.
- MOUAZEN A.M., PALMQVIST M. (2015): *Development of a framework for the evaluation of the environmental benefits of controlled traffic farming*, «Sustainability», 7, pp. 8684-8708.
- REYNIERI A., BLANDINO M. (2011): *Da commodity a specialty ecco il grano tenero di domani*, «L'Informatore Agrario», 31, pp. 43-45.
- REYNIERI A., SCUDELLARI D., BLANDINO M., D'EGIDIO M.G., PLIZZARI L. (2010): *Grano tenero "sano" con la giusta precessione culturale*, «L'Informatore Agrario», 31, pp. 61-63.
- SAMBORSKI S.M., GOZDOWSKI D., STEPIEN M., WALSH O.S., LESZCZYŃSKA E. (2016): *On-farm evaluation of an active optical sensor performance for variable nitrogen application in winter wheat*, «European Journal of Agronomy», 74, pp. 56-67.

## Obiettivi e strategie di miglioramento genetico del frumento tenero per affrontare le sfide del prossimo futuro

Tra le sfide attuali e del prossimo futuro, quella di nutrire una popolazione globale attesa raggiungere i 9 miliardi entro il 2050 è certamente prioritaria. In questo contesto, emerge la preoccupazione per una sufficiente disponibilità di frumento, soprattutto frumento tenero (*Triticum aestivum*), che, insieme a riso e mais, è alla base dell'alimentazione umana. Grazie anche alla sua natura poliploide, il frumento tenero è coltivato negli ambienti più diversi e copre una superficie globale (225 Mha) superiore a quella di ogni altra specie vegetale agraria. Tuttavia, non sono prevedibili ulteriori aumenti di superfici destinabili alla coltivazione, ma addirittura una loro riduzione, anche a causa dei cambiamenti climatici. Anche in termini di produzione di seme, da cui derivano il pane e numerosi altri prodotti, a fronte degli spettacolari incrementi realizzatisi a partire dagli anni '60 del secolo scorso (periodo delle "Rivoluzioni verdi"), negli ultimi anni si registra una generale tendenza alla "stagnazione" delle rese, e, comunque, aumenti largamente inferiori rispetto a quelli idealmente necessari a soddisfare le necessità della popolazione nei prossimi decenni. Di fronte a questo scenario, trova consenso generale il convincimento che la via da intraprendere è ancora quella del miglioramento genetico, ma attraverso approcci e strumenti tecnologici innovativi. Tra questi, l'ampliamento della base genetica, nell'ambito della quale cercare nuovi geni che, direttamente o indirettamente, possano innalzare le rese in maniera sostenibile. Molti geni utili a tal fine sono presenti nel germoplasma delle specie selvatiche affini al frumento, nel quale possono essere trasferiti attraverso strategie di "ingegneria cromosomica". Varietà di frumento possono essere così dotate, e diverse già lo sono, di svariati "nuovi" caratteri, dalla resistenza a

\* Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali (DAFNE), Università degli Studi della Tuscia, Viterbo



diverse fitopatie e stress abiotici, ad attributi in grado di incidere direttamente sulla capacità produttiva, nonché sulla qualità tecnologica e nutrizionale dei prodotti. Esempi relativi a diverse caratteristiche oggetto di tale strategia di miglioramento illustreranno risultati recentemente ottenuti o di prossima acquisizione. Verranno inoltre brevemente delineate ulteriori nuove strategie, di attuale o futura utilizzazione nel *breeding*, mirate a effettuare modificazioni “mirate” del genoma di frumento, volte a ottimizzarne le prestazioni in risposta alle numerose sfide che lo attendono.

## Innovazioni nella tecnologia del pane industriale

Il pane ha una storia molto antica mentre la sua produzione industriale risale al 1900, quando comparirono le prime impastatrici e i primi forni. Da allora c'è stata una continua evoluzione volta a migliorare continuamente il pane finale.

Il pane è sicuramente uno dei prodotti di base dell'alimentazione e anche il pane industriale diventa sempre più vario, dalle forme alle strutture diverse, agli ingredienti ricchi di principi nutritivi.

Viviamo in un mondo dove coesiste l'eccesso con la mancanza di cibo, le persone in sovrappeso vs malnutrite così l'azienda Barilla ha sviluppato il modello della doppia piramide alimentare e ambientale con lo scopo di promuovere il benessere delle persone attraverso l'offerta di prodotti nutrizionalmente controllati e di favorire diete sostenibili che non danneggino l'ambiente in cui viviamo.

Le innovazioni nell'area nutrizionale ha portato alla produzione di diverse tipologie di pani

- a ridotto contenuto di sale;
- ad alto contenuto di fibre anche comuni attraverso l'utilizzo di frazioni cruscali ad alto valore nutrizionale (Aleurone).

Nell'area sostenibilità è stato applicato il modello LCA per l'analisi e valutazione degli impatti, in particolare ambientali, della produzione di pane industriale. A fronte dei risultati dove si evidenzia l'importanza della catena di approvvigionamento e l'individuazione delle possibili aree di miglioramento. Barilla ha intrapreso un percorso "Barilla sustainable Farming" anche per le coltivazioni di grano tenero con l'obiettivo di individuare i possibili miglioramenti dei sistemi colturali, che garantiscano adeguati livelli qualitativi.

\* *Innovation Bakery – Global Discovery Center – Barilla G&R. Flli, Parma*

Le fasi di processo della produzione industriale sono: Impastamento – Lievitazione – Formatura – Cottura – Raffreddamento – Taglio – Confezionamento.

Modalità e tempi sono variabili in un range limitato, gli adattamenti della formulazione sono necessari per ottenere sempre la qualità del pane morbido, tipico del prodotto industriale.

L'utilizzo di farine di buona qualità glutinica, il giusto bilanciamento di lievito, zucchero, olio vegetale garantisce il risultato finale.

L'applicazione delle norme di GMP completa il percorso industriale.

I nuovi prodotti possono nascere anche dalla comprensione delle esigenze dei consumatori, che rimane per noi area di esplorazione continua.

#### ABSTRACT

This Presentation will overview the industrial bread production centered on products developed for balanced nutrition for people healthiness and to manage area of farming sustainability.

## Lievito naturale ed effetti sulla qualità nutrizionale del pane e sulla salute umana

Il “lievito naturale” (impasto acido o lievito madre) è uno degli esempi più antichi di starter naturale. Negli ultimi trent’anni, la comunità scientifica, principalmente dedicata a questo settore alimentare, e un’abbondante letteratura hanno inequivocabilmente dimostrato come la produzione di lievitati da forno mediante “lievito naturale” determini migliorate proprietà sensoriali e reologiche rispetto ad altri agenti lievitanti, quali lievito di birra o lievitazione chimica (Minervini et al., 2014). Sono state definite sia le modalità d’assemblaggio della comunità microbica durante la preparazione e propagazione del “lievito naturale”, sia le principali fonti di contaminazione di batteri lattici e lieviti in grado di assicurare un’elevata diversità microbica (Minervini et al., 2015a; 2015b). È stata allestita la prima biblioteca internazionale di “lieviti naturali” (Saint Vith, Belgio) in cui sono conservati non solo microrganismi, ma anche ricette, ingredienti e informazioni storiche sui principali prodotti lievitati da forno ottenuti mediante fermentazione con questo starter naturale.

Più recentemente, il legame tra “lievito naturale”, nutrizione e salute dell’uomo ha destato enorme interesse, dimostrando, anche in questo caso non solo indubbie potenzialità, ma concrete evidenze (Gobbetti et al., 2014). Il pretrattamento di crusca o dei sottoprodotti della molitura (es. germe di grano) mediante fermentazione con “lievito naturale” consente una maggiore accettabilità sensoriale, in particolare delle formulazioni integrali, una maggiore biodisponibilità di proteine di alta qualità e di altri nutrienti (Rizzello et al., 2012), nonché la stabilizzazione di attività enzimatiche (es. lipasi), che, ad oggi, pregiudicano l’impiego del germe di grano, nonostante

\* *Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro*

la ricchezza in nutrienti (Rizzello et al., 2010). La fermentazione mediante batteri lattici selezionati da “lievito naturale” di miscele di farine di cereali, pseudo-cereali e legumi consente, inoltre, l’arricchimento dei prodotti lievitati da forno in componenti funzionali, quali chinoni ad attività anti-tumorale, acido  $\gamma$ -amino butirrico (GABA) e peptidi bioattivi (es. lunasina) (Coda et al., 20102).

Una delle applicazioni più innovative del “lievito naturale” ha riguardato la completa degradazione del glutine durante un processo di fermentazione semi-liquida mediante combinazione di proteasi fungine e di un pool di batteri lattici selezionati sulla base di attività peptidasiche complementari. Tale ricerca, sviluppata nell’arco di quindici anni, ha, dapprima, condotto a una soglia residua di glutine inferiore a 10 ppm, spiegato i meccanismi di degradazione degli epitopi responsabili della patologia celiachia, validato i risultati mediante saggi *in vitro* ed *ex vivo* su colture cellulari umane, per giungere, infine, alla dimostrazione dell’assoluta salubrità del protocollo biotecnologico mediante due challenge clinici condotti su pazienti celiaci in remissione (Greco et al., 2011). L’industrializzazione del processo ha permesso la produzione di pane senza glutine da farina di grano, che è commercializzato nel mercato italiano da giugno 2015. Studi successivi hanno mostrato gli indubbi vantaggi nutrizionali, sensoriali e igienico-sanitari rispetto alla controparte di prodotti senza glutine ottenuti da materie prime naturalmente non contenenti glutine (es., mais, riso).

Avendo come obiettivo l’aspetto nutrizionale e la salute del consumatore, è opportuno citare anche le potenzialità del “lievito naturale” nel ritardare i processi di contaminazione microbica dei prodotti lievitati da forno e, conseguentemente, nel ridurre la concentrazione di conservanti chimici (es. acido propionico ed etanolo) usualmente impiegati su scala industriale. In particolare, la combinazione di batteri lattici e lieviti del “lievito naturale” con estratti acquosi di matrici vegetali, che non modificano gli attributi sensoriali dei prodotti, sembra avere potenzialità modulabili in funzione degli agenti fungini responsabili della contaminazione (Coda et al., 2011).

#### BIBLIOGRAFIA

- CODA R., CASSONE A., RIZZELLO C.G., NIONELLI L., CARDINALI G., GOBBETTI M. (2011): *Antigungal activity of Wyckerhamomyces anomalus and Lactobacillus plantarum peptides during sourdough fermentation: identification of novel compounds and long-term effect during storage of wheat bread*, «Applied and Environmental Microbiology», 77, pp. 3484-3492.

- CODA R., RIZZELLO C.G., PINTO D., GOBBETTI M. (2012): *Selected lactic acid bacteria synthesize antioxidant peptides during sourdough fermentation of cereal flours*, «Applied and Environmental Microbiology», 78, pp. 1087-1096.
- GOBBETTI M., RIZZELLO C.G., DI CAGNO R., DE ANGELIS M. (2014): *How the sourdough may affect the functional features of leavened baked goods*, «Food Microbiology», 37, pp. 30-40.
- GRECO L., GOBBETTI M., AURICCHIO R., DI MASE R., LANDOLFO F., PAPARO F., DI CAGNO R., DE ANGELIS M., RIZZELLO C.G., CASSONE A., TERRONE G., TIMPONE L., D'ANIELLO M., MAGLIO M., TRONCONE R., AURICCHIO S. (2011): *Safety for patients with celiac disease of baked goods made of wheat flour hydrolyzed during food processing*, «Clinical Gastroenterology and Hepatology», 9, pp. 24-29.
- MINERVINI F., DE ANGELIS M., DI CAGNO R., GOBBETTI M. (2014): *Ecological parameters influencing microbial diversity and stability of traditional sourdough*, «International Journal of Food Microbiology», 171, pp. 136-146.
- MINERVINI F., LATTANZI A., DE ANGELIS M., CELANO G., GOBBETTI M. (2015a): *House microbiotas as sources of lactic acid bacteria and yeasts in traditional Italian sourdoughs*, «Food Microbiology», 52, pp. 66-76.
- MINERVINI F., CELANO G., LATTANZI A., TEDONE L., DE MASTRO G., GOBBETTI M., DE ANGELIS M. (2015b): *Lactic acid bacteria in durum wheat flour are endophytic components of the plant during its entire life cycle*, «Applied and Environmental Microbiology», 19, pp. 6736-6748.
- RIZZELLO C.G., NIONELLI L., CODA R., DE ANGELIS M., GOBBETTI M. (2010): *Effect of sourdough fermentation on stabilisation, and chemical and nutritional characteristics of wheat germ*, «Food Chemistry», 119, pp. 1079-1089.
- RIZZELLO C.G., CODA R., MAZZACANE F., MINERVINI D., GOBBETTI M. (2012): *Micronized by-products from debranned durum wheat and sourdough fermentation enhanced the nutritional, textural and sensory features of bread*, «Food Research International», 46, pp. 304-313.

## Innovazione nel processo di macinazione dei cereali per ottenere “Fibra Micronizzata” ad alto valore salutistico nutrizionale

La macinazione dei cereali in modo integrale, oltre a essere un modo per riscoprire antichi sapori del pane, della pasta e dei prodotti da forno con essa realizzati, rappresenta una procedura straordinaria per far sì che la *fibra del tegumento* e il *germe di grano*, che nelle moderne metodologie di macinazione vengono scartati, possano restare quasi totalmente nel prodotto della macinazione. Ciò conferma che dalla riscoperta dei prodotti che nascono dalla nostra tradizione alimentare molto spesso si arrivi all’ottenimento di prodotti di elevatissima qualità sia sensoriale, sia salutistica. La qualità della nostra vita, come anche la stessa aspettativa di vita, sono legate a molti fattori, tra i quali quelli ambientali, sociali, genetici e soprattutto alimentari. L’alimentazione infatti rappresenta uno stimolo, ripetuto più volte al giorno, per il nostro organismo, che tende nel modo più semplice e naturale possibile al mantenimento dell’omeostasi, cercando quindi di reagire alle aggressioni provenienti dall’esterno. La stessa alimentazione però, se non sana ed equilibrata, può rappresentare un’aggressione per il nostro organismo. In particolare, immediatamente dopo l’assunzione di qualsiasi cibo s’innesca un processo infiammatorio “fisiologico”, che è tanto più prolungato quanto più ricco di sostanze facilmente ossidabili e pro- infiammatorie, che può arrivare a superare anche le 4 h, che moltiplicato per il numero di pasti principali giornalieri determina uno stato infiammatorio giornaliero di 8-12 h.

È ormai assodato come i processi infiammatori cronici siano alla base di una serie di patologie cronico-degenerative, come le malattie cardiovascolari, l’Alzheimer, il Parkinson, il diabete, e alcune forme di cancro, che sono tra le principali cause di morte nel mondo occidentale.

\* *Analysis srl - Laboratorio di analisi e ricerca sugli alimenti, Todi*

La fibra dei cereali, soprattutto la sua frazione solubile, rappresenta l'alimento preferito dal nostro microbiota intestinale, svolgendo quindi un'azione pre-biotica, mentre il germe invece è ricchissimo di sostanze antiossidanti e antinfiammatorie. Poter realizzare quindi delle macinazioni che consentano di preservare la maggior parte di questi due componenti rappresenta certamente un ottimo risultato per ottenere un ingrediente "funzionale".

In questo studio si è cercato d'introdurre un'ulteriore innovazione e in particolare di modificare il diagramma di macinazione introducendo *un doppio passaggio per consentire di eliminare il velo più esterno della cariosside del chicco*, che è rappresentato dalla fibra grezza (crusca), *dalla parte più nobile della fibra che riveste la cariosside fino ad arrivare al cuore amidaceo*. Questo processo, oltre a rendere più sana la fibra ottenuta, in quanto eliminando gli strati più esterni si eliminano sia gran parte degli inquinanti microbici (carica batterica, muffe), sia quelli chimici (micotossine, metalli pesanti e fitofarmaci) recuperando la fibra più nobile, quella più ricca di fibra alimentare solubile che viene considerata un pre-biotico e che quindi determina un effetto pro-biotico sulla nostra flora batterica intestinale che è implicata fortemente nel mantenimento del nostro stato di salute.

Recenti studi hanno dimostrato infatti che addirittura ci sia un fortissimo legame tra il nostro genoma e il microbiota intestinale, che influenza notevolmente il nostro stato di salute. È quindi evidente che fornire l'alimento preferito (la fibra alimentare solubile) alla nostra flora batterica intestinale può certamente determinare effetti salutistici straordinari.

In questo progetto si cercherà inoltre di rendere la fibra ottenuta dal grano duro, ancora più ricca di fibra solubile, attraverso il processo di "micronizzazione". Tale processo, oltre ad aumentare la frazione solubile della fibra, rende le semole più facilmente lavorabili e più adatte alla produzione sia di paste che di pani ricchi di fibra, che presentano però delle caratteristiche organolettiche non diverse da quelle dei prodotti convenzionali. Infatti, uno dei problemi della pasta integrale è la sua intensa colorazione, oltre all'aroma non sempre accettato dal consumatore.

Lo studio è stato effettuato presso l'impianto molitorio della ditta *Molitoria Umbra srl* di Ospedalichio di Bastia Umbra (PG), dove è stato modificato il diagramma di macinazione introducendo i tre macchinari innovativi, quali la decorticatrice verticale, il laminatoio e il sistema di turboseparazione e micronizzazione della fibra (fig. 1). In particolare, la decorticatrice era di concezione innovativa in quanto era di tipo verticale con una sezione di smerigliatura e separazione, che consente una regolazione fine, in grado di adattare le performance del macchinario rispetto alla tipologia di grano e allo spessore di tegumento





Fig. 1 A) *Decorticatrice verticale*; B) *Laminatoio*; C) *Turboseparatore e micronizzatore*

esterno che si vuole eliminare, sì da eliminare solo lo strato più esterno della cariosside (ove si concentra la maggior parte degli inquinanti chimici e microbiologici), lasciando intatta la maggior parte della fibra. Infatti, ottimizzando i parametri pressione e tempo è stato possibile eliminare solamente gli strati più esterni del tegumento, rendendo quindi disponibile la quasi totalità della parte cruscale, più ricca in fibra. Alla decorticatrice è stato accoppiato un filtro a bassa pressione, che consente il passaggio di tutta la fibra ancora presente nel chicco al laminatoio innovativo, ove viene effettuata la macinazione (*laminazione*), in modo tale da separare la crusca (fibra grezza) dalla restante parte amidacea. In condizioni di macinazione standard, la crusca ottenuta presenta ancora delle parti amidacee che rimangono “attaccate” alle sfoglie di crusca.

Al fine di ottenere la maggior rimozione possibile di tali parti dalla crusca, si è utilizzato un laminatoio specifico per la lavorazione, sul quale si è intervenuti durante le varie prove modificando i parametri di velocità di rotazione dei cilindri e altri parametri, al fine di rendere più fino il prodotto ottenuto. È stato utilizzato un particolare laminatore, realizzato appositamente dalla ditta Bühler per questo studio, che presenta una rigatura dei cilindri tale che gli angoli di taglio e di dorso presentassero inclinazioni tali da consentire una frantumazione della parte cruscale e di quella amidacea ottimale, garantendo altresì una migliore separazione prima della micronizzazione. All’uscita del laminatoio, il prodotto ottenuto deve ulteriormente essere lavorato per cercare di eliminare il più possibile le parti “non fibrose” rimanenti, e a questo scopo è stato utilizzato un “turbo-separatore” accoppiato a un “micronizzatore”, che oltre a eliminare le parti amilacee rimanenti, consente di ottenere un prodotto finale (*fibra micronizzata*), omogeneo e con delle dimensioni adeguate e ottimali per il suo utilizzo da parte delle industrie trasformatrici per la realizzazione di pani e paste “ricchi in fibra”.

In questa terza e ultima fase del processo si realizza la vera e propria *micronizzazione*, che può avvenire solo se le precedenti fasi sono state ottimiz-

	FIBRA INTEGRALE MICRONIZZATA	TIPOLOGIE DI FIBRA OTTENUTE					FRAZIONE 245 UM	FRAZIONE 300 UM	FRAZIONE 425 UM	FRAZIONE 540 UM
		FIBRA NON MICRONIZZATA	FIBRA DECORTICATA MICRONIZZATA	FIBRA DECORTICATA UM	FIBRA DECORTICATA UM	FIBRA DECORTICATA UM				
Proteine (g/100g)	13,2	12,5	13,4	12,8	12,6	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7
Fibra Totale (g/100g)	60,2	59,0	48,0	26,4	52,7	51,2	51,2	52,7	49,8	49,8
Fibra Solubile (g/100g)	2,9	1,8	1,7	1,8	3,3	2,7	2,7	3,3	2,7	2,7
Grassi (g/100g)	5,0	4,4	7,1	4,6	5,4	4,8	4,8	5,4	6,1	6,1
Carboidrati (g/100g)	4,8	7,4	14,4	67,1	15,2	16,7	16,7	15,2	16,4	16,4
Valore Energetico (Kcal/100g)	237,0	237,2	271,0	277,0	265,0	263,0	263,0	265,0	270,0	270,0
Ceneri (g/100g)	4,7	4,6	4,9	4,9	4,3	4,8	4,8	4,3	5,0	5,0
Umidità (g/100g)	12,1	12,1	12,2	10,5	9,8	9,8	9,8	9,8	10,0	10,0
Calcio (mg/100g)	32	32	29	29	29	29	29	29	29	29
Potassio (mg/100g)	758	821	1198	918	873	885	885	873	859	859
Ferro (mg/100g)	5	5	8	7	6	6	6	6	6	6
Granulometria > 1000 um	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Granulometria 500<X<1000 um	4,0	19,1	20,1	3,0	3,6	18,9	18,9	3,6	53,0	53,0
Granulometria 200<x< 500 um	75,2	66,9	36,7	14,6	93,4	81,1	81,1	93,4	47	47
Granulometria < 200 um	20,8	14,0	43,2	82,4	3,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0
Fitosteroli (mg/100g)	44,0	37,0	35,0	46,0	37,0	49,0	49,0	37,0	35,0	35,0
Composti Fenolici (mg/100g)	46,0	55,0	37,0	41,0	41,0	45,0	45,0	41,0	41,0	41,0

Tab. 1 *Tipologie di fibra ottenute nel processo*

PANI CON FIBRA							
	DATI DI LETTERATURA			DATI SPERIMENTALI DEL PROGETTO			
	PANE TIPO O	PANE TIPO I	PANE INTEGRALE	TIPO "O"	TIPO "O" + 10% FIBRA	INTEGRALE	INTEGRALE+ 10% FIBRA
Proteine (g/100g)	8,1	8,9	7,5	8,4	8,5	9,1	8,7
Fibra (g/100g)	3,8	5,2	6,5	3,7	8,1	6,5	10,2
Fibra Solubile (g/100g)	0,4	0,8	1,2	0,5	1,1	1,1	1,8
Grassi (g/100g)	0,5	0,6	2,8	1,1	1,7	1,6	2,2
Carboidrati	63,5	59,7	48,5	51,7	46,6	51,5	57,6
Valore Energ. (Kcal/100g)	275,0	265,0	224,0	258,0	251,0	270,0	236,0
Ceneri (g/100g)	1,0	2,0	2,8	0,3	1,0	1,1	1,4
Umidità (g/100g)	31,0	34,0	36,6	34,5	34,5	30,2	37,5
Fosforo (mg/100g)	77,0	199,0	180,0	185,0	210,0	195,0	225,0

Tab. 2 *Tipologie di fibra ottenute nel processo*

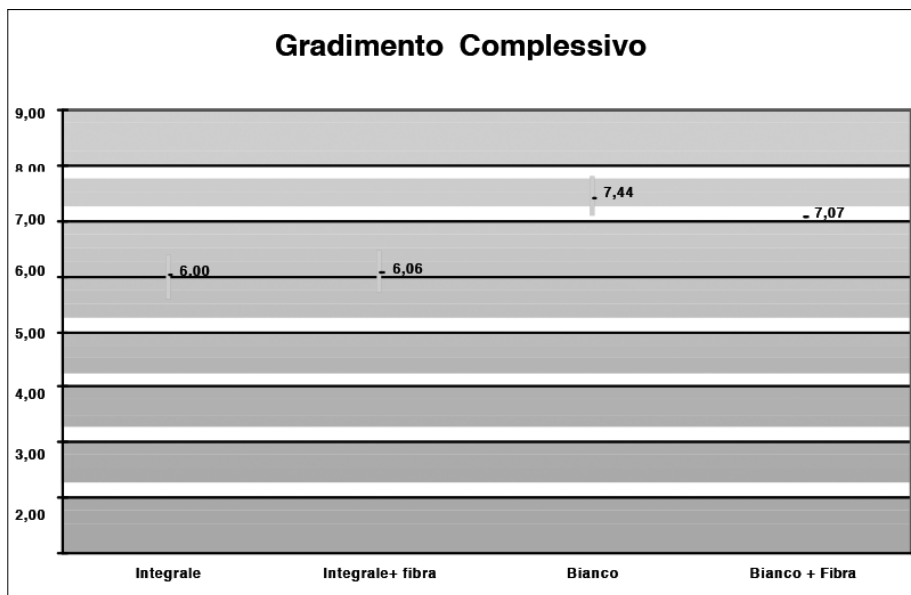


Fig. 2 *Gradimento complessivo, espresso dal campione di consumatori rappresentativo del consumatore abituale di pane*

zate. In pratica, il micronizzatore lavora con lame che determinano l'affinamento della fibra per sforzo di taglio e raggiunte le dimensioni adeguate il turboseparatore provvede a separare le varie frazioni. Anche in questo caso, l'ottimizzazione di tutte le variabili, quali velocità di rotazione e inclinazione delle lame, è stata determinante per la micronizzazione finale.

Come si evince dai dati riportati in tabella 1 sono state realizzate nel corso dello studio una serie di tipologie di fibra micronizzata con un diverso grado di micronizzazione e tra queste quella che presentava il miglior compromesso tra fibra totale e il rapporto tra fibra totale e fibra micronizzata è risultata essere quella relativa alla frazione 300  $\mu$ m. Infatti, tale frazione contiene oltre il 50% di fibra, ma soprattutto contiene oltre il 3% di frazione solubile, pari a circa il triplo di quella contenuta nei legumi, notoriamente una fonte importante di fibra alimentare.

Con questa fibra sono stati realizzati pani e paste che sono poi stati sottoposti a caratterizzazione chimico-salutistico-nutrizionale e sensoriale in modo tale da poter valutare se le proprietà salutistiche possedute dall'ingrediente "funzionale" fibra venivano trasferite al prodotto finito.

Come si evince dalla tabella 2 ove si confrontano i dati di letteratura e quelli ottenuti sperimentalmente, l'aggiunta solamente del 10% di fibra mi-

cronizzata al pane tipo “0”, ne aumenta il contenuto di fibra totale in quantità tale da poter vantare il *claim* nutrizionale di “alimento ricco in fibra”, come per il pane integrale, con il vantaggio però che le sue caratteristiche organolettiche non sono significativamente diverse da quelle del pane convenzionale. Infatti, come si evince anche dai risultati dell’analisi sensoriale effettuata con il metodo del “consumer test”, utilizzato per valutare la qualità percepita dal consumatore, i prodotti addizionati con il 10% di fibra micronizzata ottengono delle valutazioni leggermente inferiori, ma con delle differenze che non hanno significato statistico e quindi possono essere considerati “equivalenti” in termini di qualità percepita dal consumatore.

## CONCLUSIONI

In base ai risultati ottenuti è possibile quindi affermare che l’innovativo processo di micronizzazione, che è stato messo a punto in questo studio, ha consentito di ottenere una fibra micronizzata di grano duro che può essere facilmente utilizzata per la realizzazione di pani e paste, che possono poi vantare il *claim* nutrizionale “*ricco in fibra*”. Inoltre, i prodotti ottenuti presentavano un ottimo livello di accettazione da parte del consumatore, ritenendoli assolutamente sovrapponibili al prodotto convenzionale. Ciò ha evidenziato che l’introduzione della “funzionalità” svolta dalla fibra micronizzata non ha intaccato le caratteristiche sensoriali dei pani realizzati. In conclusione, la fibra micronizzata di grano duro può essere considerata un *ingrediente ad alto valore salutistico-nutrizionale*.

## RINGRAZIAMENTI

Questo lavoro è stato effettuato grazie allo sforzo della ditta Molitoria Umbra srl, capofila del progetto d’innovazione “SUPERFIBER”, nell’ambito della misura 1.2.4 del PSR 2007-2013 della Regione Umbria.

## ABSTRACT

Milling cereals in an integral manner, as well as being a way to discover authentic flavors of bread, pasta and baked goods made with it, is an extraordinary procedure to ensure that the seed fiber and wheat germ, which in modern milling methods are discarded, can remain almost entirely in the product of the milling. The cereal fibers, especially its

soluble fraction, are the favorite food for our intestinal microbiota, thereby playing pre-biotic action,. Moreover, the wheat germ is rich in antioxidants and anti- inflammatory substances. Then, any milling procedure capable of preserving most of these two components is a prerequisite to obtain a “functional” ingredient.

In this study, the conventional milling diagram was modified by introducing a second step to allow to eliminate the outermost veil of the kernel of grain, represented by the crude fiber (bran), the noblest part of the fiber which holds the kernel up to the starchy fraction. This process, as well as making the fiber obtained more healthy, because removing the outer layers are eliminated both most of the microbial and chemical pollutants recovering the noble fiber, the more rich in soluble fraction a real pre-biotic. Based on the results obtained, the innovative micronization process developed in this study resulted in the production of a micronized fiber of durum wheat, that can easily be used for the production of a fiber-rich bread. Furthermore, the products obtained have a high level of consumer acceptance, the micronized fiber not affecting the sensory characteristics of manufactured breads. Thus, hard wheat micronized fiber can be considered an ingredient with a high healthy and nutritional value.

#### BIBLIOGRAFIA

- CANDELA M. ET AL. (2011): *Human intestinal microbiota: cross-talk with the host and its potential role in colorectal cancer*, «Critical Reviews In Microbiology», 37, pp. 1-14.
- CANNELLA C. ET AL. (2006): *Alimentazione e Nutrizione Umana*, Il pensiero scientifico editore, ISBN 88-490-0111-8.
- GIANOTTI A. ET AL., (2010): *Gut microbiota and metabolome modulation in sourdough bread fed rats*, in *Abstract Book for the 22nd International ICFMH Symposium Food Microbiology*.
- PINARLI I. ET AL. (2004): *Effect of storage on the selected properties of macaroni enriched with wheat germ*, «Journal of Food Engineering», 64, pp. 249-256.
- TURRONI S. ET AL. (2010): *Antibiotics and probiotics in chronic pouchitis: a comparative proteomic approach*, «World Journal of Gastroenterology», 16, pp. 30-41.

## Innovare il pane per nutrire in salute

Obiettivo primario di questa comunicazione è stato presentare due prodotti della più recente invocata e urgente innovazione in “Arte Bianca”:

- la *Pizza dolce* (Pandoro) della tradizione umbra, prodotta con farina tipo 0 da macinazione a Palmenti, arricchita con il 18% di zucchero ed il 15% di burro;
- *Pane integrale* da farina integrale macinata a palmenti e micronizzata.

A causa della chiusura del Molino a Palmenti di Spoleto e del Panificio di Cisterna di Latina, sono dovuto ricorrere ad amici che disinteressatamente mi hanno consentito di realizzare i prodotti anzidetti, quali il dott. Nicola Ricci della “Molitoria Umbra”, che ha micronizzato le farine integrali macinate nel Molino a Palmenti dei F.lli Silvestri, uno storico molino di origini benedettine, sito in Torgiano sul fiume Chiascio, condotto da un maestro dell’Arte Bianca, il sig. Tigellino Silvestri.

Colgo quindi l’occasione per rivolgere un appello al prof. Alessandro Musai, presidente del Gruppo Novelli, ai commissari controllori della positiva soluzione della crisi e al dott. Gianpietro Castano, direttore del Ministero dello Sviluppo Economico, di accelerare la riapertura degli impianti sopra citati, resi incomprensibilmente inoperativi.

I Molini a Palmenti di Spoleto per grano tenero e duro, una preziosità che tutti gli operatori in Arte Bianca vorrebbero avere, sono stati realizzati sotto la guida di un esperto diagrammista, l’ing. Giuseppe Zanetti, e i valenti montatori Domenico Marrone e Gino Pochesci.

Il panificio Interpan di Cisterna di Latina, dove con un gruppo di impastatori da me addestrati e cresciuti si è riusciti a realizzare una vera innovazione,

\* Gruppo Novelli, Terni

ossia produzioni da forno con lieviti naturali da madre. Con una linea automatica si sono prodotte Pizze Dolci e al Formaggio con farina di macina in ragione di circa 4 Mg/giorno. Nel 2012 da febbraio ad aprile se ne sono prodotte circa 100 Mg, unanimemente ritenute le migliori sul mercato. I Molini a Palmenti di Spoleto sono stati ideati e realizzati nel Panificio di Cisterna di Latina e successivamente trasferiti nel sito di Spoleto.

Il gruppo di collaboratori, personalmente selezionati e addestrati, una sorta di Via Panisperna dell'Arte Bianca, creava ogni anno eccellenti novità (macchinari o ricette) dirette a migliorare la qualità ed a minimizzare i costi di produzione.

In questa breve comunicazione non si può prescindere da quanto già scritto nel 1992 dal prof. Vincenzo Buonassisi, famoso enogastronomo, per consentirci di riflettere su come deve essere il pane migliore oggi, poiché rappresenta l'alimento che copre in larga misura il fabbisogno energetico giornaliero.

Secondo il prof. Bonassisi, «i lieviti naturali, a differenza di quelli estranei, come lo stesso lievito di birra, trasformano diversamente, in modo più completo, le sostanze che fanno parte della farina. Ci sono anche batteri che trasformano l'impasto in sostanze più nobili. E la stessa lievitazione del pane viene fatta durare più a lungo. In questo modo si ha un pane più gustoso, più digeribile, meglio assimilabile. In conclusione il pane prodotto con lievitazione naturale e prolungata ci offre anche più sali minerali e più vitamine». Relativamente alle farine, «c'è stato a lungo il mito della farina bianca, ma oggi si comincia a capire che nella macinazione a cilindri questa farina viene anche privata di alcune parti che sono invece importanti per la nutrizione. Il caso più vantaggioso, più ovvio e più connaturato al pane, è mantenere nelle farine gli stessi germi di grano. Oggi sappiamo che questi germi di grano, soprattutto, contengono la benefica vitamina E, portatrice di tanti elementi positivi».

Ciò mi ha convinto a impegnarmi nella realizzazione dei mulini a palmenti di Spoleto: due modernissimi impianti dedicati al grano tenero e al grano duro, ove la prima rottura di macinazione è effettuata con macine di pietra Fertet. Sono preziosità che spero gli attuali amministratori del Gruppo Novelli rimettano al più presto in azione.

Ad avvalorare l'unicità dei Molini a Palmenti di Spoleto e delle straordinarie qualità nutrizionali del *Pan di Macina* resta la ricerca da me commissionata e realizzata dal compianto prof. Ardesio Floridi e pubblicata il 13 giugno 2002 su PUB-MED, Annali della Facoltà di Medicina dell'Università di Perugia. Detta ricerca ha avuto risonanza internazionale presso l'Università della Sorbona di Parigi nell'ambito del *Colloque scientifique international*



del 29 aprile 2004 dal titolo *Index Glycémique: Des Données inédites sur le pain français*, evidenziandone le straordinarie qualità nutrizionali, indicandolo come fornitore di carboidrati necessari e qualitativamente più idonei per una equilibrata alimentazione del consumatore occidentale. Lo stesso prof. Floridi riteneva necessario proseguire la ricerca per i positivi riscontri avuti sui pazienti diabetici. Ad ulteriore conferma porto la testimonianza di un anziano diabetico di Spoleto che affermava essere la pizza dolce di Novelli l'unico dolce che poteva mangiare senza danno.

Infine, occorre evidenziare che il pane integrale da farina integrale macinata a Palmenti e micronizzata è stato ottenuto impastandola con lievito naturale da madre e con il 70% di acqua. Nel panificio di Cisterna di Latina si riusciva a impastare 100 kg di farina integrale con 73 kg di acqua, quantità leggermente inferiore che quella utilizzata (80 kg) per produrre il pane di Altamura (grano duro).

Per quanto la farina di macina irrancidisca dopo 30 giorni, Oscar Farinetti, fondatore della catena *Eataly*, produce il pane con farina macinata a pietra presso il Molino Marino di Cuneo.

Mi auguro che i ricercatori del settore riescano a verificare il valore salustico di questi prodotti.

ROBERTO NARDI\*

## Pane e prodotti da forno surgelati: aspetti tecnologici e qualitativi

Sulla base delle conoscenze maturate in oltre trent'anni di lavoro nella grande industria alimentare e in particolare nel modo del surgelato, si riporta in maniera sintetica l'esperienza dell'autore sul mondo del pane surgelato e sulle possibili applicazioni tecnologiche.

All'inizio vengono definite le differenze tecniche e merceologiche esistenti tra prodotti surgelati e congelati. Vengono illustrate le termodinamiche dell'acqua durante la cristallizzazione e il passaggio di stato in relazione alla dimensione dei cristalli e alla terminologia corrente in lingua italiana e lingua inglese (Congelato = Frozen Food) (Surgelato = Quick Frozen Food).

Il surgelato è un procedimento industriale effettuato a temperature di raffreddamento molto basse, il congelato può essere eseguito anche domesticamente a temperature comunque negative. Si parla di congelamento quando il raffreddamento è lento e di surgelazione quando il raffreddamento è veloce.

Il surgelato merceologicamente può essere venduto solo come prodotto confezionato, il congelato non è normato e può essere venduto anche allo stato sfuso.

Entrambe le merceologie garantiscono:

1. sicurezza igienica;
2. salvaguardia dell'organolettica sia per quanto riguarda la consistenza che il gusto;
3. assoluta assenza di conservanti, perché vietati per legge e perché la tecnologia del freddo non li rende indispensabili;
4. dopo lo scongelamento prodotto, notevole somiglianza al prodotto fresco

\* *Former Unilever R&D Director, General Manager RO.NA s.a.s., Food Technology Consulting, Velletri*

in termini di turgidità, valori nutrizionali e organolettica.

Dal punto di vista della qualità tali tecnologie hanno due soli nemici:

1. la sublimazione;
2. l'ossidazione.

La sublimazione è il fenomeno fisico che si verifica quando una sostanza dalla fase solida passa alla fase gassosa senza passare attraverso una fase liquida intermedia. L'acqua in un prodotto congelato è presente in piccoli cristalli di ghiaccio.

A ogni temperatura l'acqua è in equilibrio con il proprio vapore in funzione della tensione di vapore costante a una certa pressione.

Quando varia la temperatura (per esempio da -18 a -15 °C), varia anche la tensione di vapore. Se la temperatura aumenta, anche la tensione di vapore aumenta, e il ghiaccio cerca di raggiungere il nuovo equilibrio liberando alcune molecole di acqua dalla fase solida alla fase vapore. Il ghiaccio sta sublimando e l'alimento congelato sta perdendo un po' di acqua e sta diventando un po' più asciutto.

L'ossidazione è il fenomeno connesso con l'alta aggressività dell'ossigeno nei confronti della molecole di prodotto alimentare che presentano catene di grassi insaturi. L'ossidazione dei grassi si manifesta a tutte le temperature. A temperature negative è solo rallentato, ma non è bloccato, se non con l'utilizzo di antiossidanti da aggiungere appropriatamente nei prodotti.

Si passano quindi a esaminare i principali parametri di processo che caratterizzano la produzione del pane:

- impasto       $T = 22 - 26\text{ °C}$
- puntatura     $t = 30/60\text{ min}$
- spezzatura e formatura
- lievitazione    $t = 2 - 48\text{ h}$
- cottura         $t = 13- 60\text{ min}$

e vengono identificate 4 fasi nel processo di cottura del pane nel forno:

- $T = 30-40\text{ °C}$             completamento fermentazione
- $T = 40-60\text{ °C}$             amido comincia a solidificare
- $T = 60-80\text{ °C}$             completa solidificazione amidi
- $T = 100-140\text{ °C}$         evaporazione acqua e formazione crosta

Il pane può essere surgelato:

1. dopo la puntatura e la formatura, e prima della cottura (pane crudo surgelato);
2. dopo la solidificazione degli amidi e prima della formazione della crosta (pane precotto surgelato).

Nel primo caso il prodotto deve lievitare dopo lo scongelamento e prima della cottura, per un tempo prolungato e con una capacità fermentativa legata anche al tempo di conservazione a  $T = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Il lievito vivo ha una certa mortalità in relazione al tempo in cui è sottoposto a temperature negative.

Il pane prodotto non è qualitativamente costante nel tempo: la qualità risente delle variabili in fase di rinvenimento.

Nel secondo caso il pane surgelato richiede solo una fase di cottura finale prima dell'utilizzo. Le differenze rispetto al pane fresco sono minime, legate soprattutto alla possibile parziale disidratazione del pane durante la conservazione prolungata a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Per questo motivo conviene proteggerlo con una pellicola di PE o di PP durante lo stoccaggio.

I prodotti da forno surgelati, una volta cotti, conservano la loro freschezza e fragranza tanto quanto i prodotti da forno cotti di giornata.

Le materie prime impiegate nella produzione, così come i processi di trasformazione sono simili a quelli impiegati nella produzione dei forni tradizionali: la farina e gli altri ingredienti dipendono dalla natura da cui provengono.

La durata di un prodotto da forno surgelato e di conseguenza la sua qualità dipendono dai metodi di conservazione. Se ben conservato e chiuso in un flow pack, il pane surgelato può durare anche 2 anni.

Dal punto di vista del consumatore il pane surgelato è un alimento sempre fresco e immediato. Consente di avere la quantità di prodotto richiesta in qualsiasi momento, evitando inutili sprechi. Ma presenta maggiori costi di filiera (distribuzione e stoccaggio a  $T = -18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) e richiede un più alto consumo di energia di produzione.

Infine, viene brevemente trattato il processo di lievitazione per la produzione del pane, che è di fondamentale importanza per caratterizzarne il sapore, la fragranza e la consistenza.

La lievitazione è caratterizzata da più momenti:

- pre-lievitazione;
- puntatura;
- lievitazione;
- prima fase di cottura in forno.

La pre-lievitazione è la fase più rilevante e la più discussa del processo.

Può durare da pochi minuti (30 min) a diverse ore (24-48 h) ed è caratterizzata da una fermentazione a temperatura e umidità controllata (30-35 °C) o da una fermentazione in ambiente refrigerato (10 °C). In questo caso, si parla di fermentazione acida per tempi molto lunghi. Tale fase porta all'utilizzo, in alcuni casi, del lievito madre e a produzioni caratterizzate da un basso pH dell'impasto (<5) per la prevalenza di fermentazioni acido-lattiche che si sviluppano alle basse temperature rispetto alle fermentazioni tradizionali con lievito di birra. È caratterizzata da produzione di enzimi che facilitano lo spezzettamento delle catene del glutine (proteolisi) e consentono una più facile digeribilità, una maggiore fragranza del pane appena sfornato e una più lunga conservabilità del pane stesso.

La puntatura è la fase di attesa (tra la fine della pre-lievitazione impasto e la fase di formatura). Può durare da qualche minuto a mezz'ora.

Consente di portare l'impasto pre-lievitato alla temperatura e consistenza ideale per la formazione di porzioni (pani) da gestire singolarmente.

La lievitazione è la fase classica in cui il pane porzionato viene posto in ambiente umido e caldo per consentire ai lieviti di riprodursi e di produrre durante il loro metabolismo alcool etilico, acqua e anidride carbonica che rendono soffice e aeroso il prodotto prima della cottura.

Può durare dai 30 ai 90 min a seconda della forma e della tipologia del prodotto.

Infine, durante la prima fase di cottura in forno è altresì importante la lievitazione che si sprigiona durante il tempo del riscaldamento del pane nel forno, fino a oltre i 50 °C, temperatura alla quale i batteri cominciano a morire e a esaurire la funzione di spinta verso l'alto ottenuta durante la fuoriuscita di CO<sub>2</sub>, di H<sub>2</sub>O e di alcool etilico.

È importante studiare il profilo delle temperature del forno durante questa fase, per consentire al pane di accrescersi senza bloccare la lievitazione troppo in fretta. Forni con profili termici non adeguati si sono dimostrati particolarmente inefficaci a gestire questa fase di precottura, con effetti importanti sulle dimensioni e sulla consistenza finale del prodotto.

#### ABSTRACT

This study, based on the direct experience of the author in the big frozen Food Industry, is looking at the frozen bread as a product from the technology and the quality point of view.

In the first part the differences between a frozen and a quick frozen product are clarified, identifying the speed of cooling as the major technical difference, and the packaging

as the element able to differentiate them from the point of sales.

Frozen products are significantly synonymous of good quality standard and quality prevention against microbiology. Sublimation and oxidation are the only two enemies against which is convenient to activate the right level of protection during shelf life.

Then, the most relevant parameters of the process to produce a good quality frozen bread were analyzed. Most important process steps and temperatures of cooking in the oven were reported. And two types of frozen bread were introduced:

- a. frozen before proofing;
- b. frozen after partially pre-cooked.

The most relevant for the consumer is the second one, because is the simpler for the final user and very close to the fresh bread as taste, color and fragrance.

At the end, the different methods of proofing were described. Proofing time and proofing steps are offering a wide range of variants able to deliver very different quality final products.

Proofing is done in four different moments of the production, each one is offering a specific contribution to the development of a good fresh or frozen bread.

## Uso del cloruro di sodio in panificazione

La riduzione del consumo di sale nella dieta umana viene considerato un obiettivo di salute a livello mondiale. L'eccesso di sodio è infatti il principale responsabile dell'instaurarsi dell'ipertensione arteriosa che è, a sua volta, un fattore di rischio per le malattie cardiovascolari. Inoltre, elevati apporti di sodio aumentano il rischio per alcune malattie del cuore, dei vasi sanguigni e dei reni anche indipendentemente dall'aumento della pressione arteriosa (Strazzullo et al., 2011).

La riduzione del sale nell'alimentazione è una delle priorità dell'OMS e dell'Unione Europea, nell'ambito delle strategie di prevenzione delle malattie croniche non trasmissibili, nonché uno degli obiettivi perseguiti dal Ministero della Salute con il programma "Guadagnare salute: rendere facili le scelte salutari", che mira a facilitare l'assunzione di comportamenti che influiscono positivamente sullo stato di salute della popolazione agendo sui principali fattori di rischio (scorretta alimentazione, inattività fisica, fumo e abuso di alcool) <http://www.guadagnaresalute.it/alimentazione/default.asp>. Questo programma nazionale ha tra i suoi obiettivi anche quello di ridurre l'assunzione di Na da parte della popolazione italiana attraverso la riduzione della presenza del sale negli alimenti trasformati. Tra questi, la principale fonte di sale nell'alimentazione abituale è rappresentata dal pane e dai prodotti da forno, che sono una fonte importante perché li consumiamo tutti i giorni e in quantità più elevate rispetto ad altre classi di alimenti (insaccati, formaggi, ecc.).

Le principali fonti di sodio nella nostra alimentazione sono costituite dal sodio contenuto allo stato naturale negli alimenti, dal sodio contenuto nel

\* *Centro di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione (CREA-AN), Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Roma*

sale aggiunto nella cucina casalinga o a tavola, dal sodio contenuto nei prodotti trasformati, sia artigianali che industriali. Si stima che, fatto pari a 100 l'apporto di sodio della dieta umana, il 10% è costituito da quello contenuto allo stato naturale negli alimenti, il 36% da quello aggiunto in cucina o a tavola, mentre il 54% è costituito da quello presente nei consumi fuori casa e nei prodotti trasformati ([http://nut.entecra.it/648/linee\\_guida.html](http://nut.entecra.it/648/linee_guida.html)). Nonostante il consumo di pane si sia ridotto nel tempo passando da circa 100 g/die per la popolazione totale nell'indagine SCAI (Leclercq et al, 2009) a meno di 100 g nel 2014 (fonte Coldiretti), il pane è stato individuato dal Ministero della Salute come un alimento target per le strategie di riduzione del consumo di sale a livello di popolazione italiana.

Allo scopo di capire quale fosse lo stato dell'arte in Italia e quali margini di manovra ci potessero essere per attuare riduzioni nell'utilizzo del sale in panificazione, nell'ambito del progetto MINISAL, finanziato dal Ministero della Salute, è stato effettuato per la prima volta in Italia nel periodo 2010-11 dal CREA-AN (ex INRAN) di Roma un monitoraggio del contenuto di sodio nel pane italiano, di produzione sia artigianale che industriale. Sono stati studiati 154 campioni di pane, di cui 19 industriali e 135 artigianali, prelevati in 54 esercizi commerciali in 20 regioni italiane. I campioni erano rappresentativi delle tipologie maggiormente consumate nei diversi luoghi e sono stati identificati in funzione delle materie prime utilizzate, della tecnologia produttiva e della pezzatura. Uno speciale campionamento è stato poi messo in atto nella sola città di Roma, dove sono stati acquisiti 44 pani artigianali da altrettante rivendite. Per la panificazione artigianale è stato riscontrato un intervallo di valori di 0,7-2,3 % di NaCl sul tal quale, mentre per la panificazione industriale tale intervallo è risultato essere 1,1- 2,2% (Carcea et al, 2013a).

È noto che in Italia esiste una tradizione nella produzione di pane lievitato senza sale (pane toscano, pane di Terni), ma nei casi in cui si utilizza il sale, esso viene aggiunto alla farina per ragioni organolettiche, ma anche tecnologiche. Allo scopo di conoscere meglio gli effetti della presenza del sale nella panificazione specificatamente del frumento tenero, è nato nel 2011 il progetto EUSAL "Strategie per il miglioramento della competitività della produzione italiana di frumento attraverso la riduzione dell'uso del sale in panificazione", finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, i cui obiettivi erano quelli di indagare aspetti genetici della materia prima, tecnologici e organolettici legati all'impiego del cloruro di sodio (e sostituti) nella panificazione con farina di grano tenero.

Il progetto, coordinato dalla dott.ssa Marina Carcea del CREA-AN, si componeva di 5 *Work Packages* scientifici aventi per oggetto il campionamen-



to (responsabile: dott. P. G. Bianchi, CREA-SCS, ex Ense, Milano), la verifica della identità varietale e l'individuazione di marcatori correlati alla qualità del glutine in risposta all'aggiunta di sale (responsabile: dott.ssa R. Zecchinelli, CREA-SCS, Tavazzano), l'indagine sull'influenza del sale e suoi sostituti sulle caratteristiche reologiche degli sfarinati di frumento (responsabile: dott.ssa M. Carcea, CREA-AN), lo studio dell'influenza di diverse aggiunte di sale/sostituti sulla qualità del pane convenzionale e sperimentazione di processi innovativi di panificazione (responsabile: dott.ssa M. Carcea), l'analisi sensoriale di pani a ridotto contenuto di sodio/differente distribuzione di sodio nell'impasto e valutazioni edonistiche di gruppi di consumatori (responsabile: dott.ssa F. Sinesio, CREA-AN).

Il campionamento è stato eseguito in tutta Italia e ha riguardato 123 campioni di frumento tenero appartenenti a 54 varietà italiane di qualità panificabile e panificabile superiore. Per ogni varietà si è cercato di avere 3 campioni di diversa provenienza geografica.

Gli obiettivi tecnologici riguardavano la valutazione del comportamento biochimico e reologico di sfarinati monovarietali in presenza o assenza di sale, nonché l'individuazione di correlazioni tra le caratteristiche reologiche degli sfarinati di frumento tenero in presenza e assenza di sale e le caratteristiche biochimiche delle proteine del glutine per giungere all'individuazione di marcatori di risposta. A questo fine, si è proceduto all'identificazione e alla valutazione della purezza varietale attraverso la descrizione del profilo gliadino e gluteninico, alla valutazione quantitativa delle frazioni del glutine, alla caratterizzazione fisico-chimica della granella, alla produzione di sfarinati a norma di legge e alla loro caratterizzazione chimica in funzione della panificazione (tenore proteico, indice di glutine, indice di Zeleny, indice di caduta), nonché allo studio del comportamento viscoelastico delle farine in seguito a diverse aggiunte di sale.

Gli studi reologici si sono avvalsi di 4 strumenti, usualmente utilizzati per valutare la qualità delle farine: il farinografo di Brabender, l'alveografo di Chopin (ICC, 2003), il Rapid Visco Analyzer (RVA) e il Reofermentometro. Si è visto che la presenza del sale insieme alla farina, indipendentemente dalla sua concentrazione, induce cambiamenti nella risposta strumentale rispetto alla sola farina.

Per quanto riguarda il parametro alveografico  $W$ , che riassume la forza della farina, il valore medio varietale dei campioni andava da 57 a 327 indicando una gamma notevole di qualità degli impasti. È stato calcolato il delta  $W$ , cioè la differenza tra il risultato ottenuto con il sale e quello senza sale per il campione di ogni singola varietà, e si è rilevato che ogni varietà risente in maniera diversa della presenza o assenza del sale (Carcea et al, 2013b).

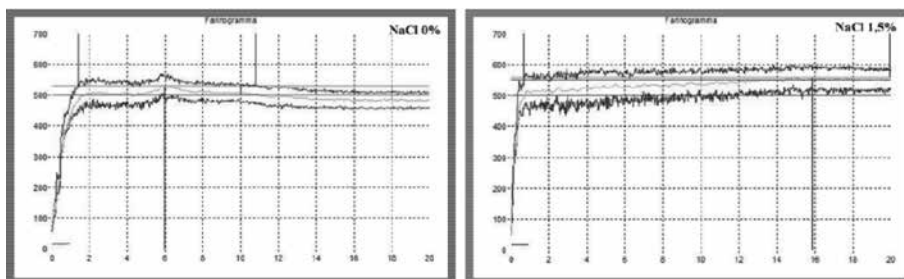


Fig. 1 *Farinogramma di farina della varietà Bolero (senza sale e con l'1, 5% s.s. disale)*

Risposte differenziate si sono avute anche con il farinografo. Un esempio di come la presenza del sale influisce sui parametri farinografici (assorbimento, tempo di sviluppo, stabilità, caduta) è visibile in Figura 1, ove vengono riportati i farinogrammi della farina della varietà Bolero senza sale e con l'1,5% s.s.

In generale, si osserva una diminuzione dell'assorbimento dell'acqua e un aumento dei tempi di sviluppo e della stabilità degli impasti.

Le risposte dei campioni sottoposte ad analisi con il RVA mostrano come tutti i parametri tipici dello strumento (viscosità massima, viscosità finale, tempi di raggiungimento di viscosità specifiche) variano con l'aumentare della concentrazione del sale in tutte le varietà. Tali aumenti risultano più cospicui per le cultivar deboli e meno per le cvs più forti.

L'utilizzo del reofermentometro, che impiega lievito compresso per la lievitazione, ha permesso di valutare contemporaneamente la qualità dell'impasto e l'andamento della fermentazione attraverso la misura della CO<sub>2</sub> prodotta o trattenuta dall'impasto stesso. L'aggiunta di sale all'impasto porta a una diminuzione della produzione e della liberazione di CO<sub>2</sub> e a un aumento del coefficiente di ritenzione. Entrambi gli effetti aumentano con l'aumentare della concentrazione di sale. Questo suggerisce un rallentamento dell'attività del lievito e una conseguente diminuzione della porosità dell'impasto.

Studi sensoriali sono stati effettuati con pane a diversi contenuti di cloruro di sodio o sostituti del sale e sono state effettuate valutazioni edonistiche di gruppi di consumatori. Scopo delle indagini era quello di individuare la massima riduzione del sodio senza un cambiamento significativo dell'intensità del gusto salato e della palatabilità (percezione "*first bite*") e valutare l'impatto della riduzione del contenuto di sale nel pane attraverso l'utilizzo di due strategie:

1. l'impiego di un sostituto del sodio (PanSalt®), composto da una miscela di NaCl, KCl, solfato di magnesio, iodio e amminoacidi (lisina, esaltatore del sapore);

2. la distribuzione disomogenea del NaCl nell'impasto che, aumentando il contrasto sensoriale durante la masticazione (parti più o meno salate) ne eleva la percezione di sapidità.

Inoltre, pani formulati con diverse quantità di sale o sostituto (PanSalt®) sono stati analizzati per determinare le sostanze volatili aromatiche presenti. È stato utilizzato un metodo semi-quantitativo HS-SPME/GC-MS e la determinazione è stata effettuata sia sulla crosta che sulla fetta intera. L'analisi ha individuato 34 sostanze volatili, comprendenti la maggior parte degli odori chiave del pane (Raffo, 2015a,b).

In conclusione, è possibile rilevare che il cloruro di sodio induce modificazioni nelle caratteristiche reologiche degli impasti, che sembrano essere di diversa entità a seconda della varietà utilizzata. Le variazioni osservate in tutte le 54 varietà studiate riguardano l'aumento del parametro alveografico W, che è legato alla qualità panificatoria, la diminuzione dell'assorbimento dell'acqua, l'aumento dei tempi di sviluppo, l'aumento della stabilità degli impasti. Gli effetti dell'aggiunta di sale a un impasto dipendono dal contenuto proteico e dalla qualità della farina, cioè dalla forza del glutine. Il sale aggiunto migliora la qualità tecnologica di impasti deboli, permettendo una fermentazione più lunga, ma la corrispondenza tra aggiunte sempre maggiori di sale e l'incremento della tenacità degli impasti osservata attraverso misure viscoelastiche non è lineare. Attraverso un test discriminante di "confronto a coppie" è stata individuata la differenza minima percepibile di sale nel pane. La distribuzione disomogenea di sale nell'impasto e nel pane può essere una strategia per mantenere la percezione di salato e ridurre la quantità di sodio ingerito. Il pane con i livelli più elevati (3% s.s su farina) di sale o sostituto avevano un odore e sapore di tostato e un gusto amaro più intenso rispetto ai corrispondenti pani con quantità inferiori.

#### RINGRAZIAMENTI

I risultati di questo lavoro sono stati ottenuti nell'ambito dei Progetti MINISAL, finanziato dal Ministero della Salute ed EUSAL, finanziato dal MI-PAAF.

#### ABSTRACT

Dietary salt (sodium chloride) consumption is considered the major causal factor of hypertension and, subsequently, of cardiovascular diseases and for this reason salt reduction in the human diet is recommended worldwide by national and international health

agencies. In Italy the salt reduction initiative is part of the Programme “Health gaining” administered by the Ministry of Health. One of the aims of this program is to monitor and reduce salt intake by the Italian population by diminishing also the amount of salt currently used in processed foods. Bread was identified as one of the major contributors to salt intake, because it is consumed daily and in higher amounts with respect to other foods.

Within this frame, and in particular the MINISAL project financed by the Ministry of Health, the CREA-AN (formerly INRAN) of Roma undertook the first nationwide survey to determine salt content in both the Italian artisanal and industrial bread to establish the starting point for salt reduction. The EUSAL project financed by the Ministry of Agricultural, Food and Forestry Policies was instead undertaken to understand the biochemical, technological, organoleptic significance of the use of sodium chloride/substitutes in soft wheat bread baking.

The gluten fractions of 123 grain samples belonging to 54 soft wheat Italian varieties were studied. Grains were milled into flours which were analyzed by means of farinograph, alveograph, Rapid Visco Analyzer and rheofermentometer in the absence or presence of different amounts of salt. Sensory analyses were also performed on bread containing different amounts of salt so as to assess the minimum perceivable difference in salt content and to evaluate the impact of salt reduction by means of 2 different strategies: use of replacers (PanSalt®) and uneven distribution of salt. The analysis of aroma volatiles was also performed on bread containing different amounts of salt/replacer.

#### BIBLIOGRAFIA

- CARCEA M., NARDUCCI V., FANTAUZZI P., MELINI F. (2013a): *Indagine nazionale sul contenuto di sale nel pane artigianale e industriale*, in Atti del 9° Convegno AISTEC. Un mondo di cereali. Potenzialità e sfide, Bergamo, 12-14/06/2013, AISTEC, Roma, pp. 285-289.
- CARCEA M., TURFANI V., NARDUCCI V., DE LOGU C., ANDREANI L., VENTURINI A., MUSETTI B., SEMINARI S., CREMONA R. (2013b): *Il progetto EUSAL: studio delle basi biochimiche dell'azione del sale in panificazione*, Convegno AISTEC. Un mondo di cereali. Potenzialità e sfide, Bergamo, 12-14/06/2013, AISTEC, Roma, pp. 46-50.
- ICC (2003): *Standard Methods of the International Association for Cereal Science and Technology*, The Association, Vienna (AU).
- LECLERCQ C., ARCELLA D., PICCINELLI R., SETTE S., LE DONNE C., TURRINI A. on behalf of the INRAN-SCAI 2005-06 Study Group (2009): *The Italian National Food Consumption Survey INRAN-SCAI 2005-06: main results in terms of food consumption*, «Public Health Nutrition», 12 (12), pp. 2504-2532.
- RAFFO A., CARCEA M., CASTAGNA C., MAGRÌ A. (2015a): *Improvement of a headspace solid phase microextraction-gas chromatography/mass spectrometry method for the analysis of wheat bread volatile compounds*, «Journal of Chromatography A», 1406, pp. 266-278.
- RAFFO A., CARCEA M., MONETA E., NARDUCCI V., NICOLI S., PEPARAIIO M., SINESIO F., TURFANI V. (2015b): *Effect of the use of a reduced-sodium salt substitute on aroma compounds formation and sensory properties of wheat bread*, in Conference Proceedings 10th AISTEC Conference Grains for feeding the world, Milano, 1- 3/7/2015, AISTEC, Roma, 350-355.

STRAZZULLO P., CAIRELLA G., CAMPANOZZI A., CARCEA M., GALEONE D., GALLETTI F., GIAMPAOLI S., IACOVIELLO L., SCALEFI L. (2011): *Population based strategy for dietary salt intake reduction: Italian initiatives in the European framework*, «Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases», 22, pp. 161-166.

## Analisi sensoriale del pane

Il pane fa parte del gruppo di alimenti alla base dell'alimentazione di tutte le civiltà, in virtù delle sue caratteristiche nutritive, del suo prezzo moderato e della facilità d'impiego delle materie prime necessarie per la sua preparazione.

È il prodotto derivato dai cereali maggiormente consumato in Italia (94 g/die), anche rispetto alla pasta (50 g/die) (INRAN-SCAI 2005-6) e, sin dalla Preistoria, il pane è sempre stato un alimento fondamentale per l'alimentazione umana.

Il pane è ricco di carboidrati complessi (principalmente amido); apporta inoltre numerose proteine vegetali ed è quasi privo di grassi.

È una buona fonte di vitamine del gruppo B e di minerali, quali fosforo, potassio e magnesio.

Il pane, in funzione delle riconosciute proprietà nutrizionali, viene, dagli esperti di alimentazione, considerato come un *componente imprescindibile alla base della piramide nutrizionale*: esso deve infatti rappresentare anche la *base della dieta* (nei Paesi in cui costituisce una delle principali fonti di carboidrati), come in effetti è stato nel corso dell'evoluzione della specie umana per la maggior parte delle culture.

Merceologicamente il pane viene definito come «prodotto ottenuto dalla cottura totale o parziale di una pasta convenientemente lievitata, preparata con sfarinati di grano, acqua e lievito, con o senza aggiunta di sale comune» (L. 580/1967).

Si stimano circa 200 tipologie di pane che con le variazioni delle stesse tipologie possono arrivare a circa 1500 (INSOR, 2000).

\* Dipartimento per la Innovazione nei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (DIBAF), Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

Il pane è, principalmente, prodotto utilizzando la farina ottenuta dal frumento tenero (*Triticum aestivum*) che, in relazione al contenuto e alla qualità del glutine, si adatta perfettamente al processo fermentativo in termini di estensibilità e resistenza allo stiramento.

Negli anni la ricerca scientifica si è interessata al pane, da moltissime angolazioni, dalla coltura del frumento, alla selezione genetica, dalla tecnologia di estrazione delle farine, alle tecniche di panificazione, al processo fermentativo, oltre all'utilizzo di farine meglio rispondenti a esigenze particolari. Solo in tempi più recenti ha mostrato interesse alla definizione della qualità sensoriale del pane per una valutazione oggettiva e completa della qualità al consumo.

L'analisi sensoriale, applicata alla definizione della qualità del pane, può fornire interessanti informazioni relativamente a molteplici attività di studio, ricerca, marketing e innovazione, essendo un metodo capace anche di oggettivizzare la percezione sensoriale registrata attraverso l'uso dei nostri sensi durante il consumo di un prodotto.

In genere, i test che offrono maggiori garanzie nella definizione corretta degli attributi sensoriali del prodotto in esame, sono i test descrittivi, una famiglia di test, condotti da esperti, che offre risposte esaurienti, nella definizione del profilo sensoriale.

I test descrittivi implicano la descrizione qualitativa e quantitativa delle caratteristiche sensoriali di un prodotto da parte di un panel di assaggiatori qualificati e addestrati secondo la normativa ufficiale (ISO 5496: 2006, ISO 3972: 2011). Questi, oltre a essere capaci di esprimere verbalmente le proprie percezioni riferite all'aspetto, al gusto e all'aroma, devono valutare l'intensità e le differenze di ciascuna categoria di prodotti in esame.

In definitiva, le fasi della valutazione prevedono l'applicazione di procedure standardizzate rispondenti a metodi ufficiali (ISO 6564: 1985, ISO 11035: 1994, UNI- EN-ISO 13299: 2010) e procedono per fasi, che prevedono:

- la selezione dei descrittori;
- la calibrazione del panel;
- la stima dell'intensità dei descrittori.

Gruppi di esperti, applicando le procedure indicate per la definizione del profilo sensoriale, hanno individuato correttamente i descrittori di qualità sensoriale del pane che sono riassumibili in:

a) Requisiti visivi

- Colore: caratteristica doratura della superficie;
- Sviluppo: misura indiretta della porosità della mollica;
- Alveolatura: caratteristica della porosità della mollica;

- Umidità: sensazione di umido nella mollica percepita per contatto con le mani o con le labbra.

#### b) Requisiti olfattivi

- Odore globale: termine generale usato per indicare l'insieme delle sensazioni percepite attraverso l'olfatto;
- Fragranza: intensità del profumo del pane appena sfornato (anche associato alla freschezza);
- Stantio: odore di pane rafferma o vecchio;
- Odore tostato: impressione olfattiva associata a un pane molto cotto, tostato;
- Odore di cereali: impressione olfattiva caratteristica del cereale o cereali da cui è ottenuto.

#### c) Requisiti gustativi

- Dolce: sapore fondamentale caratteristico degli zuccheri formatosi durante la lievitazione, percepito durante la masticazione prevalentemente sulla punta della lingua;
- Acido: sapore fondamentale caratteristico degli acidi organici che si formano durante la lievitazione, percepito durante la masticazione, prevalentemente nelle zone laterali e sublinguali;
- Amaro: sapore caratteristico dovuto a fermentazioni anomali durante la lievitazione o per anomalie del prodotto, percepito in fondo alla lingua, a meno che non sia previsto in lievi note dai disciplinari di produzione;
- Sapore globale: insieme delle sensazioni aromatiche gustative e trigeminali percepite durante la masticazione;
- Sapore di cereali: sensazioni gusto-olfattive caratteristiche del cereale da cui è ottenuto percepite durante la masticazione.

#### d) Requisiti strutturali

- Durezza: resistenza che il prodotto oppone alla masticazione valutata nei primi 2- 3 atti della masticazione;
- Croccantezza: modo di frantumazione della crosta, valutata spezzando la crosta con le mani e in bocca con il primo morso;
- Coesività: modo di deformazione/frantumazione della mollica, valutata spezzando la mollica con le mani.

### DIFETTI

#### a) Valutazione visiva

- Sulla crosta: colore scuro-bruciato da cottura troppo intensa;



- Sulla mollica: aspetto viscoso e appiccicoso da alterazione microbica;
- Zona crosta/mollica: distacco della crosta dalla mollica (salvo porzioni limitate rispetto all'intera superficie).

b) Valutazione olfattiva

- Sul prodotto intero: stantio, muffa o altri odori anomali.

c) Valutazione gustativa

- Sulla mollica: amaro o eccessivamente sapido;
- Sulla mollica: eccessivamente acido.

d) Valutazione struttura

- Sulla mollica: eccessivamente compatta.

Ovviamente, ogni prodotto avrà un suo profilo caratteristico e, quindi, alcuni attributi specifici possono mancare o comparire in aggiunta al precedente elenco.

La valutazione di ogni singolo attributo, per ogni prodotto in esame permette la definizione del profilo che molto spesso viene rappresentato attraverso diagrammi a radar, che consentono immediatezza nell'interpretazione, altre volte si studiano le relazioni con altre variabili di genere diverso (parametri chimici, fisici o altro), al fine di aumentare la conoscenza del prodotto e comprendere la ricaduta di cambiamenti di varia natura (processo, materie prime, trasporto, conservazione, etc.) sui caratteri sensoriali del prodotto, in termini di intensità o diversità dallo standard. Da ciò emerge chiaramente come l'analisi sensoriale rappresenti una disciplina scientifica di grande utilità e versatilità, in particolare per le ricerche in campo alimentare.

## BIBLIOGRAFIA

- INRAN-SCAI: *Indagine nazionale sui consumi alimentari 2005-2006*, [www.inran.it/710/I\\_consumi-alimentari\\_INRAN-SCAI\\_2005-06.html](http://www.inran.it/710/I_consumi-alimentari_INRAN-SCAI_2005-06.html)
- ISO 6564 (1985): *Sensory analysis – Methodology – Flavor Profile Methods*, International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO 5496 (2006): *Sensory analysis – Methodology – Initiation and training of assessor in the detection and recognition of odours*, International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO11035 (1994): *Sensory analysis. Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach*, International Organization for Standardization, Geneva.

ISO 3972 (2011): *Sensory analysis – Methodology – Method of investigating sensitivity of taste*, International Organization for Standardization, Geneva.

SOCIETÀ ITALIANA DI SCIENZE SENSORIALI (2012): *Atlante sensoriale di prodotti alimentari*, Ed. Tecniche Nuove, Milano.

UNI EN ISO 13299 (2010): *Analisi sensoriale – Metodologia – Guida generale per la definizione del profilo sensoriale*, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, Milano.

## Il *Carbon Footprint* del pane

Il pane è un alimento basilare, consumato in grandi quantità: 180 kg pro-capite all'anno in Svizzera, 120 kg in Polonia, 105 kg in Turchia e appena 31 kg in Italia. Nel nostro Paese, i consumi pro-capite di pane si sono ridotti dai 1100 g/d al tempo dell'Unità d'Italia agli 85 g/d del 2015. Ciò equivale a un consumo annuale di 1.86 milioni di Mg di pane, pari a 5100 Mg/d.

È comunemente ritenuto un alimento a basso impatto ambientale, come rilevato peraltro da numerose ricerche. Dal 1999 sono reperibili in letteratura almeno 16 studi, da cui si ricava che il *Carbon Footprint* (CF) del pane è compreso fra 256 e 2300 g CO<sub>2e</sub>/kg (Jensen et al., 2014; Espinoza-Orias et al., 2011). In questo intervallo rientra il CF riportato nella recente dichiarazione ambientale di prodotto del *Pan Bauletto Bianco*, pari a 711 g CO<sub>2e</sub>/kg (Barilla 2015).

Si ritiene che questa discrepanza nei valori di CF dipenda dalle ipotesi metodologiche; dai confini del sistema considerato, che includono la fase campo e la distribuzione al dettaglio o anche la fase d'uso; la scala di produzione (industriale, forno locale o casalingo); il tipo di energia utilizzata e le condizioni climatiche.

Usualmente, la fase del ciclo di vita del pane a maggior impatto ambientale (*hotspot*) risulta essere la coltivazione del grano tenero, soprattutto per le emissioni dirette e indirette di N<sub>2</sub>O dai suoli agricoli. Seguono in ordine di importanza le fasi di panificazione e di consumo. Solo Andersson & Ohlsson (1999) identificarono nella fase di trasporto il 2° hotspot del ciclo di vita del pane, probabilmente a causa del fatto che inclusero anche il trasporto del pane dal

\* Dipartimento per la Innovazione nei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (DIBAF), Università degli Studi della Toscana

dettagliante alla casa del consumatore, fase che è stata successivamente esclusa dalla metodologia *Publicly Available Specification* (PAS) 2050 (BSI, 2008ab).

Scopo di questo lavoro è stato quello di calcolare l'impronta del carbonio (CF), secondo la metodologia PAS 2050, della produzione industriale di pane di grano tenero nel formato di pagnotta da 1 kg, imbustata in sacchetti microforati di polietilene (PE), nell'ipotesi che il prodotto sia destinato a un consumatore finale (*Business-to-consumer*, B2C). Si è quindi stimato il contributo emissivo di alcuni parametri, quali l'entità della concimazione azotata, la destinazione finale della paglia, la distanza di approvvigionamento del grano tenero e della farina e quella di distribuzione del prodotto finito. Infine, si valutata la sensitività del CF rispetto ai fattori di caratterizzazione delle emissioni biogeniche di gas climalteranti (*green house gases*, GHG) derivanti dall'aggiunta di fertilizzanti al terreno, secondo l'approccio TIER 1 delle Linee Guida IPCC (2006).

In figura 1 è illustrato lo schema a blocchi del sistema preso in esame per l'analisi del ciclo di vita: coltivazione del grano tenero e produzione dei materiali utilizzati, macinazione del grano tenero, panificazione, confezionamento, trasporto ai centri di distribuzione e ai dettaglianti, fase d'uso e smaltimento degli scarti, degli sprechi e dei materiali di imballaggio.

Per lo studio di base si sono utilizzati dati secondari sia per il processo che per i fattori di emissione (ADEME, 2007; Department of Climate Change and Energy Efficiency, 2010; Espinoza-Orias et al., 2011; ISPRA, 2012; Jensen et al., 2014; Tonni et al., 2010; banche dati - Ecoinvent, ETH, BUWAL250, Industry Data, IDEMAT 2001, LCA Food DK - presenti nel software SimaPro 7.2 v.2, Prè Consultants, Amersfoort, NL, con il metodo IPCC, 1997), ipotizzando quanto segue:

- una concimazione azotata di 175 kg N/ha, tipica in Italia Centrale (AAVV, 2000);
- una distanza di approvvigionamento del grano tenero di 1257 km (visto che il 62,1% del grano tenero importato in Italia proviene dalla Francia, dall'Austria, dall'Ungheria e dalla Germania (Montanari, 2015);
- distanze percorse dalla farina per raggiungere il panificio e dal prodotto finito (raccolto in cestelli di polietilene ad alta densità della capacità di 912 L) per raggiungere i centri di distribuzione pari rispettivamente a 150 e 100 km;
- pane sprecato nella fase di distribuzione pari a circa il 18% di quello ricevuto, come comunicato dall'Associazione per la difesa e l'orientamento dei consumatori (ADOC) in occasione della Giornata nazionale per la lotta agli sprechi alimentari (Bressa, 2015);
- modalità di consumo del pane, richieste dalle Product Category Rules per

FASI CICLO DI VITA	EMISSIONI	CF	CONTRIBUTO
	kg CO <sub>2e</sub> /ha	kg CO <sub>2e</sub> /kg pane	%
Fase Campo (FC)	2837	0,52	69,4
Fase Macinazione (FM)	207	0,04	5,1
Fase Panificazione (FP)	1042	0,19	25,5
Fase Grossista-Dettagliante (FGD)	84	0,02	2,1
Fase Uso (FU)	75	0,01	1,8
Fase Smaltimento (FS)	-1459	-0,27	-35,7
Fase Trasporto (FT)	1303	0,24	31,9
Emissioni Totali	4090	0,75	100,0

i derivati dei cereali (PCR, 2014) e in linea con quanto riscontrato in un sondaggio on *line* condotto dal sito [www.coldiretti.it](http://www.coldiretti.it): 67% del pane consumato tal quale o grattugiato, 18% dopo surgelazione e rinvenimento in forno e il residuo 15% utilizzato come mangime animale o smaltito come rifiuto organico;

- per lo smaltimento dei residui, degli scarti di lavorazione e degli sprechi si è ipotizzato: la pacciamatura del 60% della paglia prodotta e l'incenerimento del 40% residuo; radici interamente lasciate su campo; avvio in discarica degli scarti di macinazione; utilizzo in mangimistica del germe di grano, cruscamì e scarti di panificazione (0,8% dell'impasto e 0,5% del pane prodotto); raccolta differenziata e riciclo dei sacchetti microforati e dei big-box scartati; raccolta differenziata del pane sprecato nelle fasi di distribuzione e d'uso e successivo compostaggio.

Si riportano di seguito le emissioni GHG delle diverse fasi del ciclo di vita del pane con il loro contributo percentuale, da cui si evince un CF di ca. 0,75 kg CO<sub>2e</sub>/kg pane, in linea con le determinazioni già citate.

I principali *hotspots* del ciclo di vita del pane sono, in ordine di importanza, la coltivazione del grano tenero (ove le emissioni di N<sub>2</sub>O e di CO<sub>2</sub> associate all'utilizzo e alla produzione di fertilizzanti minerali rappresentano il 47,8% e il 36,5% delle emissioni totali), il trasporto delle materie prime e del prodotto finito e la fase di panificazione. L'utilizzo in mangimistica degli scarti di macinazione e di panificazione costituisce un credito tale da compensare le emissioni GHG delle fasi di macinazione, panificazione, distribuzione e d'uso.

Nel caso in cui il consumatore utilizzasse tutto il pane acquistato, il CF del pane si ridurrebbe a 0,71 kg CO<sub>2e</sub>/kg pane: -5.2% rispetto al caso di riferimento.

Se il grano tenero utilizzato provenisse *in toto* dal Canada con le seguenti

modalità: trasporto stradale (1500 km), poi navale (7301 km) e infine ferroviario (78 km) fino al molino, il CF del pane aumenterebbe a 1.075 kg CO<sub>2e</sub>/kg: +43,6% rispetto al caso di riferimento.

Ovviamente, un approvvigionamento a filiera corta (250 km) di frumento tenero di appropriate proprietà reologiche ridurrebbe il CF del 14,6%.

La pacciamatura *in toto* della paglia prodotta aumenterebbe il CF del pane del 20%, mentre il totale incenerimento con conseguente recupero energetico lo contrarrebbe del 30%.

Variando il coefficiente di emissione EF<sub>1</sub> dell'approccio TIER 1 IPCC (2006) fra il valore minimo e quello massimo (0,003-0,03 kg N in forma N<sub>2</sub>O per kg di N da fertilizzante azotato), il CF del pane varierebbe del (-17,8%) e del (+50,9%) rispetto al caso di riferimento (EF<sub>1</sub> = 0,01). Più contenuta la sensitività di CF (-5,3 | +13,4%) rispetto alle variazioni del coefficiente di lisciviazione dell'azoto EF<sub>5</sub> dell'approccio TIER 1 (IPCC, 2006) nell'intervallo (0,0005-0,025 kg N in forma N<sub>2</sub>O per kg di N da fertilizzante azotato) rispetto al valore di riferimento (EF<sub>5</sub>=0,0075). Ancor più limitato l'impatto della distanza tra il molino e il panificio o tra il panificio e i centri di distribuzione del pane; infatti, assunta pari a 0 km, il CF del pane si ridurrebbe solo del 2,6 o del 4% rispetto al valore di riferimento.

Una soluzione apparentemente ottimale, quale una concimazione azotata elevata dell'ordine di 210 kg N/ha (per ottenere una resa in granello di 7000 kg/ha), filiera corta per l'approvvigionamento del grano tenero (250 km), totale incenerimento della paglia prodotta, fase di macinazione all'interno del panificio e distribuzione del prodotto finito entro un raggio di 30 km, ridurrebbe il CF del pane a 0,36 kg CO<sub>2e</sub>/kg. Qualora il fattore di emissione EF<sub>1</sub> aumentasse dall'1 al 3%, il CF si ridurrebbe appena del 9.2% (0.68 kg CO<sub>2e</sub>/kg pane) rispetto al caso di riferimento.

In conclusione, dall'analisi delle emissioni GHG associate all'intero ciclo di vita del pane industriale di grano tenero in sacchetti microforati di PE, si è stimato un CF di circa 0.75 kg CO<sub>2e</sub> per kg di pane, in linea con i dati di letteratura. La fase campo costituisce il primo *hotspot*, seguito dalla fase di trasporto se il grano tenero proviene *in toto* da paesi UE e poi dalla fase di panificazione. Questi *hotspots* si invertono se il grano tenero è di origine *locale*.

La minimizzazione dell'impatto della fase campo renderebbe prioritaria l'applicazione di tecniche colturali a minor impatto ambientale per la produzione del frumento tenero. Le emissioni dirette e indirette di N<sub>2</sub>O dai suoli agricoli stimate con l'approccio TIER 1 (IPCC, 2006) sono affette da un troppo alto livello di incertezza e dovrebbero essere confermate da misure in campo.

## ABSTRACT

This study assessed the environmental impact of the industrial production of 1 kg of soft wheat bread, as packed in polyethylene pouches, in compliance with the Publicly Available Specification 2050 standard method. The sensitivity of the carbon footprint was analyzed with respect to the soft wheat, flour and bread chains, straw waste management, and uncertainty ranges of the emission factors for direct and indirect soil N<sub>2</sub>O emissions.

The *Life Cycle Inventory Analysis* allowed the consumption of raw materials and energy resources, as well as the formation of solid wastes and by-products at the soft-wheat cultivation, bread manufacture, and consumer phases, to be estimated. By referring to the emission factors, as derived from the literature and databases of the SimaPro 7.2 software according to the method IPCC (1997), the CF was found to be about 750 g CO<sub>2e</sub> kg<sup>-1</sup>. The agricultural stage was identified as the primary hotspot, N<sub>2</sub>O emissions being the dominant ones (47.8% of total). The secondary hotspot was the transport phase, the 57.2% of total being associated to the transport of grains from the main soft wheat producing EU countries (i.e., France, Austria, Hungary and Germany). The third hotspot was bread processing. In addition, the waste management stage (i.e., landfilling of wheat milling wastes, use of bran, wheat germ, and bread making residues as feed, composting of wasted bread, and recycling of plastic residues) yielded a net reduction in the GHG emissions of about 270 g CO<sub>2e</sub> kg<sup>-1</sup>.

A sensitivity analysis of the carbon footprint confirmed that the main hot spot in the life cycle of bread was soft wheat cultivation, that should be targeted for mitigating the carbon footprint of bread. Owing to the wide uncertainty range of the default emission factors for the direct and indirect N<sub>2</sub>O emissions from managed soils, more research is thus needed to assess the effective values of such emissions.

## BIBLIOGRAFIA

- AAVV (2000): *Manuale di corretta prassi produttiva per il frumento tenero e i relativi derivati di molitura. 3A* - Parco Tecnologico Agroalimentare dell'Umbria, Regione Umbria. ([http://www.landscapeoffice.it/wp-content/uploads/MCPP\\_Frumento\\_Tenero-1.pdf](http://www.landscapeoffice.it/wp-content/uploads/MCPP_Frumento_Tenero-1.pdf)).
- ADEME (2007): *Emission Factors Guide. Version 5.0. Emission factors calculation and bibliographical sources used*, p. 23.
- ANDERSSON K, OHLSSON T (1999): *Life cycle assessment of bread produced on different scales. Int J Life Cycle Assess* 4 (1): 25-40.
- BARILLA (2015): *Pan Bauletto bianco, al grano duro, integrale, cereali & Soia: Dichiarazione ambientale di Prodotto*. EPD® N° registrazione S-P-00223 (<http://www.environdec.com/en/Detail/epd223>).
- BRESSA R (2015): *10 regole per ridurre lo spreco alimentare*. (<http://www.lifegate.it/persona/news/10-regole-per-ridurre-lo-spreco-alimentare> )
- BSI (2008a): *Publicly Available Specification (PAS 2050) for the assessment of the life cycle greenhouse gas emission of goods and services*. British Standards Institution, London.
- BSI (2008b): *Guide to PAS: How to assess the carbon footprint of goods and services*. British Standards Institution, London.
- DEPARTMENT OF CLIMATE CHANGE AND ENERGY EFFICIENCY (2010): *National Green-*

- house Accounts (NGA) factors. Commonwealth of Australia*, pp 47-48. ([www.climate-change.gov.au](http://www.climate-change.gov.au)).
- ESPINOZA-ORIAS N, STICHNOTHE H, AZAPAGIC A (2011): *The carbon footprint of bread. Int J Life Cycle Assess* 16: 351-365.
- IPCC (1997): *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- IPCC (2006): *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Vol. 4. *Agriculture, Forestry and Other Land Use*. IPCC Technical Support Unit, Kanagawa, Japan.
- ISPRA (2012): *Produzione termoelettrica ed emissioni di CO2. Fonti rinnovabili e impianti soggetti a ETS*. n. 135/2011 (<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/produzione-termoelettrica-ed-emissioni-di-co2>)
- JENSEN JK, ARLBJØRN JS (2014): *Product carbon footprint of rye bread*. *J Cleaner Prod* 82: 45-57.
- MONTANARI C (2015): *Frumento e tendenze recenti*. ISMEA, Roma
- PCR (Product Category Rules) (2014): *Product Group: UN CPC 231 Grain Mill Products. Version 1.02*, The International EPD® System
- TONNI M, DONNA P, VALENTI L (2010): *Ita.Ca<sup>®</sup>, il calcolatore italiano di emissioni di gas serra*. *Suppl. Informatore Agrario* 13: 21-26.



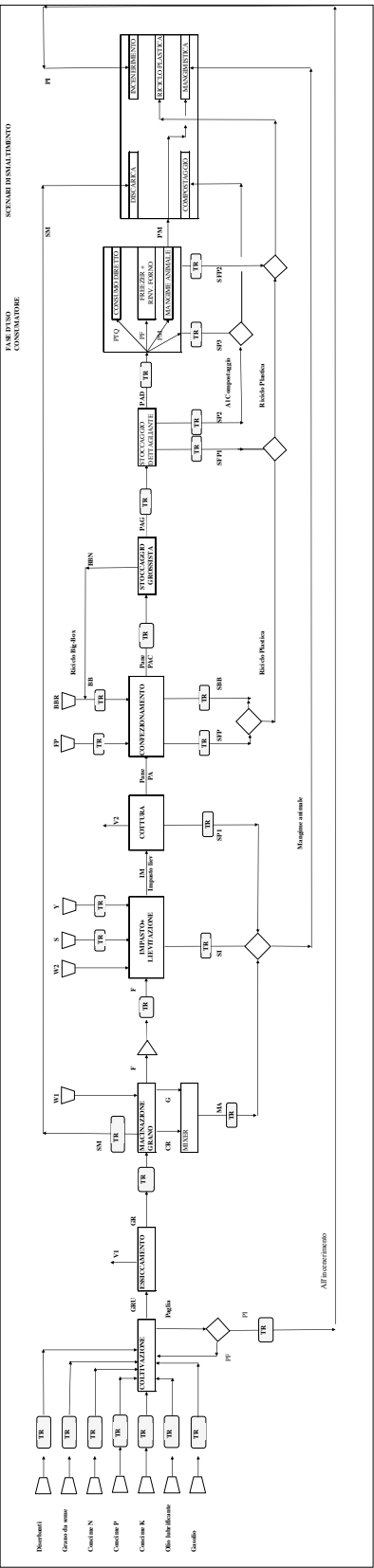


Fig. 1 Diagramma di flusso del processo di produzione di pane di grano tenero

