



ACCADEMIA DEI GEORGOFILI

GIORNATA DI STUDIO

**PIZZA NAPOLETANA  
TRA TRADIZIONE E INNOVAZIONE**

**Giovedì 23 marzo 2023**

*Raccolta dei Riassunti*

## PRESENTAZIONE

La pizza napoletana è un alimento molto apprezzato nel mercato globale. È stata riconosciuta come una delle Specialità Tradizionali Garantite (STG) dal Regolamento della Commissione Europea n. 97/2010; inoltre, nel 2017 l'arte del Pizzaiuolo Napoletano è stata iscritta nella Lista Rappresentativa del Patrimonio Culturale Immateriale dell'Umanità dall'UNESCO. Ciononostante, le conoscenze scientifiche alla base della sua produzione sono tuttora limitate. Il progetto di ricerca PRIN 2017 (The Neapolitan pizza: processing, distribution, innovation and environmental aspects), coordinato da Paolo Masi dell'Università di Napoli - Federico II, ha impegnato gruppi di ricerca delle Università del Molise, Bari, Reggio Calabria, Salerno e della Tuscia e del CNR – ISA di Avellino. Il progetto si è proposto di esaminare in maniera sistematica tutti i fenomeni legati alla produzione dei panetti, alla lievitazione, alla cottura della pizza in forno a legna, alla sua digestione e al suo impatto ambientale, nonché di introdurre potenziali innovazioni sulla formulazione degli ingredienti, sulla conservazione e sulle tecniche di asporto. Questo incontro ha lo scopo di presentare i risultati più rilevanti.

## PROGRAMMA

Ore 10.00 – **Saluti istituzionali**

**Massimo Vincenzini**, *Presidente Accademia dei Georgofili*

Coordina i lavori: **Paolo Fantozzi**, Vice Presidente Comitato Consultivo per le Tecnologie Alimentari Accademia dei Georgofili

Ore 10.15 - **Relazioni**

Paolo Masi, *Università di Napoli Federico II e Accademia dei Georgofili*

**Il progetto PRIN e fenomenologia della cottura della pizza nel forno a legna**

Mauro Moresi, *Accademia dei Georgofili*

**Impronta di carbonio della pizza napoletana e delle pizzerie**

Aniello Falciano, *Università di Napoli Federico II*

**Nuova pizza napoletana da asporto di elevata qualità sensoriale**

Maria Cristina Messia, Michela Quiquero, Francesca Cuomo, *Università del Molise*

**Strategie per la mitigazione della formazione di acrilammide in pizza napoletana**

Samuela Palombieri, *Università della Tuscia*

**Nuove linee di frumento tenero a ridotto contenuto di asparagina libera**

Clelia Covino, Angela Sorrentino, Prospero Di Pierro, Paolo Masi, *Università di Napoli Federico II*

**Proprietà reologiche, termiche, morfologiche e biochimiche di impasto e pizza cotta nel forno a legna**

Amalia Piscopo, *Università Mediterranea di Reggio Calabria*

**Ingredienti del topping della pizza: valutazioni sulla qualità**

Antonella Pasqualone, *Università di Bari*

**Pizza napoletana gluten-free con farina di legumi**

Gianfranco Mamone, *CNR – ISA Avellino*

**Approccio omico per lo studio della digeribilità della pizza**

Ore 13.15 – **Conclusioni**

**Paolo Masi e Paolo Fantozzi**

***IL PROGETTO PRIN E FENOMENOLOGIA***  
***DELLA COTTURA DELLA PIZZA NEL FORNO A LEGNA***  
*Paolo Masi - Università di Napoli Federico II e Accademia dei Georgofili*

Il progetto di ricerca PRIN 2017, inerente *The Neapolitan pizza: processing, distribution, innovation and environmental aspects*, ha visto la partecipazione di gruppi di ricerca delle Università del Molise, Bari, Mediterranea di Reggio Calabria, Salerno e Tuscia e del CNR – ISA di Avellino e ha approfondito il ruolo degli sfarinati e della loro origine, il processo di lievitazione con madre acida, la caratterizzazione e la modellazione della cottura in forni tradizionali a legna, nonché il loro impatto ambientale. Sono state inoltre proposte alcune innovazioni per ottenere panetti sia gluten free che semilavorati a lunga conservazione e per migliorare la qualità delle pizze d'asporto. Il progetto ha inteso in tal modo dare una risposta rigorosa ai diversi luoghi comuni e notizie, talvolta prive di fondamenti scientifici, relativamente ad uno dei prodotti più noti della gastronomia italiana che rappresenta uno dei settori trainanti dell'economia nazionale con oltre 150.000 addetti ed un fatturato di circa 10 miliardi di euro all'anno.

Nonostante i forni a legna siano ampiamente utilizzati nei ristoranti e nelle rosticcerie di tutto il mondo, il loro funzionamento è stato finora poco studiato. Si è pertanto caratterizzato il funzionamento di un prototipo pilota di forno a legna dalla fase di avvio fino all'operazione di cottura. Alimentando tronchetti di quercia in quantità costante (3 kg/h), dopo 4-6 h il forno poteva ritenersi operante in condizioni di pseudo-stazionarie con una temperatura della volta o della platea rispettivamente prossima a  $546 \pm 53$  o  $453 \pm 32$  °C. A seguito di numerosi test di cottura con quattro diverse tipologie di pizza bianca e al pomodoro, si è verificato che l'efficienza termica del forno era pari al  $13 \pm 4$  %.

Dato il non uniforme trasferimento di calore, si è studiata la fenomenologia della cottura della pizza monitorando sia le diverse sezioni della parte superiore della pizza ricoperta o meno dagli ingredienti principali di farcitura che l'evoluzione temporale delle loro temperature tramite una termocamera a raggi infrarossi. La temperatura massima del fondo della pizza era pari a  $100 \pm 9$  °C, mentre quella del lato superiore della pizza andava da 182 °C a 84 o 67 °C nel caso di pizza bianca tal quale, pizza al pomodoro o pizza margherita in conseguenza del diverso tenore di umidità e delle diverse emissività. La formazione di aree di colore marrone o nero nei lati superiore e inferiore della pizza è stata poi rilevata con l'ausilio di un occhio elettronico. La faccia superiore presentava gradi di imbrunimento e di annerimento maggiori rispetto a quella inferiore, che risultavano massimi nella pizza bianca, ossia pari al 26 e all'8%, rispettivamente. Questi risultati sono preliminari per mettere a punto una strategia di controllo atta a massimizzare gli attributi di qualità della pizza napoletana.

**THE PRIN PROJECT AND THE PHENOMENOLOGY  
OF PIZZA COOKING IN A WOOD-FIRED OVEN**

The 2017 PRIN research project, concerning *The Neapolitan pizza: processing, distribution, innovation and environmental aspects*, involved the participation of several research teams from the Universities of Molise, Bari, Reggio Calabria, Salerno, and Tuscia, and CNR - ISA of Avellino and aimed to assess the role of flour products and their origin, sourdough process, characterization and modeling of pizza baking in a

traditional wood-fired oven, as well as the environmental impact of pizza production. Some innovations were proposed to obtain either gluten-free or long-life leavened dough balls, as well as to improve the quality of takeaway pizza. The project intended to give a rigorous response to the various clichés and news, sometimes without scientific foundations, relating to one of the best-known products of the Italian gastronomy, this representing a leading sector with over 150,000 employees and a turnover of around 10 billion euros per year.

Despite wood-fired ovens are largely used all around the world, they have been very poorly studied so far. The main aims of this work were to characterize the operation of a pilot-scale wood-fired pizza oven from its start-up phase to its baking operation and assess its thermal efficiency. Upon constant oak log feed rate of 3 kg/h, after 4-6 h the pizza oven was operating in pseudo-steady state conditions, its vault or floor temperature having approached an equilibrium value of  $546 \pm 53$  °C or  $453 \pm 32$  °C, respectively. As a result of several baking tests with four different white and tomato pizza products, the thermal efficiency of such oven was  $13 \pm 4$  %.

Owing to the quite ununiform heat transfer, the phenomenology of Neapolitan pizza baking in a pilot-scale wood-fired pizza oven operating in quasi steady-state conditions was then studied. The different upper area sections of pizza covered or not by the main topping ingredients (i.e., tomato puree, sunflower oil, or mozzarella cheese), as well the bottom of pizza and growth of its raised rim, were characterized by visual colorimetric analysis, while the time course of their corresponding temperatures was monitored using an infrared thermal scanning camera. The maximum temperature of the pizza bottom was equal to  $100 \pm 9$  °C, while that of the upper pizza side ranged from 182 °C to 84 or 67 °C in the case of white pizza as such, tomato pizzas or margherita pizza, mainly because of their diverse moisture content and emissivity. The formation of brown or black colored areas in the upper and lower sides of baked pizza was detected with the help of an electronic eye. The upper side exhibited greater degrees of browning and blackening than the lower one, their maximum values of about 26 and 8% being respectively observed in white pizza as such. These results are needed to develop an accurate modelling and control strategy to reduce the variability and maximize the quality attributes of Neapolitan pizza.

## ***IMPRONTA DI CARBONIO DELLA PIZZA NAPOLETANA E DELLE PIZZERIE***

*Mauro Moresi - Accademia dei Georgofili*

Questo studio ha permesso la stima dell'impronta di carbonio (CF) dalla culla alla tomba di una pizzeria tipica di medie dimensioni che serve sia in loco che per asporto conformemente al metodo standard Publicly Available Specification (PAS) 2050. È stato stimato un CF medio di ~4,69 kg CO<sub>2e</sub> per avventore, di cui il 74% circa derivava dalla produzione degli ingredienti utilizzati (la sola mozzarella di bufala rappresentava ben il 52% di CF). Il contributo di bevande, materiali di imballaggio, trasporti e fonti energetiche variava tra il 6,8 e il 4,6% di CF. La variazione percentuale relativa di CF rispetto al CF di riferimento è stata pari a circa +26%, +4,4% e +1,6%, ovvero +2,1% a condizione che il fattore di emissione della mozzarella di bufala, del fiordilatte e del grana o l'energia elettrica variava rispettivamente del +50% rispetto al relativo carbon footprint. L'impronta di carbonio specifica per la pizza Marinara era pari a ~4 kg CO<sub>2e</sub>/kg, mentre quella per la pizza Margherita era fino a 5,1 o 10,8 kg CO<sub>2e</sub>/kg se condita rispettivamente con fiordilatte o mozzarella di bufala. Per aiutare gli operatori di pizzerie a selezionare la strategia di mitigazione più efficace, è stato esplorato il modo in cui CF era influenzato da una produzione di mozzarella di bufala più sostenibile, da contenitori più leggeri e riutilizzabili per birra, acqua minerale e verdure fresche, da nuovi furgoni diesel, da forni elettrici meno inquinanti di quelli tradizionali a legna, nonché da fonti elettriche rinnovabili.

Da tali stime è stato anche possibile calcolare l'impronta di carbonio dalla culla alla tomba delle diverse versioni della Vera Pizza Napoletana appena estratta dal forno a legna. Era di circa 1,7 kg CO<sub>2e</sub>/kg nel caso della pizza Marinara e circa il doppio per la pizza Margherita condita con fiordilatte. Se quest'ultima fosse stata condita con mozzarella di bufala, l'impronta sarebbe aumentata fino a ~8,4 kg CO<sub>2e</sub>/kg. Il diverso impatto ambientale deriva soprattutto dall'impiego di condimenti di origine solo vegetale od anche animale, che ne modificano i tenori proteico e lipidico e di conseguenza il valore energetico.

### **CARBON FOOTPRINT OF NEAPOLITAN PIZZA AND PIZZERIAS**

This study was aimed at identifying the cradle-to-grave carbon footprint (CF) of a medium-sized pizza restaurant serving *in situ* or takeaway True Neapolitan Pizzas conforming to the Publicly Available Specification (PAS) 2050 standard method. An average CF of ~4.69 kg CO<sub>2e</sub>/diner was estimated, about 74% of which being due to the production of the ingredients used (the only buffalo mozzarella cheese representing as much as 52% of CF). The contribution of beverages, packaging materials, transportation, and energy sources varied within 6.8 and 4.6% of CF. The percentage relative variation of CF with respect to its basic score was of about +26%, +4.4%, and +1.6%, or +2.1% provided that the emission factor of buffalo mozzarella, fresh cow mozzarella (fiordilatte), and Grana Padano cheeses, or electricity was varied by +50% with respect to each corresponding default value, respectively. The specific carbon footprint for the Marinara pizza was equal to ~4 kg CO<sub>2e</sub>/kg, while that for the Margherita pizza was up to 5.1 or 10.8 kg CO<sub>2e</sub>/kg when topped with fresh cow or buffalo mozzarella cheese, respectively. To help pizza restaurant operators selecting the most rewarding mitigation strategy, it was explored how CF was affected by more sustainable buffalo mozzarella cheese production,

lighter and reusable containers for beer, mineral water and main fresh vegetables, newer diesel-powered vans, less air polluting electric ovens instead of the traditional wood-fired ones, as well as renewable electricity sources.

From such estimations it was also possible to calculate the cradle-to-grave carbon footprint of the different versions of the *True Neapolitan Pizza* as extracted from the wood-fired oven. It was about 1.7 kg CO<sub>2e</sub>/kg in the case of the Marinara pizza and about half of that of Margherita pizza topped with mozzarella cheese. By garnishing the latter with buffalo mozzarella cheese, its footprint would increase up to ~8.4 kg CO<sub>2e</sub>/kg. Such difference in their environmental impacts mainly derives from the use of condiments of only vegetable or even animal origin, these varying the protein and lipid contents and consequently the energy value of each pizza type.

**NUOVA PIZZA NAPOLETANA DA ASPORTO**  
**DI ELEVATA QUALITÀ SENSORIALE**  
*Aniello Falciano, Università di Napoli Federico II*

La pizza napoletana è uno dei cibi italiani più apprezzati in tutto il mondo con un trend di consumo nettamente positivo. Mentre in Italia è predominante il consumo nei ristoranti o nelle pizzerie, una percentuale crescente di consumatori si avvale della pizza da asporto o del servizio di consegna a domicilio. Durante la consegna della pizza a domicilio in scatole di cartone si verificano incontrollati fenomeni di trasporto del calore e della materia. Questo lavoro si è proposto di valutare come cambiano le proprietà meccaniche e sensoriali dal momento in cui la pizza viene estratta dal forno e il momento del suo consumo a casa. Tali proprietà sono state valutate anche per un nuovo servizio di pizza da asporto che prevede la cottura, il congelamento rapido, l'imballaggio, la consegna e il rinvenimento della pizza in forni domestici e che pertanto evita lo smaltimento dei panetti di pasta lievitata inutilizzati al termine dell'attività lavorativa quotidiana di una pizzeria. I cartoni per pizza rallentavano il raffreddamento della pizza, ma ne incrementano la gommosità all'aumentare del tempo di conservazione. Anche se i consumatori generalmente preferivano la pizza appena sfornata, la pizza surgelata era di gran lunga più preferita a tutte le pizze conservate in cartoni da 10 a 30 minuti.

**NOVEL HIGH-QUALITY TAKEAWAY NEAPOLITAN PIZZA**  
**FROM UNUSED DOUGH BALLS**

Neapolitan pizza is one of the most popular Italian foods all over the world and its consumption trend is continuously positive. Whereas in Italy its consumption in restaurants or pizzerias is predominant, a growing percentage of consumers make use of takeaway pizza or home delivery service. During home pizza delivery in cardboard boxes uncontrolled heat and mass transfer processes occur. This work aimed to evaluate how the textural and sensory properties change from the moment the pizza is taken out of the oven and the moment of its consumption at home. Such properties were also assessed for a novel takeaway pizza service involving pizza baking, freezing, packing, delivery, and reheating at home to avoid disposing of leavened dough balls unused at the end of everyday pizzeria working activity. Such boxes slowed down the pizza cooling but improved its gumminess as the storage time prolonged. Even if panelists generally preferred freshly baked pizza, frozen pizza was by far more preferred than all pizzas kept in cardboard boxes for 10-30 min examined here.



## **STRATEGIE PER LA MITIGAZIONE DELLA FORMAZIONE DI ACRILAMMIDE IN PIZZA NAPOLETANA**

*Maria Cristina Messia, Università del Molise*

L'acrilammide è un composto chimico classificato come “probabile cancerogeno per l'uomo” (IARC, gruppo 2a) e come genotossico e neurotossico per gli animali. La principale via di formazione dell'acrilammide negli alimenti è legata alla reazione di Maillard ed in particolare alla reazione tra l'amminoacido asparagina e gli zuccheri riducenti, a temperature superiori a 120°C e in condizioni di bassa umidità.

Sono stati istituiti ampi programmi di ricerca internazionali per indagare e valutare il potenziale rischio per la salute correlato all'esposizione alimentare all'acrilammide. Nel 2017 la Commissione europea (Reg. UE 2017/2158) ha stabilito livelli di riferimento e misure di mitigazione per ridurre la presenza di acrilammide negli alimenti al livello più basso ragionevolmente possibile.

Le tecniche di mitigazione dell'acrilammide in prodotti a base di cereali comportano l'uso di materie prime/ingredienti a basso contenuto di precursori (asparagina, zuccheri riducenti), l'attuazione di modifiche delle condizioni di processo ed interventi post-processo. In questo contesto, sono stati studiati metodi per la mitigazione dell'acrilammide nella pizza napoletana come: a) l'uso combinato di lievito di birra, di ceppi selezionati di batteri lattici e diversi tempi di lievitazione dell'impasto; b) l'utilizzo di sfarinati ottenuti da linee di frumento tenero a basso contenuto di asparagina

## **STRATEGIES FOR MITIGATING ACRYLAMIDE FORMATION IN NEAPOLITAN PIZZA**

Acrylamide is a chemical compound classified as “probably carcinogenic to humans” (IARC, group 2a) and as genotoxic and neurotoxic to animals. The main pathway of acrylamide formation in foods is linked to the Maillard reaction and particularly it is generated by temperature above 120°C and low moisture conditions, starting from amino acid asparagine and reducing sugars. Extensive international research programs have been established to investigate and to evaluate the potential health risk related to dietary exposure to acrylamide. In 2017 the European Commission (Reg. UE 2017/2158) established benchmark levels and mitigation measures to reduce the presence of acrylamide in food to as low as it is reasonably achievable.

The acrylamide mitigation techniques in cereal products involve the use of starting materials low in precursors (asparagine, reducing sugars), modifications of process conditions and post-process intervention. In this context, different methods for acrylamide mitigation in Neapolitan pizza were investigated such as: a) the combined use of brewer's yeast, selected strains of lactic acid bacteria and different leavening times for the dough; b) the use of flours obtained from soft wheat with a low asparagine content.

## **NUOVE LINEE DI FRUMENTO TENERO A RIDOTTO CONTENUTO DI ASPARAGINA LIBERA**

*Francesco Sestili, Università della Tuscia*

L'acrilammide è una sostanza neurotossica e cancerogena, si forma tramite reazione di Maillard negli alimenti ricchi in proteine e carboidrati ed esposti ad alte temperature, come pane e biscotti. Poiché il consumo a lungo termine di questa sostanza può influire negativamente sulla salute umana, è di grande importanza minimizzarne la formazione. Una strategia è quella di ridurre negli impasti iniziali il contenuto dei principali precursori dell'acrilammide che sono gli zuccheri riducenti ed in particolare l'asparagina libera (fAsn). Diversi lavori hanno mostrato che il contenuto di questo amminoacido nelle farine è direttamente correlato al contenuto di acrilammide nei prodotti finali. L'abbondanza di fAsn è influenzata dal genotipo, dall'ambiente e dall'annata di coltivazione.

In questo lavoro è stato analizzato il contenuto di fAsn in 18 varietà di frumento tenero appartenenti alla prova nazionale, coltivati in tre località e in due differenti annate. Sono state scelte le varietà che presentano un maggior ed un minor contenuto in fAsn, le loro farine sono state utilizzate per la produzione di pizza ed è stata valutata l'acrilammide nel prodotto finale.

Inoltre, è stato intrapreso un programma di miglioramento genetico per lo sviluppo di varietà di frumento tenero a basso contenuto di fAsn mediante approccio TILLING. L'attività si è focalizzata sul silenziamento del gene asparagina sintetasi di classe 2 (ASN2) e ha permesso di ottenere linee a basso contenuto di fAsn idonee per la produzione di farine idonee per differenti impieghi alimentari.

### **NEW BREAD WHEAT LINES WITH REDUCED FREE ASPARAGINE CONTENT**

Acrylamide is a neurotoxic and carcinogenic substance, generated during heat treatment as result of the Maillard reaction in foods rich in proteins and carbohydrates, such as bread and biscuits. Since long-term consumption of acrylamide can adversely affect human health, minimizing its formation is an important goal of breeding programs. A successful strategy is to reduce the content of the main precursors of acrylamide in the initial dough, which are free asparagine (fAsn) and reducing sugars. Several works have shown that the fAsn content in flours is directly related to the acrylamide content in the final products. The abundance of this amino acid in wheat flour is affected by the genotype, environment, and harvest season.

In this work, the content of fAsn was analyzed in 18 Italian bread wheat varieties, grown in three localities and in two different years. The varieties presenting a higher and lower fAsn content were chosen and their flours were used to produce pizza with the evaluation of the acrylamide content.

Furthermore, a breeding program was undertaken for the development of low fAsn varieties using the TILLING approach. The activity was focused on the silencing of asparagine synthetase gene of class 2 (ASN2) and permitted to obtain lines with a low fAsn content suitable for different end-uses.

# **PROPRIETÀ REOLOGICHE, TERMICHE, MORFOLOGICHE E BIOCHIMICHE DI IMPASTO E PIZZA COTTA NEL FORNO A LEGNA**

*Angela Sorrentino, Università di Napoli Federico II*

La preparazione di un impasto a partire da acqua e farina è il più semplice e antico processo tecnologico alimentare della storia dell'uomo. Ciò nonostante, la letteratura scientifica è povera di studi riguardanti l'evoluzione degli impasti nel corso della lievitazione. In questo studio, impasti per pizza sono stati monitorati a diversi tempi di lievitazione (0, 4, 8, 16, 24, 48 h) seguendo le variazioni delle proprietà fisiche (reologiche, termiche e morfologiche) e biochimiche (amido, zuccheri riducenti e azoto solubile). I risultati hanno evidenziato che durante la lievitazione, fino a 4 h si osserva un aumento del lavoro di compressione dell'impasto, che nei tempi successivi diminuisce a causa della diffusione della CO<sub>2</sub> prodotta dai lieviti nella rete glutinica. Inoltre, ad alti tempi di lievitazione, la componente viscosa dell'impasto prevale su quella elastica e infatti il modulo G' diminuisce a causa delle deboli interazioni tra le proteine del glutine e l'amido, che si instaurano durante il riscaldamento e si consolidano durante il raffreddamento. Ciò suggerisce che una lunga lievitazione migliora l'estensibilità del disco di pizza facilitando l'azione del pizzaiolo. Le analisi al SEM hanno evidenziato un'estensione della rete glutinica a partire dalle 8 h che consente un migliore accesso da parte degli enzimi digestivi. Il danno all'amido, per idrolisi enzimatica, migliora la sua capacità di gelatinizzare e si riflette in un aumento degli zuccheri riducenti.

## **RHEOLOGICAL, THERMAL, MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF DOUGH AND WOOD OVEN BAKED PIZZA**

The preparation of a dough starting from water and flour is the simplest and oldest technological food process in human history. Nonetheless, the scientific literature is poor in studies regarding the evolution of doughs during leavening. In this study, pizza doughs were monitored at different leavening times (0, 4, 8, 16, 24, 48 h) following the variations of the physical (rheological, thermal, and morphological) and biochemical (starch, reducing sugars and soluble nitrogen). The results showed that during leavening, up to 4 hours, an increase in the compression work of the dough was observed, which subsequently decreased due to the diffusion of the CO<sub>2</sub> produced by the yeasts in the gluten network. Furthermore, at high leavening times, the viscous component of the dough prevails over the elastic one, and in fact the G' module decreases due to the weak interactions between the gluten proteins and the starch, which are established during heating and consolidate during the cooling. This suggests that a long leavening improves the extensibility of the pizza disc, facilitating the action of the pizza maker. SEM analysis highlighted an extension of the gluten network starting from 8 h which allows better access by digestive enzymes. The damage to the starch, by enzymatic hydrolysis, improves its ability to gelatinise and is reflected in an increase in reducing sugars.

---

## **INGREDIENTI DEL TOPPING DELLA PIZZA: VALUTAZIONI SULLA QUALITÀ**

*Amalia Piscopo, Università Mediterranea di Reggio Calabria*

Il disciplinare di produzione della Pizza Napoletana STG impone l'impiego di olio extravergine di oliva e Mozzarella di Bufala e Fiordilatte nel topping delle due tipologie di Pizza 'Marinara' e 'Margherita', e una tradizionale tecnica di lavorazione tramandata da più generazioni.

Con la diffusione globale della Pizza, si pone il problema di mantenere la qualità nonostante l'utilizzo di ingredienti diversi, considerando le nuove mode ma anche la crescente attenzione dei consumatori verso il consumo di alimenti più salutistici.

La ricerca ha valutato le differenze negli indici qualitativi della Pizza Napoletana a seguito dell'utilizzo di vari tipi di oli e formaggi nel topping.

La cottura in forno a legna ha aumentato il contenuto di alcune composti fenolici, grazie alle interazioni tra i costituenti del pomodoro San Marzano DOP e quelli dell'olio extravergine di oliva.

La 'Pizza Marinara' condita con olio extra vergine di oliva (cv. Ottobratica) a più alto contenuto in sostanze bioattive (Piscopo et al., 2021) ha presentato dopo la cottura minori alterazioni della componente grassa (ossidazione totale e composti polari) rispetto alle altre pizze condite con oli differenti (Piscopo et al., 2023). Anche per la 'Pizza Margherita', i medesimi indici di qualità sono stati osservati maggiormente in presenza di Mozzarella di Bufala che, dunque hanno evidenziato migliori proprietà salutistiche ed organolettiche rispetto alle altre pizze guarnite con altri formaggi.

### **PIZZA TOPPING INGREDIENTS: QUALITY ASSESSMENT**

The production disciplinary of the Pizza Napoletana STG imposes the use of extra virgin olive oil and Buffalo's and Fiordilatte Mozzarella in the topping of the two types of Pizza 'Marinara' and 'Margherita', and a traditional processing technique handed down for several generations.

With the global diffusion of Pizza, the problem arises of maintaining quality despite the use of different ingredients, considering the new trends and also the growing attention of consumers towards the consumption of healthier foods.

The research evaluated the differences in the qualitative indices of the Neapolitan Pizza following the use of various types of oils and cheeses in the topping.

Cooking in a wood oven increased the content of some phenolic compounds, thanks to the interactions between the constituents of the San Marzano DOP tomato and those of the extra virgin olive oil.

The Pizza Marinara topped with extra virgin olive oil (Ottobratica cv.) with a higher content of bioactive substances (Piscopo et al., 2021) showed less alterations of the fat component after cooking (total oxidation and polar compounds) than the others pizzas dressed with different oils (Piscopo et al., 2023). Also for Pizza Margherita, the same quality indexes were observed more in the presence of Mozzarella di Bufala which, therefore, showed better health and organoleptic properties compared to the other pizzas garnished with other cheeses.

---

## **PIZZA NAPOLETANA GLUTEN-FREE CON FARINA DI LEGUMI**

*Antonella Pasqualone, Università di Bari*

La farina di lenticchie, ricca di proteine aventi un profilo aminoacidico complementare a quello dei cereali, è stata sottoposta a un trattamento di estrusione-cottura (Pasqualone et al., 2020) e usata, al 10%, per produrre pizza gluten-free, confrontandone le caratteristiche con quelle di una pizza a base di farina di riso e mais (controllo) e con una pizza contenente il 10% di farina di lenticchie non trattata. La viscoamilografia e il Mixolab hanno evidenziato le proprietà idrocolloidali acquisite dalla farina di lenticchie a seguito dell'estrusione-cottura (viscosità iniziale = 69,3 BU), dovute alla formazione di amido gelatinizzato (Pasqualone et al., 2021). L'utilizzo della farina estrusa-cotta conferiva la giusta viscosità all'impasto senza necessità di usare l'additivo idrossipropilmetilcellulosa (E464) che, invece, era necessario nel controllo. Entrambe le pizze con farina di lenticchie, sia trattata che non trattata, hanno mostrato un contenuto di proteine più elevato ( $p < 0,05$ ) rispetto al controllo, raggiungendo il livello richiesto per il claim "fonte di proteine" secondo il Reg. (CE) n. 1924/2006.

Inoltre, le pizze con farina di lenticchie avevano un maggior contenuto di bioattivi e una maggiore attività antiossidante rispetto al controllo (Pasqualone et al., 2022). Sottoposta a un consumer test, la pizza con farina estrusa-cotta di lenticchie ha mostrato un livello di gradimento statisticamente pari a quello della pizza controllo, ma con il vantaggio di non contenere additivi e di poter mostrare un'etichetta "clean".

### **GLUTEN-FREE NEAPOLITAN PIZZA ENRICHED WITH PULSE FLOUR**

Lentil flour, rich in proteins having an amino acid profile complementary to that of cereals, was subjected to an extrusion-cooking treatment (Pasqualone et al., 2020) and used, at 10%, to fortify gluten-free pizza, comparing its characteristics with those of a control pizza made with rice and corn flour and with a pizza containing 10% untreated lentil flour. Viscoamylography and Mixolab evidenced the hydrocolloid properties acquired by lentil flour following extrusion-cooking (initial viscosity = 69.3 BU), due to the formation of gelatinized starch (Pasqualone et al., 2021). The use of extruded-cooked flour assured an optimal viscosity of dough without the need to use the hydroxypropyl methylcellulose additive (E464) which, instead, was necessary in the control.

Pizza containing lentil flour, either treated or untreated, showed higher protein content ( $p < 0.05$ ) than the control pizza (7.4% instead of 4.4%) reaching the level for the "source of protein" claim according to Reg. (CE) n. 1924/2006. Furthermore, pizza with lentil flour had a higher content of bioactives and antioxidant activity than the control (Pasqualone et al., 2022). Subjected to a consumer test, pizza with extruded-cooked lentil flour showed a level of appreciation statistically equal to that of the control pizza, but with the advantages of a "clean" label.

---

## **APPROCCIO OMICO PER LO STUDIO DELLA DIGERIBILITÀ DELLA PIZZA**

*Gianfranco Mamone, CNR – ISA Avellino*

La lievitazione con l'ausilio di colture starter, ceppi selezionati di batteri lattici e/o lieviti, è sempre più utilizzata soprattutto nell'industria da forno di prodotti lievitati, come pane e pizza. È riconosciuto da tempo infatti che impasti fermentati con madri acide siano più digeribili ed, in generale, processi di fermentazione più lunghi siano associati ad un'alta digeribilità. Nell'ambito di questo progetto, uno starter microbico selezionato è stato utilizzato per realizzare impasti di pizza a diversi tempi di lievitazione. Tecniche omiche sono state utilizzate per valutare proprietà e digeribilità di impasti fermentati con madre acida. La digeribilità è stata studiata applicando il modello di digestione in vitro INFOGEST che simula tutte le fasi che avvengono nel tratto intestinale utilizzando enzimi digestivi, succhi salivari gastrici ed intestinali. Analisi biochimiche sono state effettuate sui campioni cotti prima e dopo digestione.

Nello specifico, è stata studiata la digeribilità della componente proteica, mediante saggio spettrofotometrici e tecniche di spettrometria di massa, e della componente amidacea, mediante quantizzazione dei frutto-oligosaccaridi (FOS). I risultati di questo studio dimostrano che il tipo di starter impiegato e i tempi di lievitazione, non influenzano la digeribilità delle proteine gliadine e glutenine. Interessante invece che lunghi tempi di lievitazione riducono il contenuto di FODMAP. Questi risultati forniscono importanti informazioni sulla digeribilità di campioni di pizza cotta al forno a legna e sulla preparazione degli stessi attraverso di starter selezionati.

### **OMICS APPROACHES TO EVALUATE THE DIGESTIBILITY OF PIZZA**

The selection of microbial starter cultures to produce bakery foods as bread and pizza has of great interest. Several evidences proved that longer fermentation processes are associated with high digestibility. In this study, a selected microbial starter was used to make pizza doughs at different fermentation times. Omics techniques were employed to evaluate the properties and digestibility of fermented doughs. Digestibility was evaluated by applying the INFOGEST digestion model which simulates all the stages occurring in the intestinal tract with digestive enzymes, gastric and intestinal salivary juices. Biochemical analyses were performed on the cooked samples before and after digestion.

The digestibility of protein fraction was investigated by spectrophotometric assay and mass spectrometry techniques. The digestibility of carbohydrate fraction was assessed by quantization of fructo-oligosaccharides (FOS). Results showed that the type of starter used and fermentation times do not affect the digestibility of gliadins and glutenin proteins. Interestingly, prolonged leavening times reduce the FODMAP content. These results provide important information on the digestibility of pizza and on their preparation using selected starters.

---



