

## **SCHEDA DI SINTESI PhD Thesis Falciano Aniello**

La Pizza Napoletana, oltre ad essere uno dei prodotti più apprezzati, conosciuti ed imitati della gastronomia italiana, è uno dei pilastri della ristorazione. A salvaguardia della sua peculiarità è stato codificato un Disciplinare di Produzione che definisce gli standard per le materie prime e i parametri tecnologici (G.U. Repubblica Italiana n.56/2010) mentre l'importanza dell'“arte” di fare la pizza Napoletana è stata riconosciuta come “Patrimonio Culturale Immateriale dell'Umanità” (Jeju, Corea del Sud, 7 dicembre 2017). La sua tipicità risiede essenzialmente nella tecnologia utilizzata, nella preparazione dell'impasto lievitato, nelle materie prime utilizzate per guarnire e nella cottura rapida nel forno a legna. Nonostante la popolarità mondiale e la sua rilevanza economica, la pizza Napoletana è un argomento che ha suscitato, sin qui, scarso interesse da parte della comunità scientifica, al contrario, dal punto di vista mediatico si registra una crescente attenzione sul potenziale impatto che il consumo di pizze, prodotte secondo la tecnologia tradizionale, può avere sulla salute umana. Le informazioni che vengono divulgate, pur non essendo suffragate da riscontri scientifici, hanno sovente ricadute economiche negative. L'introduzione di alcune innovazioni nel processo di produzione della pizza Napoletana come l'utilizzo di lievito madre, farine alternative, impasti per pizza a media-lunga shelf-life pronti all'uso, nuovi sistemi di servire la pizza da asporto, e le conoscenze scientifiche sui fenomeni che si verificano durante la fase di cottura della pizza napoletana nel tradizionale forno a legna, utile anche per sviluppare sistemi di cottura alternativi, possono migliorare ulteriormente gli aspetti qualitativi della pizza napoletana producendo benefici in termini di impatto ambientale e rafforzare l'aspetto economico.

Pertanto, lo scopo della presente tesi di dottorato è stato quello di indagare su diversi aspetti del processo di produzione della pizza napoletana e la ricerca è stata esplorata in una sequenza di studi separati. Nel primo capitolo vi è un'introduzione generale seguita da 8 capitoli riportati come articoli scientifici pubblicati o sottoposti a riviste scientifiche, ed infine un capitolo che racchiude le conclusioni di tutti gli argomenti trattati.

Al fine di sviluppare e caratterizzare un lievito madre liquido da utilizzare nel processo di produzione della pizza Napoletana, nel capitolo 2 è stato studiato l'effetto dei rinfreschi sulla crescita di microrganismi endogeni durante la preparazione di lievito madre liquido (DY 200) incubato per 6 giorni utilizzando farine di frumento provenienti da due diverse località geografiche, e i loro effetti su alcune proprietà fisico-chimiche. I risultati hanno mostrato che nei primi 6 giorni di incubazione non è necessario effettuare rinfreschi.

Nel capitolo 3 è stato valutato l'effetto della farina di giuggiola da utilizzare come farina alternativa nella preparazione di impasti per pizza. L'idea era di sfruttare le proprietà benefiche della farina di giuggiola utilizzandola per realizzare farine composite nello sviluppo di una base per pizza funzionale, prodotta alla maniera napoletana. Sono stati valutati i composti fenolici totali e le proprietà antiossidanti della base della pizza, la consistenza e il colore. I risultati hanno dimostrato che la farina di giuggiola potrebbe essere considerata un potenziale ingrediente funzionale, senza promuovere effetti negativi e modificare le caratteristiche fisiche e sensoriali delle pizze.

Il Disciplinare di Produzione della Pizza Napoletana STG (n°56/2010), che definisce gli standard delle materie prime e dei parametri tecnologici, non vieta la possibilità di utilizzare semilavorati per la produzione di pizze napoletane, ovvero palline di impasto prodotte all'esterno di locali dove avviene la stesura, la farcitura e la cottura della pizza, pertanto nel capitolo 4 si è indagato sulla possibilità di sviluppare panetti di impasto pronti all'uso compatibili con il disciplinare di produzione, con una shelf-life medio-alta utilizzando basse temperature di refrigerazione. I panetti sono stati valutati in funzione del tempo di lievitazione, e dopo 28 giorni di conservazione i parametri chimico-fisici e microbiologici non hanno mostrato differenze significative, e gli impasti che erano stati fatti lievitare per 16 ore hanno mostrato caratteristiche simili al prodotto. Questi risultati rappresentano un importante punto di partenza per una commercializzazione di palline di pasta già pronte di “Pizza Napoletana” (STG) anche in pizzerie non necessariamente presenti sul territorio campano.

Nel capitolo 5 è stato caratterizzato il funzionamento di un forno per pizza a legna su scala pilota dalla sua fase di avviamento (secondo la procedura suggerita dal produttore) fino alla messa a regime per valutarne

l'efficienza termica. Per gestire gli shock termici cui sono soggetti i mattoni refrattari usati per la costruzione, il forno è stato acceso ad una portata di legna ( $Q_{fw}$ ) di 3 kg/h per 1 sola ora il 1° giorno, per 2 ore il 2° giorno, per 4 ore il 3° giorno e per circa 8 ore il 4° giorno. Indipendentemente dalla sua frequenza di accensione, dopo 4-6 ore la temperatura della volta e della platea del forno si è avvicinata a un valore di equilibrio di  $546 \pm 53$  °C o  $453 \pm 32$  °C, rispettivamente. Il gradiente di temperatura iniziale della platea del forno è risultato essere linearmente correlato a  $Q_{fw}$ , mentre la temperatura massima della volta tendeva ad un valore asintotico di  $629 \pm 43$  °C a  $Q_{fw}=9$  kg/h. Il test di evaporazione dell'acqua è stato adattato per valutare il calore assorbito da una prefissata quantità di acqua quando il forno per pizza funzionava in condizioni pseudo-stazionarie a  $Q_{fw}=3$  kg/h. Il rendimento termico di questo forno è stato del  $13 \pm 4\%$ , valore ulteriormente confermato da altre prove di cottura eseguite adoperando quattro diverse tipologie di pizza.

Nel Capitolo 6 è stato sviluppato un modello semi-empirico di un forno per pizza a legna funzionante in condizioni quasi stazionarie. A tal fine, il primo obiettivo era verificare i bilanci di materia e di energia modellando la reazione di combustione dei tronchi di quercia, misurando la composizione dei gas di scarico e scansionando le temperature delle pareti esterne e del pavimento del forno mediante l'uso di una termocamera. Il secondo obiettivo era stimare le perdite di calore attraverso i gas di scarico e la camera del forno isolata in modo da ricavare il tasso di accumulo di entalpia nella camera interna del forno e tentarne la previsione matematica. In analogia con i test di ebollizione dell'acqua utilizzati per valutare l'efficienza energetica degli apparecchi di cottura domestici, il terzo obiettivo era eseguire diversi test di riscaldamento dell'acqua per simulare il profilo di riscaldamento dell'acqua attraverso i meccanismi di trasferimento del calore di irraggiamento, convezione e conduzione, e quindi valutare l'energia netta cedibile alla pizza durante la cottura. Pertanto, i tassi di perdita di calore attraverso i fumi e la camera del forno coibentata sono risultati rispettivamente pari al 46% e al 26% dell'energia fornita dalla combustione della legna. Il tasso di accumulo entalpico nella camera interna del forno è stato di circa 3,4 kW, sufficiente a mantenere pressoché costanti non solo le temperature di volta e platea del forno, ma anche di cuocere una o due pizze contemporaneamente. Il flusso di calore dalla volta del forno alla teglia contenente l'acqua era di tipo radiativo e convettivo per circa il 73% e il 15% rispettivamente, mentre il restante 12% era di tipo conduttivo dalla platea del forno. La conoscenza delle dinamiche del trasferimento di calore e massa durante la cottura della pizza può essere utile per la modellazione e lo sviluppo di nuove tecnologie di cottura.

Nel capitolo 7 sono stati studiati i fenomeni che si verificano durante la fase di cottura della pizza Napoletana in un forno a legna operante in condizioni quasi stazionarie poiché lo scambio termico durante la cottura della pizza non è affatto uniforme ed è particolarmente complesso. È stato valutato l'evoluzione del cornicione, l'andamento temporale della temperatura di tutte le aree, la perdita di peso e l'evoluzione del grado di doratura e bruciatura dei campioni di pizza diversamente guarnite durante la cottura. Indipendentemente dagli ingredienti utilizzati per guarnire, l'altezza del cornicione è aumentata da  $0,8 \pm 0,1$  cm a  $2,3 \pm 0,3$  cm in soli 80 s di cottura. Durante la cottura della pizza, la temperatura del piano del forno è rimasta pressoché costante ( $439 \pm 3$  °C), mentre quella sotto ogni pizza è diminuita tanto più velocemente quanto maggiore era la massa della pizza appoggiata su di essa. La temperatura massima del lato inferiore della pizza è stata di  $100 \pm 9$  °C, mentre quella della parte superiore della pizza variava a seconda del tipo di farcitura e del diverso contenuto di umidità ed emissività degli ingredienti del topping. La perdita di peso complessiva è stata di circa 10 g in tutti i tipi di pizza esaminati. Grazie all'utilizzo dell'occhio elettronico IRIS è stato possibile quantificare il grado di imbrunimento e bruciatura. La zona superiore presentava gradi di imbrunimento e bruciatura maggiori rispetto a quella inferiore, i cui valori massimi di circa 26 e 8% sono stati osservati rispettivamente nella pizza bianca non guarnita. Questi risultati sono necessari per sviluppare un'accurata strategia di modellazione e controllo per ridurre la variabilità e massimizzare gli attributi di qualità della pizza napoletana.

Il capitolo 8 riporta lo studio effettuato per identificare le emissioni di gas serra dalla culla alla tomba associate al funzionamento di un ristorante pizzeria di medie dimensioni in conformità con il metodo standard Publicly Available Specifica (PAS) 2050, per suggerire una serie di pratiche più sostenibili per ridurre l'impronta di

carbonio del ristorante. Lo scopo finale era quello di confrontare le emissioni di gas serra associate alla produzione delle due tipologie di Pizza Napoletana (STG). Il carbon footprint della pizza Marinara è risultato dell'ordine di 1,7 kg CO<sub>2</sub>e/kg, pari a circa la metà di quello della pizza Margherita guarnita con fiordi-latte. Per quest'ultima, il condimento con mozzarella di bufala ne aumenterebbe l'impronta a ~8,4 kg CO<sub>2</sub>e/kg. Il diverso impatto ambientale deriva soprattutto dall'impiego di condimenti di origine vegetale o animale.

In Italia una percentuale crescente di consumatori si avvale del servizio di pizza da asporto o di consegna a domicilio e nel capitolo 9 è stato valutato come cambiano le proprietà chimico-fisiche e sensoriali al trascorrere del tempo dal momento in cui la pizza viene sfornata e messa in una scatola di cartone al momento del suo consumo a casa. Inoltre, per evitare di smaltire i panetti di pasta lievitata inutilizzate al termine della quotidiana attività lavorativa in pizzeria, è stata valutata la fattibilità di un nuovo servizio di pizza da asporto con l'obiettivo finale di migliorare la qualità sensoriale della pizza percepita a casa. Tali palline di pasta venivano trasformate in pizze, cotte nel forno a legna, rapidamente congelate, confezionate, conservate in congelatore fino alla vendita, al trasporto o alla consegna a domicilio e infine riscaldate in un forno domestico. L'accettabilità sensoriale dei campioni di pizza congelata è stata confrontata con quella dei campioni di pizza appena sfornata, in quanto tali, dopo la sosta in un piatto per 5 minuti o essere stati conservati in scatole di cartone per 10, 20 o 30 minuti. La permanenza nelle scatole rallenta il raffreddamento della pizza ma ne aumenta la gommosità con il prolungarsi del tempo di conservazione. Anche se i consumatori generalmente preferivano la pizza appena sfornata, i campioni di pizza surgelata erano di gran lunga i preferiti rispetto a tutti gli altri campioni qui esaminati. Sono stati valutati anche l'impronta di carbonio dalla culla alla tomba e il costo della pizza surgelata per mostrare come un tale prodotto alimentare, che sarebbe stato sprecato, potrebbe essere proficuamente convertito in un servizio di pizza da asporto alternativo di alta qualità.

## Bibliografia

- Albu, A., & Buculei, A. (2011). The study of the influence of the cardboard package on the quality of the food product. Case study-pizza packed in cardboard box. *The USV Annals of Economics and Public Administration*, 11(1), 40-48.
- Ciarmiello, M., & Morrone, B. (2016). Numerical thermal analysis of an electric oven for Neapolitan pizzas. *International Journal of Heat and Technology*, 34(2), S351-S358.
- Cimini, A., Moresi, M. (2022). Environmental impact of the main household cooking systems - A survey. *Italian Journal of Food Science*, 34 (1), 86–113.
- Conchione, C., Picon, C., Bortolomeazzi, R., & Moret, S. (2020). Hydrocarbon contaminants in pizza boxes from the Italian market. *Food Packaging and Shelf Life*, 25, 100535.
- EC (2010). Commission Regulation (EU) No. 97/2010. Entering a Name in the Register of Traditional SPECIALITIES guaranteed [Pizza Napoletana (TSG)]. *Off. J. Eur. Union* 2010. 34. 5. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/HTML/?uri=OJ:L:2010:034:FULL> (accessed on 26 January 2022).
- Grim RE, Johns WD (1951) Reactions accompanying the firing of brick. *Journal American Ceramic Society*, 34(3), 71-76.
- Manhiça FA (2014) Efficiency of a Wood-Fired Bakery Oven—Improvement by Theoretical and Practical. *Chalmers Tekniska Hogskola* (Sweden).
- Manhiça F. A., Lucas C., Richards T. (2012). Wood consumption and analysis of the bread baking process in wood-fired bakery ovens. *Applied Thermal Engineering*, 47, 63-72.
- Masi, P., Romano, A., Coccia, E. (2015). *The Neapolitan pizza. A Scientific Guide about the Artisanal Process*; Doppiovoce: Napoli, Italy
- UNESCO (United Nations Education, Scientific and Cultural Organization) (2017). Decision of the Intergovernmental Committee: 12.COM 11.B.17. 2017. Available online: <https://ich.unesco.org/en/decisions/12.COM/11.B.17> (accessed on 26 January 2022).
- Wong SY, Zhou W, Hua J (2007) CFD modelling of an industrial continuous bread-baking process involving U-movement. *Journal of Food Engineering*, 78(3), 888-896