

# Miglioramento delle proprietà tecnologiche per la cottura al forno della farina di grano



## **Testo estratto e rivisto da:**

*Safonova O.Na., Kholodova E.A.b, Golota V.I. - Dipartimento di prodotti alimentari Processing Technology;*

*Petro Vasilenko Kharkiv, Università Tecnica Nazionale di Agraria, Kharkiv, Ucraina;*

*Dipartimento di prodotti alimentari Processing Technology, Petro Vasilenko Kharkiv Università Tecnica Nazionale a, b di Agricoltura, Kharkiv, Ucraina*

*Laboratorio di Chimica, National Science Center Kharkov Istituto di Fisica e Tecnologia, Kharkov, Ucraina.*

## [Lo studio](#)

Oggetto della nostra ricerca è la cottura al forno della farina di grano.

La concentrazione di ozono utilizzato per il trattamento è stata di circa  $0,1 \text{ g/m}^3$ ; e il tempo di trattamento è variato dai 9 ai 27 minuti. Le proprietà della cottura della farina sono state

valutate sull'eliminazione del glutine dalle mani, su campioni di pane e con l'uso di dispositivi come Alveografo e Farinografo.

L'influenza dell'ozono sulle proprietà del glutine è stata studiata con diversi metodi e tecniche: il metodo "Arakawa e Yonezawa" è stato applicato per stimare la capacità di aggregazione delle proteine del glutine, e la struttura secondaria della proteina è stata studiata mediante spettroscopia IR.

I risultati dell'indagine hanno dimostrato che l'influenza dell'ozono sulle proprietà della farina e sulle proprietà strutturali e meccaniche del pane è sicuramente positiva.

I campioni di pane hanno dimostrato l'espansione del loro volume sia totale che specifico insieme al miglioramento del suo aspetto, la porosità della struttura, .

I risultati del trattamento con ozono sono stati la quantità di glutine umido che è scesa a causa dell'abbassamento della sua capacità di idratazione e aumento della forza intrinseca della farina.

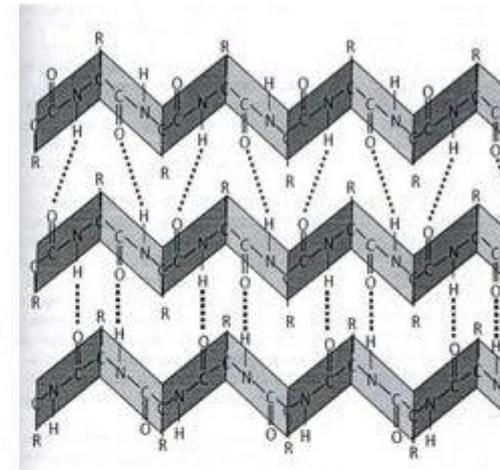
Sono stati osservati anche miglioramenti nella struttura dell'impasto e nelle proprietà meccaniche come un aumento della durata di mescolamento e della stabilità dell'impasto per la lavorazione nell'impastatrice, riduzione della diluizione dell'impasto. È stato osservato come il trattamento della farina con ozono aumenti la capacità di aggregazione delle proteine contenute nella farina.

Con la IR-spettroscopia (infrarossi) si è rilevato che la frazione dei beta-fogli antiparalleli è aumentato rispetto ai campioni di controllo indicando che si verificano cambiamenti conformazionali nelle proteine del glutine e la loro spaziatura diventa più compatta.

# Proteins – basic concepts

## b) $\beta$ -sheet

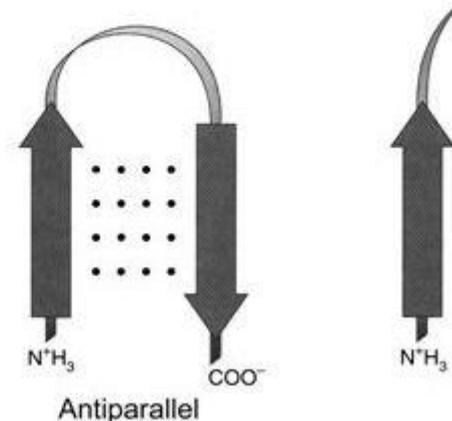
- “Flat sheets” parallel or antiparallel structure
- These sheets are stabilized with regular bonding of C=O with NH (via H-bonds) between  $\beta$ -sheets
  - Antiparallel are more stable due to better alignment of hydrogen bonding atoms
- More stable than  $\alpha$ -helix
- High amount in insoluble (hydrophobic) proteins, but more stable to denaturation



$\beta$ -sheets

## c) Random coils

- Absence of secondary structure (order)
- Irregular random arrangement of a polypeptide chain



Al momento la questione del miglioramento della sicurezza nei panifici mette a dura prova i produttori di prodotti da forno e i consumatori. Il principale aspetto scientifico e pratico degli studi sugli addizionanti ossidanti per il miglioramento “tecnologico” dei prodotti da forno sta nella convalida della loro efficacia e della loro sicurezza alimentare.

Questo studio ha dimostrato che l'ozono può servire come un efficace e moderno agente ossidante nel settore della panificazione; dove la tecnologia con ozono è particolarmente adatta alle esigenze ecologiche e inoltre l'ozono non si accumula nei prodotti finali.

L'ozono deve essere prodotto immediatamente prima della sua utilizzazione, non può essere stoccato e non deve essere attivato; inoltre l'ozono non utilizzato si dissocia velocemente in ossigeno molecolare, in altre parole la trasformazione aria-ozono-ossigeno è una proprietà specifica dell'ozono. L'utilizzo dell'ozono è davvero fondamentale grazie al suo elevato potere di ossidazione.

L'importanza di questo studio deriva dal fatto che gli agenti ossidanti influenzano grandemente sulle proprietà funzionali e tecnologiche del glutine e della farina, questione che è stata oggetto di studi scientifici per molti anni.

Attualmente esistono diverse linee di studio che indicano i meccanismi di azione degli agenti ossidanti sulle proprietà reologiche della pasta di grano; tra questi si può riconoscere l'approccio basato sull'influenza diretta dell'agente ossidante sulle proteine della farina; e l'altro basato sull'influenza indiretta attraverso gli enzimi proteolitici, i loro agenti, e i carboidrati con complessi lipidici.

La linea prevalente è il riconoscimento della formazione del glutine di alta qualità con una maggiore interazione proteina-proteina attraverso interazioni idrofobiche elettrostatiche e legami idrogeno.

Lo studio si basa sulle indagini dell'influenza dell'ozono sulla farina e sulle proprietà biopolimeriche delle proteine.

## Materiali e metodi

- L'indagine è stata interessata con farina di grano tenero con le seguenti proprietà:
  - contenuto di proteine - 10%,
  - umidità - il 14%,
  - contenuto di glutine - il 26%,
  - capacità di idratazione - 205.3%.

Campioni di farina sono stati esposti a trattamento con ozono da 3 a 36 minuti alla concentrazione di ozono da 0.3 a 1g / m<sup>3</sup>.

Per valutare la capacità di idratazione del glutine è stato utilizzato il sistema Glutork – Gluten Index.

Per valutare la qualità del glutine, le misure sono state effettuate in due tempi:

- a 20 minuti di tempo di maturazione dell'impasto;
- a 3 ore di tempo di maturazione dell'impasto.

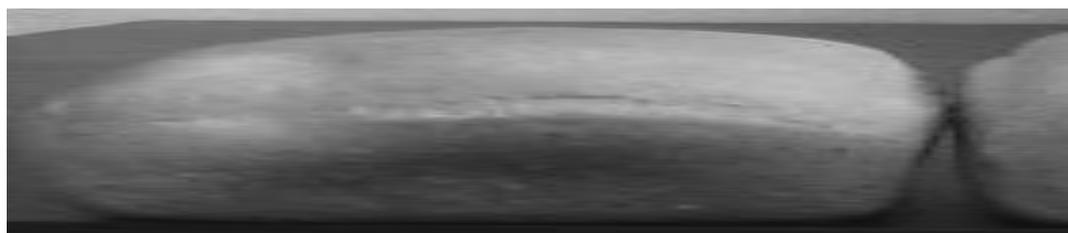
Un Alveograph e un Farinografo sono stati impiegati per analizzare le proprietà meccaniche e strutturali dell'impasto. Per quanto riguarda la capacità di aggregazione delle proteine del glutine sono stati analizzati per 10 min ad una lunghezza d'onda di 350 nm una densità ottica di 0,01% di sospensione di proteine del glutine contenenti un eguale quantità di acido acetico, 0.2 M di agenti fosfati e 0.2 di cloruro di sodio. Il numero di ioni idrogeno legati nell'1% di sospensione di farina-acqua è stata calcolata con un metodo di titolazione potenziometrica. La titolazione è stata eseguita per 0.1N soluzione acquosa di HCl e NaOH con l'uso di un pH-metro con agitatore magnetico.

Le rilevazioni nello spettro IR della proteina del glutine sono state eseguite con l'uso di un analizzatore UR-20 nell'intervallo dei numeri d'onda da 4000 cm<sup>-1</sup> a 400 cm<sup>-1</sup>. Campioni test di glutine sono stati prodotti da pezzi di pane compresso essiccandolo con un liofilizzatore ad alto vuoto. Per valutare il numero dei vari componenti nella struttura secondaria delle proteine e decomporre uno spettro IR è stato utilizzato il software Peakfit v4.12.

## Risultati

Si è rilevato che il trattamento con ozono migliora le proprietà organolettiche della farina, e strutturali e meccaniche delle proprietà della forma di pane (pagnotte).

Il volume specifico si espande, nel pane si sviluppa una struttura e porosità migliore, la mollica è più elastica.



*Vista generale esterna delle pagnotte affettate e intere: - a sx, farina senza alcun trattamento; - a dx, farina trattata con ozono.*

I risultati dello studio condotto mostra l'effetto positivo del trattamento con ozono: si migliora l'impasto fisico e quindi le proprietà strutturali e meccaniche, quali l'elasticità, la durata di miscelazione, la stabilità, ecc

Anche la capacità di assorbire acqua da parte della farina trattata con acqua ozonata è migliorata.

Come risultato del trattamento con ozono, la quantità di glutine umido nel campione è diminuita in confronto con il campione di riferimento (vedi Table 1).

La tabella rappresenta che l'azione ossidante dell'ozono sulla molecola proteica riduce la capacità del glutine di idratarsi.

**Table 1.** Quality coefficient and gluten yield

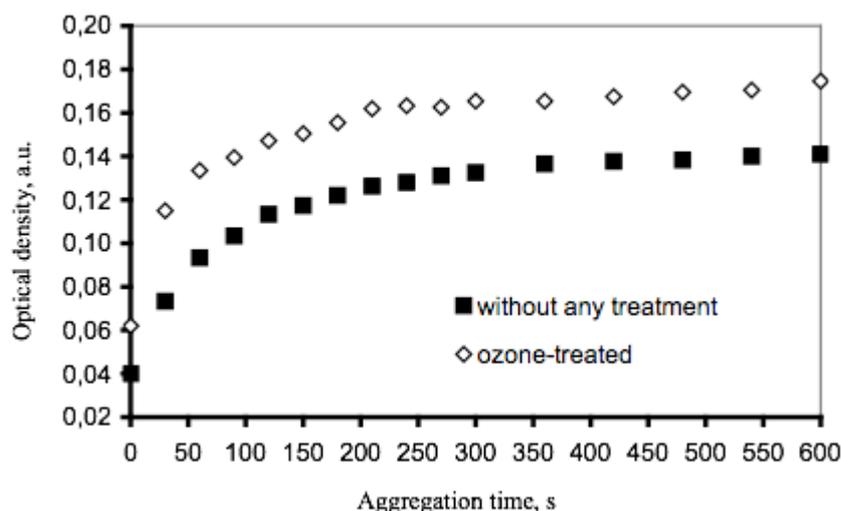
Flour samples	Gluten yield, %		Hydration capability, %
	wet	dry	
	20 minutes of dough store maturation		
Without any treatment	26.0±0.5	8.52±0.17	205.3±4.0
Ozone-treated	24.5±0.5	8.51±0.17	187.8±3.5
	3 hours of dough store maturation		
Without any treatment	25.9±0.7	7.98±0.30	225.20±7.0
Ozone-treated	24.2±0.7	8.17±0.30	196.30±6.5

La base per la formazione del glutine con le sue caratteristiche specifiche sono il processo stesso di aggregazione delle proteine del glutine. Pertanto, diminuendo la capacità delle proteine di aggregarsi si indica un indice significativo per le proprietà **reologiche** della pasta e della qualità del glutine (*reologia = studio delle proprietà della materia deformata per effetto di sollecitazioni*).

Una stima della capacità di aggregazione delle proteine del glutine può essere calcolata con il metodo Arakawa-Yonezawa.

I dati sperimentali presentati nel grafico sottostante illustrano che le proteine della farina trattate con ozono si aggregano più velocemente delle proteine del campione di controllo.

Inoltre, le proteine terminano il loro processo di aggregazione con densità ottiche superiori. Quindi, il trattamento con ozono sulla farina di frumento tenero risultata rafforzare il glutine.



#### *Variazione densità ottica della soluzione proteina del glutine durante l'aggregazione*

È noto che la stabilità aggregativa della soluzione proteica è definita dalla carica ionica della molecola proteica e dalla sua resistenza esterna alla idratazione. Così, la distruzione dell'involucro proteico all'idratazione precede qualsiasi processo di aggregazione proteica.

La capacità di una proteina di conservare il suo involucro dipende dai terminali ionizzati esterni esposti degli aminoacidi e dalla posizione del numero degli idrogeni in un composto di acqua-molecola proteica.

Quando si ha un forte strato di idratazione intorno alla molecola proteica, si ottiene una maggiore stabilità aggregativa della proteina. Se gruppi di proteine ionizzabili e il loro equilibrio vengono modificati, il livello di idratazione è danneggiato e si verifica l'aggregazione proteica.

La carica delle proteine superficiali della molecola può essere cambiata con la regolazione del pH nel mezzo; e i prodotti di reazione dell'ozono sono idrossiacidi che a loro volta producono ioni  $H^+$  in soluzione acquosa alterando il pH.

## Conclusioni

***Le indagini hanno rivelato che il trattamento con ozono della farina di grano tende a:***

- ***migliorare le proprietà elastiche del glutine;***
- ***diminuire la capacità di resistenza alla trazione;***
- ***diminuire l'idratazione a causa della ossidazione dei componenti proteici strutturali;***
- ***diminuire l'attività proteolitica degli enzimi della farina.***

*L'aumento della capacità della farina di aggregarsi è causato dalla riduzione della forza dell'involucro proteico idrato che porta al risultato di strutture proteiche con ordinamento secondario e alla sintesi di energia che beneficia i beta-sheets paralleli e antiparalleli.*

*Si sviluppano proteine con una struttura spaziale più compatta e forte grazie al miglioramento delle proprietà reologiche, strutturali e meccaniche della pasta insieme alla qualità dei prodotti da forno.*

*Nella sperimentazione i risultati mostrano che come il tempo del trattamento con ozono aumenta, il pH dell'impasto acqua e farina e dei campioni di farina varia da 6.19 a 6.02 fino a 5.2.*