



DIPARTIMENTO DI PROTEZIONE E VALORIZZAZIONE AGROALIMENTARE
Sezione di Chimica e Tecnologia degli Alimenti
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BOLOGNA

Via Fanin 46 – 40127 Bologna (Italy)
Uffici: 0512096573 – 0512096575 – 0512096576
Fax 0512096574
Laboratori: 0512096585

in collaborazione con

AGRIFLEX®
stoccaggio e sistemi di dosaggio

Agriflex Srl. Società con unico socio
Via Barsanti, 6/8 47100 FORLÌ (FC) – ITALIA
Tel 0039 0543 796153 Fax 0039 0543 725152
<http://www.agriflex.it> E-mail: info@agriflex.it

Capitale sociale € 535.500,00 i.v.
Cod. Fisc. – P.IVA 01816010407
R.I. Forlì-Cesena n°01816010407

***FERMENTATORE AUTOMATICO AGRIFLEX PER LA PRODUZIONE DI
LIEVITO NATURALE LIQUIDO
NOVITA' PER PRODOTTI DA FORNO PANIFICATI E DI PASTICCERIA***

INTRODUZIONE

In funzione del processo di panificazione, l'agente biologico della fermentazione può essere rappresentato dal comune "lievito di birra", costituito da cellule di *Saccharomyces cerevisiae*, o dall'impasto acido (lievito naturale o lievito acido), in cui sono presenti contemporaneamente lieviti e batteri lattici in numero molto elevato.

Il "lievito di birra" o lievito per panificazione viene prodotto, a livello industriale, coltivando in condizioni strettamente controllate, ceppi selezionati di *Saccharomyces cerevisiae*. Al termine della fermentazione, le cellule di lievito vengono separate dal terreno colturale e trattate in modo da avere un lievito "compresso" (lievito in panetti) o "essiccato" o sottoforma di crema (lievito liquido concentrato).

Attualmente, comunque, i lieviti per prodotti da forno sono gli stessi usati per l'industria della birra; essi sono ancora basati sulle melasse derivanti dalla lavorazione della barbabietola e della canna da zucchero, utilizzate, separatamente o insieme, come substrato per la coltivazione e successivo isolamento delle colture.

La panificazione con lievito di birra è diffusa soprattutto nei Paesi in cui il pane è prodotto in impianti di tipo industriale come per esempio la Gran Bretagna dove il 78% della produzione ha luogo in grandi panetterie.

La funzione principale del lievito di birra è quella di produrre, a partire dai carboidrati fermentescibili contenuti nella farina, il gas (CO₂) necessario alla lievitazione dell'impasto, contribuendo allo sviluppo di quest'ultimo e all'aroma del prodotto. Mentre i principali monosaccaridi presenti nella farina come glucosio (presente nella percentuale di 0.03-0.10%) e fruttosio (presente nella percentuale di 0-0.08%) possono essere direttamente fermentati da *S. cerevisiae*, l'utilizzo dei disaccaridi, come maltosio e saccarosio, dipende dalla capacità dei lieviti di produrre enzimi in grado di convertirli in monosaccaridi. Infatti, il saccarosio viene convertito dall'enzima invertasi in glucosio e fruttosio, mentre il maltosio per poter essere disponibile, necessita prima di un enzima maltopermeasi (per superare la membrana plasmatica del lievito) e di una maltasi (α -glucosidasi) per poter essere finalmente idrolizzato in due molecole di glucosio.

L'impasto acido è invece usato per produrre un'elevata gamma di prodotti da forno, inclusi diversi tipi di pane di segale e grano, lievitati dolci come panettone, Pandoro, Colomba e brioches. Attualmente gran parte del pane prodotto a livello artigianale in Italia (30%) e in altri Paesi europei è ottenuto mediante l'uso d'impasti acidi.

L'impasto acido che corrisponde al termine inglese "sourdough", al francese "levain" al tedesco "sauerteig" e allo spagnolo "masa madre" può essere definito come un impasto formato da farina, acqua ed eventualmente sale che viene lasciato fermentare spontaneamente, senza l'intervento di microrganismi volontariamente aggiunti alla miscela. Dopo una serie successiva di "rinfreschi" che consistono nell'incorporazione di farina ed acqua, ad ognuno dei quali segue un periodo più o meno lungo di fermentazione, l'impasto acquista una capacità lievitante e acidificante costante, grazie allo sviluppo di lieviti e batteri lattici, inizialmente presenti nella farina o derivanti dall'ambiente esterno o da altri eventuali ingredienti (crusca, frutta, ecc.). In un impasto acido pronto ad essere impiegato come starter ("madre" o "capolievito"), i batteri lattici sono presenti in numero variabile tra 100 milioni e un miliardo d'unità formanti colonia per grammo (UFC/g) d'impasto, mentre i lieviti vanno da 100.000 a 10 milioni UFC/g d'impasto.

Al termine d'ogni "rinfresco", una porzione dell'impasto acido ("madre") viene utilizzata come starter per la produzione, mentre parte viene conservata per la lavorazione successiva.

Il tipo di prodotto che si ottiene si differenzia dal pane ottenuto con "lievito di birra" per una maggiore acidità (valori di pH di ca. 4.0-4.5 rispetto a pH 5.6-5.8) e un profilo aromatico più complesso.

Specificamente i lattobacilli dell'impasto acido appartengono a tre classi caratterizzate sia dall'utilizzo di differenti tipi di carboidrati che dalla produzione di diversi metaboliti:

- 1) omofermentanti obbligati (per esempio, *Lb. farciminus*), che fermentano esclusivamente esosi (zuccheri a 6 atomi di carbonio) producendo acido lattico;
- 2) eterofermentanti obbligati (per esempio *Lb. sanfranciscensis*, *Lb. brevis*, *Lb. fermentum* ed *Lb. fructivorans*) che fermentano sia esosi che pentosi (zuccheri a 5 atomi di carbonio) con produzione d'acido lattico, etanolo (o acido acetico) e CO₂ (assente in presenza di pentosi) in quantità equimolari;
- 3) eterofermentanti facoltativi (per esempio *Lb. plantarum* e *Lb. alimentarius*) che fermentano esosi, pentosi e spesso il gluconato.

I batteri lattici dell'impasto acido convivono con diverse specie di lieviti tra cui risultano predominanti: *S. cerevisiae*, *S. exiguus*, *Candida milleri*, *Candida holmi* e *Candida krusei*.

Ad eccezione dell'attività lievitante, attribuita soprattutto ai lieviti spontaneamente selezionati nell'impasto acido o al "lievito di birra" aggiunto al lievito "madre" per abbreviare i tempi di fermentazione, in alcuni processi produttivi molte delle funzioni che l'impasto acido ricopre in panificazione sono attribuibili ai batteri lattici. Queste funzioni sono riferibili direttamente all'acidificazione dell'impasto, alla produzione di composti responsabili del sapore e al contributo della conservabilità delle caratteristiche microbiologiche e chimico-fisiche. In via generale tali funzioni possono essere così schematizzate:

- ◆ azione lievitante dei lieviti ed in minor misura dei batteri lattici eterofermentanti
- ◆ controllo e inibizione della microflora contaminante e deteriorante
- ◆ modificazione dei componenti della farina (per esempio, α -amilasi)
- ◆ sviluppo di composti dell'aroma, come acido lattico, acetico e altri prodotti della fermentazione
- ◆ allungamento del tempo di preservazione dalle muffe; prevenzione dello sviluppo di *Bacillus subtilis*, agente del difetto della "pasta filante"
- ◆ miglioramento del valore nutritivo del prodotto finito in seguito alla maggiore biodisponibilità minerale conseguente alla degradazione del fitato. Il lievito naturale liquido (LNL), in virtù della sua acidità favorisce infatti l'azione delle fitasi che distruggono l'acido fitico presente nelle farine liberando i minerali. Il pane integrale, sia esso di frumento o di segale, presenta un elevato interesse nutrizionale solamente se lievitato naturalmente
- ◆ caratterizzazione del prodotto con un'immagine naturale

L'utilizzo degli impasti acidi trova la migliore soluzione tecnologica nei metodi indiretti di panificazione. Fanno parte di tali metodi quei sistemi che prevedono una prefermentazione

dell'impasto. Tale tecnica prevede l'impastamento di una parte d'ingredienti con una quota di lievito, a cui segue una prima fermentazione e la successiva addizione dei restanti ingredienti per formare l'impasto finale.

I diversi tipi di prefermento in uso oggi possono essere suddivisi in tre categorie:

- ♦ prefermento solido: ha una consistenza solida simile a quella dei normali impasti ed un rapporto tra farina/acqua di 70/50, anche definito sistema 'Sponge';
- ♦ prefermento liquido: ha una consistenza liquida che ne permette il trasporto con un sistema di pompe e tubi. Il rapporto tra farina ed acqua varia da 25/60 a 60/50, anche definito sistema 'Sponge liquido';
- ♦ Brews: ha una consistenza simile a quella dell' acqua ed un rapporto farina ed acqua che varia tra 0/50 e 10/50. Il prefermento liquido contiene lievito, acqua, sali inorganici ed una quantità di farina che può giungere fino al 70% di quella totale.

Acqua e farina sono miscelati in un tank di dispersione, mentre gli altri ingredienti vengono disciolti in un altro serbatoio. Quando le soluzioni sono pronte vengono unite e pompate in due o più cisterne di fermentazione dove permangono per il tempo richiesto. Il prodotto è mantenuto in lenta ma continua agitazione per impedire un'eventuale formazione di schiuma. La temperatura di fermentazione è di 23- 31 °C ed aumenta di circa 2-5 °C durante il processo.

Al termine della fermentazione l'impasto è pompato attraverso uno scambiatore di calore che ne riduce la temperatura fino a portarla a 7 °C circa e successivamente viene conservato in un serbatoio refrigerato.

La quantità e qualità dell' impasto acido dipende principalmente da ciò che accade nel primo fermentatore: l'impasto fermentato, che fuoriesce dal serbatoio, è diviso in due: una parte, addizionata d'acqua e farina, ritorna all'interno del fermentatore; l'altra, che rappresenta il prodotto del primo stadio di fermentazione, è immessa nella parte successiva dell' impianto.

Negli impianti continui, per mantenere una produzione costante è necessario che il gradiente di cellule di batteri lattici tra l'entrata e l'uscita del fermentatore rimanga costante nel tempo: ciò è legato ad una distribuzione omogenea degli ingredienti, al tempo di permanenza dell' impasto nel fermentatore e al tempo di generazione (o duplicazione) dei microrganismi. Inoltre è importante che l'acidità dell' impasto sia maggiore all'uscita del fermentatore e ciò dipende dalla entità e dal tipo di metabolismo dei batteri lattici presenti.

DESCRIZIONE DEL FERMENTATORE

La lavorazione eseguita secondo tradizione è abbastanza laboriosa e delicata, nonostante ciò alcuni panificatori hanno mantenuto la tradizione ed hanno continuato a produrre pane e derivati con lievito naturale.

Tuttavia, l'esperienza, l'abilità e l'arte del panettiere, spesso non sono sufficienti a garantire la stabilità e l'efficacia del lievito naturale, in quanto l'equilibrio biologico soffre sovente di una certa fragilità. Lo scopo del LNL, il semilavorato ottenuto dal fermentatore, è quello di permettere la preparazione del lievito naturale senza la mano esperta del panettiere grazie all'utilizzo del FERMENTATORE AUTOMATICO che in maniera semplice ed affidabile, tramite l'automazione, consente il conseguimento di un sicuro risultato.

In particolare, gli impianti per la produzione di lievito naturale liquido, a servizio di linee di produzione industriale, completamente automatizzati sono dimensionati per soddisfare i bisogni delle varie realtà produttive. Le macchine standard nei modelli 120-300-500 litri programmabili con cicli automatici sono orientate verso i panificatori di media dimensione. I fermentatori AGRIFLEX, in virtù del loro funzionamento automatico garantiscono uniformità d'areazione tramite elettro agitatori tipo cowless e/o a corpi raschianti, i quali consentono un'omogenea miscelazione del lievito nelle varie fasi del lavoro a tempi programmati.

La durata dei cicli del fermentatore è una funzione del pH e della temperatura; quindi si possono impostare cicli composti di più fasi in sequenza programmando il pH e la temperatura delle singole fasi.

Le fasi di riproduzione e conservazione sono costantemente monitorate da una sonda di rilevamento temperatura e pH, che garantisce la linearità del processo.

La fase di conservazione refrigerata è assicurata da un gruppo frigo ad espansione diretta e da un serbatoio trap-col d'ampia superficie di scambio termico, che garantisce il celere abbattimento della temperatura del lievito pronto all'uso.

La costruzione d'acciaio inox AISI 304 con elevato grado di finitura, le valvole di prelievo e di scarico totale, nonché la doccia di lavaggio elettrocomandata, contribuiscono a mantenere un elevato livello igienico.

I cicli di preparazione si svolgono automaticamente e non richiedono manipolazioni. Il rinfresco del lievito è ripetuto sempre con aggiunta d'acqua e farina rispettando le proporzioni sopra indicate.

Le caratteristiche fisico chimiche e biologiche di un lievito naturale liquido sono:

- Residuo secco 44 % circa;
- pH compreso fra 4.0 e 4.6;
- Densità apparente circa 1.1;
- Consistenza cremosa adatta al dosaggio automatico.

Batteri principalmente presenti: lattici omofermentati ed eterofermentati produttori di precursori del sapore come peptidi e aminoacidi che durante la cottura sono in grado di produrre meravigliosi sapori e odori.

Lieviti appartenenti al genere *Saccharomyces* e *Candida* in grado di produrre composti aromatici costituiti in generale da alcoli superiori, chetoni, aldeidi ed esteri

DISCUSSIONE DEI DATI

Come si è potuto verificare, la popolazione microbica presente nella madre acida è caratterizzata da un elevato carico di lieviti e da batteri lattici. Il pH di 4.25, il cui valore viene programmato all'inizio del processo, determina il tempo necessario al compimento del ciclo. L'elevata vitalità (intesa come numero di cellule rilevate) dei lieviti selezionati nella madre, evidenzia le caratteristiche peculiari di tale popolazione che si è ben adattata alle condizioni dell'*ecosistema* impasto. [*omissis*]

E' stato osservato che la diminuzione del pH, il parametro che determina i tempi di fermentazione, è immediata e lineare nel tempo. Ciò evidenzia un'elevata capacità di degradare il substrato da parte della popolazione microbica presente nella madre, senza la necessità di periodi iniziali di latenza (o adattamento). Tale caratteristica rende il processo molto efficiente.

L'aumento della flora lattica fino a livelli di 5.1 log UFC/g è strettamente correlato alla diminuzione del pH, a conferma del fatto che l'origine dell'acidificazione è la flora microbica derivante dalla madre acida. Con la diminuzione del pH dovuta alla fermentazione, i lieviti, grazie alla loro elevata capacità d'adattamento, incrementano, il loro carico (numero delle cellule) che si stabilizza attorno ai 7.4 log UFC per grammo di LNL. In seguito, è stata valutata l'influenza dell'età del LNL, prelevato durante il rinnovo, sulle caratteristiche tecnologiche e organolettiche di un impasto standard fermentato. In tale impasto l'unico agente di fermentazione era costituito dal LNL, nella proporzione del 35% rispetto al peso totale dell'impasto.

A fine fermentazione (6 ore a 28°C) sono stati valutati il numero di cellule dei lieviti e dei batteri lattici, il pH, l'incremento percentuale di volume, d'acidi organici e la disponibilità residua di zuccheri in impasti ottenuti da LNL prelevato a vari tempi di rinnovo. Dal confronto di tali dati, si evidenziano alcune differenze tra le performances ottenute negli impasti dai diversi semilavorati

prelevati dopo 1, 2, 4 e 4.5 ore di fermentazione. Per i lieviti è evidente che, all'aumentare del tempo di rinnovo, si ha un incremento della loro popolazione a fine fermentazione dell'impasto.

Diversamente, l'andamento dell'incremento percentuale di volume presenta due valori massimi in corrispondenza di 2 e 4.5 ore di fermentazione del LNL. Premesso che il metodo adottato per la misura del volume ha valore comparativo e non assoluto, esso sembra suggerire una correlazione tra il suo incremento e la moltiplicazione del numero di cellule di lieviti che avviene tra la prima e la seconda ora del ciclo di rinnovo del LNL. Infatti, è stato osservato che in tale periodo vi è l'incremento di carico microbico più significativo dell'intero ciclo (si passa da 7.24 a 7.40 log UFC/g) che poi si stabilizza su tali livelli. Ciò indurrebbe a pensare che le performances d'aumento del volume raggiunte dipendano, non solo dal numero di cellule di lieviti presenti nell'impasto, ma anche dal loro stato fisiologico. Infatti, il LNL prelevato a 2 ore di rinnovo, è caratterizzato, presumibilmente, da cellule in fase di crescita esponenziale. I microrganismi, in questo stadio, sono generalmente caratterizzati dalla maggior produzione d'enzimi; quando la popolazione di lieviti si trova in tale condizione è in grado, di demolire il substrato con maggiore efficacia e quindi di produrre CO₂ in maggior quantità.

Per quanto riguarda i batteri lattici, risulta una stretta correlazione tra carico e pH raggiunti a fine fermentazione, anche se, nel LNL prelevato a 3, 4, 4.5 ore essi sembrano avere dei carichi, a fine fermentazione, che non giustificano l'abbassamento di pH rilevato. Questo dato sembra essere più correlato al numero di cellule di batteri lattici presenti nel LNL, analogamente a quanto avviene nei lieviti; infatti, tra le 3 e le 3.5 ore di rinnovo, essi presentano un incremento superiore a 0.1 unità logaritmiche.

Sugli impasti fermentati sono stati valutati anche gli acidi organici (acido citrico, lattico, acetico) allo scopo di individuare l'influenza dell'età del LNL sulle qualità organolettiche dell'impasto fermentato. E' risultato evidente che l'età del LNL influenza positivamente l'incremento d'acido lattico prodotto a fine fermentazione (da 2.48 passa a 3.8 mg/g), mentre è inversamente correlato alla produzione d'acido acetico. Questi due metabolici della fermentazione lattica, rappresentano i principali responsabili delle caratteristiche organolettiche dei prodotti da forno ottenuti da impasti acidi. Il rapporto molare tra lattico ed acetico (quoziente fermentativo – QF) caratterizza, infatti, il profilo organolettico dei prodotti identificandone le peculiarità. Dai dati riportati è evidente che all'aumentare dell'età del rinnovo c'è un incremento nella produzione d'acido lattico e, viceversa, una diminuzione nella produzione d'acido acetico. Tale considerazione induce a pensare che, a seconda del tipo di LNL si configurano tipologie di prodotti dai tratti organolettici completamente diversi. Se consideriamo, infatti, il QF esso va da 0.37 nell'impasto fermentato con LNL di 1 ora a 2.74 derivante da LNL di 4.5 ore. Quest'elevato range offre ampie potenzialità di differenziare le

caratteristiche organolettiche del prodotto finito. Si può quindi affermare che è possibile modulare il profilo organolettico utilizzando semilavorati di diversa età; occorre però sottolineare che l'incremento percentuale di volume presenta, come descritto sopra, due picchi a 2 e a 4.5 ore. A parità di capacità fermentativa dei lieviti presenti nell'impasto, si possono identificare, verosimilmente, due tipologie di prodotto finito: uno che deriva da un LNL fermentato per 2 ore avente QF 0.67 e uno derivante da un LNL di 4.5 ore avente QF di 2.74.

Per entrambe le tipologie di prodotto la concentrazione di zuccheri residui, che risulta dal bilancio tra rilascio in seguito alle degradazioni enzimatiche e consumo ad opera della microflora presente, appare equivalente. [*omissis*]

Infine, è stata condotta una prova preliminare sul LNL stoccato a -18°C allo scopo di valutare le performance ottenibili nel suo utilizzo come agente di fermentazione. [*omissis*]

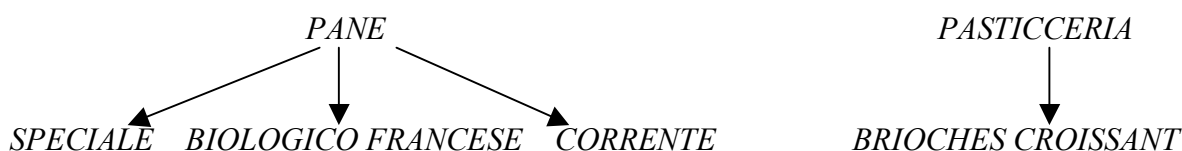
In questo caso è stato evidenziato che già dopo 7 giorni di stoccaggio le performances ottenibili nell'impasto fermentato erano significativamente minori in termini di incremento del volume e di produzione di acidi organici. Comunque, se il LNL congelato per 30 giorni viene rinnovato, a cicli ripetuti o tramite un unico ciclo continuo, fino a raggiungere il pH di riferimento, le performance tecnologiche ed organolettiche ottenibili sul prodotto fermentato appaiono del tutto comparabili a quelle del prodotto fresco.

CONCLUSIONI

In conclusione si possono evidenziare gli aspetti peculiari di tale processo-prodotto:

- ♦ E' possibile modulare, a parità di capacità lievitante, le caratteristiche tecnologiche ed organolettiche del prodotto della panificazione utilizzando semilavorati prelevati a vari tempi di rinnovo. Si possono così ottenere prodotti aventi specifici profili organolettici di elevata qualità.
- ♦ La refrigerazione giornaliera del LNL attualmente utilizzato permette l'ottenimento di performances, in impasti fermentati 6 ore a 28°C, confrontabili con quelle del LNL fresco.

INDICAZIONI PRATICHE CONCLUSIVE SULL'UTILIZZO DEL LIEVITO NAURALE LIQUIDO:



QUANTITA' VARIABILI DA 250 A 400 g PER kg DI FARINA

VANTAGGI

- Maggiore idratazione ed elasticità degli impasti;
- Riduzione del tempo d'impasto;
- Eliminazione e/o riduzione dei coadiuvanti tecnologici;
- Eliminazione della biga;
- Migliore sofficità e shelf-life (azione anti-staling);
- Resistenza alle muffe e ai batteri filanti
- Esaltazione del sapore e dell'aroma;
- Struttura regolare e crosta sottile;
- Abbattimento dell'acido fitico presente nel pane integrale sia di frumento, sia di segale;
- Recupero d'efficienza (minor impegno di mano d'opera);
- Gratificante prospettiva commerciale derivante da prodotti qualitativamente differenziati e realizzati in maniera naturale

Bologna, 24-03-2003

Prof. M. Elisabetta Guerzoni
(Responsabile della Sezione di Chimica e Tecnologia degli alimenti del DIPROVAL)

****Alcune immagini e dati non sono stati riportati od omessi per motivi di riservatezza****