

**LESAFFRE**

Lievito e soluzioni per la panificazione

LA MICROBIOLOGIA DEI LIEVITI MADRE

A livello mondiale sono state individuate molteplici tipologie (all'incirca un centinaio) di batteri lattici e lieviti propri dei lieviti madre. Tuttavia, solo combinazioni specifiche di alcune di queste sono rintracciabili in un dato lievito madre, risultato dell'insieme degli ingredienti usati (microbiota nativo, tipo di farina, zuccheri presenti) e delle condizioni di processo applicate dall'utilizzatore (temperatura, frequenza dei rinfreschi, idratazione, ecc.). Le attività metaboliche delle diverse specie presenti vertono alla sintesi di composti che determinano l'acidità, la forza fermentativa, il profilo aromatico, la struttura e persino la conservazione dei prodotti a base di lievito madre. Ogni lievito madre ha il proprio microbiota con le relative funzionalità specifiche. Per ottenere le proprietà desiderate e garantire la qualità finale del prodotto, è pertanto fondamentale facilitare lo sviluppo del microbiota del lievito madre inoculandolo con ceppi stabili selezionati adattati allo scopo, controllando al tempo stesso i parametri di fermentazione che ne aiutano lo sviluppo.

Il lievito madre è presente da migliaia di anni nel mondo della panificazione: le tecniche per produrlo si sono evolute divenendo sempre più complesse e più specializzate nel corso dei secoli. La nostra comprensione dei meccanismi biologici attivi negli impasti fermentati di farina e acqua è molto più recente. Solo nel XIX secolo si è giunti a comprendere che i microrganismi monocellulari noti come batteri e lieviti sono responsabili delle reazioni che avvengono nel lievito madre. Due secoli dopo la comunità scientifica ha generato un volume considerevole di dati e testi per studiare e comprendere i complessi ecosistemi microbici e le produzioni metaboliche responsabili delle funzionalità del lievito madre. Queste conoscenze sono fondamentali per una efficace gestione delle dinamiche microbiche attive all'interno del lievito madre. Questo articolo si concentra sui fermenti vivi che consentono al lievito madre di esprimere tutto il suo potenziale.

IL SISTEMA MICROBICO COMPLESSO
CHE È IL LIEVITO MADRE
pag. 2

ORIGINE DELLA VARIABILITÀ MICROBICA
DEL LIEVITO MADRE
pag. 4

I LIEVITI MADRE: UN MICROBIOTA
ALL'ORIGINE DELLE SINERGIE
pag. 5

1. IL SISTEMA MICROBICO COMPLESSO CHE È IL LIEVITO MADRE

Il lievito madre è un ecosistema di microrganismi diversi responsabili dei processi fermentativi che avvengono al suo interno. I microrganismi monocellulari in questione appartengono a due grandi domini di organismi viventi: i batteri (procarioti) e i lieviti (gli eucarioti monocellulari del regno biologico dei funghi). Le molecole prodotte dal loro metabolismo determinano non solo il gusto e gli aromi tipici dei prodotti a base di lievito madre, ma anche la struttura del prodotto, una maggiore conservabilità e diverse proprietà nutrizionali.

1.1 Sviluppo dell'ecosistema microbico del lievito madre

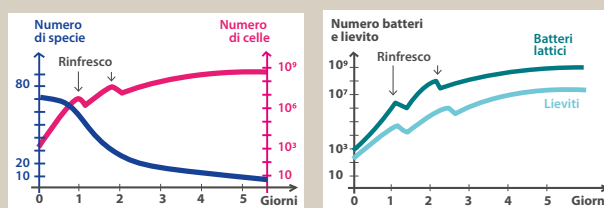
Il lievito madre si sviluppa da una miscela di farina ed acqua in cui ha inizio una fermentazione a seguito della presenza attiva di batteri e lieviti. Generalmente, nel lievito madre preparato in modo artigianale, questi microrganismi sono già presenti negli ingredienti usati e/o nell'ambiente (attrezzature, aria, ecc.) in cui viene prodotto il lievito madre (Lhomme et al., 2016). Il microbiota presente inizialmente all'interno di questa miscela contiene dozzine di specie diverse. Tuttavia, solo alcune specie di microrganismi saranno ancora presenti dopo i primi rinfreschi (Figura 1): una o due specie di lieviti e da una a quattro specie differenti di batteri lattici.

L'ecosistema ultimo che forma il lievito madre è il risultato di una selezione graduale dei microrganismi meglio adattati alle nuove condizioni, che si stabilizza in seguito a rinfreschi costanti. In altre parole, il profilo microbiologico del lievito madre che ne risulta è dovuto alle condizioni in cui viene sviluppato.

Nella formazione dell'ecosistema di un lievito madre sono state identificate tre fasi specifiche: la prima è caratterizzata dalla presenza di lieviti e batteri lattici generici, la seconda da batteri lattici e lieviti

tipici del lievito madre ed infine la terza da batteri lattici e lieviti adattati specificatamente alle condizioni locali ed ai substrati presenti costituendo il nuovo lievito madre. In genere, un lievito madre preparato da un panificatore è ritenuto essere stabile in termini di composizione e popolazione delle specie dopo circa una dozzina di rinfreschi effettuati in modo regolare (Van Kerrebroeck *et al.*, 2017). Il lievito madre può essere creato anche a partire da inoculo di gruppi di microrganismi noti come fermenti, generalmente composti da lieviti e specie di batteri selezionati. Il criterio di selezione è inizialmente e principalmente determinato dalla classificazione di sicurezza del microrganismo (*ad es.* status "GRAS" vale a dire "Riconosciuto in generale come sicuro/Generally recognized as safe" come definito dalle Autorità Sanitarie americane), in termini assoluti e relativi al contesto specifico dell'uso previsto.

FIGURA 1. SVILUPPO DELL'ECOSISTEMA DI BATTERI/LIEVITI DEL LIEVITO MADRE



Solo alcune specie di batteri e lievito si stabiliscono nell'ecosistema del lievito madre. Il rapporto tra le cellule dei batteri e quelle del lievito è di 10 a 100.
Fonte: Adattato da Onno and Ragot, 1998; Ganzle, 2006

I microorganismi usati nei fermenti vengono scelti in secondo luogo per la capacità di divenire colonia dominante del microbiota della farina, cioè di essere in grado di proliferare sulle altre specie presenti in fase iniziale. Vengono inoltre combinati in modo da creare delle associazioni simbiotiche tali da massimizzare il potenziale delle diverse specie presenti. A titolo d'esempio, le due molecole di glucosio risultanti dall'idrolisi del maltosio mediante il *Lactobacillus brevis* possono essere usate dal *Saccharomyces cerevisiae* var. *chevalieri*. Infine, anche i metaboliti prodotti dai batteri e dai lieviti sono importanti criteri di scelta dei ceppi d'inoculazione del lievito madre: questi composti determinano molte delle caratteristiche dei prodotti a base di lievito madre (gusto, aroma, struttura, conservazione, proprietà nutrizionali, ecc.).

L'inoculazione dell'impasto con fermenti di questo genere permette di controllare la composizione del microbiota del lievito madre, conseguendo due importanti vantaggi:

- Ottenimento di risultati riproducibili, sia dal punto di vista qualitativo che nel mantenimento delle caratteristiche organolettiche caratterizzanti quel determinato ecosistema.
- Maggiore sicurezza microbiologica, in quanto i ceppi dominanti presenti non costituiscono un rischio per i consumatori ma sono una efficace barriera alla proliferazione di colonie indesiderate.

1.2 Rapporto batteri-lieviti

I lieviti madre sono da tempo e tutt'ora un importante esempio per lo studio delle composizioni microbiche simbiotiche. Uno studio recente ha documentato il numero di specie batteriche e di lieviti riscontrato nella campionatura di 583 lieviti madre presi in esame dall'analisi (Van Kerrebroeck *et al.*, 2017): mediamente un lievito madre conteneva una media di 2 specie batteriche e 1,3 specie di lieviti. Questo equilibrio comprova la co-fermentazione che avviene tra i batteri e i lieviti nello stesso substrato cereale.

Oltre a dominare l'ecosistema in termini di varietà presenti, i batteri sono molto più numerosi dei lieviti in termini di numero di cellule. La densità media dei batteri nel lievito madre è stata stimata in $10^{8.5}$ cellule/g mentre quella dei lieviti in $10^{6.5}$ cellule/g. Pur essendo i batteri superiori

in termini numerici, il rapporto batteri-lieviti varia a seconda del tipo di lievito madre preso in esame. In generale, il rapporto tra il numero di cellule batteriche e quello dei lieviti è di circa 100 a 10 (Arora *et al.*, 2021).

1.3 Diversità delle specie esaminate

Le diverse specie di batteri e lieviti utili riscontrati nel lievito madre appartengono a categorie tassonomiche differenti. La maggior parte dei batteri appartengono al genere *Lactobacillus*, ma si riscontra pure una maggioranza di specie batteriche appartenenti ai generi *Leuconostoc* e *Weissella*. La grande maggioranza dei lieviti appartengono invece a diversi generi della famiglia delle Saccharomycetaceae (generi *Saccharomyces*, *Kazachstania*, *Pichia*, *Candida*, ecc.) (Tabella 1).

1.3.1. I batteri del lievito madre

I batteri del lievito madre sono denominati generalmente "batteri lattici", termine che comprende svariate famiglie di batteri che, come implica il nome stesso, producono prevalentemente acido lattico (Huys *et al.*, 2013). Alcune specie sono inoltre capaci di produrre acido acetico (in presenza di determinate condizioni). Queste specie vengono denominate eterofermentative in contrapposizione ai batteri omofermentativi che producono solo acido lattico.

Numerose specie di batteri lattici sono state isolate dai lieviti madre (Arora *et al.*, 2021). Nella loro meta-analisi, Van Kerrebroeck *et al.* (2017) hanno identificato le specie batteriche che si trovano più comunemente nei lieviti madre: *Lactobacillus sanfranciscensis*, presente nel 47% dei lieviti madre, *Lactobacillus plantarum* (43%), *Lactobacillus brevis* (17%), *Pediococcus pentosaceus* (14%), *Lactobacillus paralimentarius* (13%) e *Lactobacillus fermentum* (12%).

1.3.2. I lieviti per il lievito madre

Nei lieviti madre sono state riscontrate anche numerose specie di lieviti (Arora *et al.*, 2021). La *Saccharomyces cerevisiae* è la specie più comune, presente nel 68% dei lieviti madre (Van Kerrebroeck *et al.*, 2017), seguita da *Candida humilis* (20%) (riclassificata di recente sotto il genere *Kazachstania*), poi da *Pichia kudriavzevii* (6%), *Torulaspota delbrueckii* (6%), *Wickerhamomyces anomalus* (6%) e da *Candida glabrata* (4%).

TABELLA 1. CLASSIFICAZIONE DELLE SPECIE DI BATTERI E LIEVITI NEL LIEVITO MADRE, CON ESEMPLI.

| REGNO | BATTERI | | | | FUNGHI | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------------------------|---------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|------------------|------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| DIVISIONE | Firmicutes | | | | Ascomycota | | | | | | | | | | | | | | |
| CLASSE | Bacilli | | | | Saccharomycetes | | | | | | | | | | | | | | |
| ORDINE | Lactobacilales | | | | Saccharomycetales | | | | | | | | | | | | | | |
| FAMIGLIA | Lactobacillaceae | | Leuconostocaceae | | Saccharomycetaceae | | | | | Wickerhamomycetaceae | | | | | | | | | |
| GENERE | <i>Lactobacillus</i> | | <i>Pediococcus</i> | <i>Leuconostoc</i> | <i>Weissella</i> | <i>Saccharomyces</i> | <i>Kazachstania</i> | <i>Pichia</i> | <i>Torulaspota</i> | <i>Candida</i> | <i>Wickerhamomyces</i> | | | | | | | | |
| SPECIE | <i>L. sanfranciscensis</i> | <i>L. plantarum</i> | <i>L. brevis</i> | <i>L. paraalimentarius</i> | <i>L. fermentum</i> | <i>L. alimentarius</i> | <i>P. pentosaceus</i> | <i>L. citreum</i> | <i>L. mesenteroides</i> | <i>W. cibaria</i> | <i>W. confusa</i> | <i>S. cerevisiae</i> | <i>S. bayanus</i> | <i>Candida humilis</i> * | <i>K. exigua</i> | <i>P. kudriavzevii</i> | <i>T. delbrueckii</i> | <i>C. glabrata</i> | <i>W. anomalus</i> |

IL PROTOCOLLO DI NAGOYA REGOLA LA RACCOLTA DEI CEPPI DI MICROORGANISMI

I microorganismi quali i batteri e lieviti rappresentano una risorsa genetica particolarmente ricca nel mondo degli organismi viventi, sebbene si pensi che sia noto attualmente solo il 10% delle specie. Il loro impiego nel settore alimentare, ad esempio, è regolato dal Protocollo internazionale di Nagoya, entrato in vigore nel 2014, che regola l'accesso alle risorse genetiche e la equa e giusta condivisione dei benefici risultanti dal loro impiego. Pertanto, l'uso di un ceppo prelevato da un territorio che ha aderito al Protocollo necessita del preventivo consenso del territorio in questione, e la definizione di condizioni che ne regolano l'utilizzo e la condivisione dei benefici a condizioni pattuite di comune accordo.

2. ORIGINE DELLA VARIABILITÀ MICROBICA DEL LIEVITO MADRE

Le specificità regionali evocate per i lieviti madre provenienti da diverse parti del mondo riflettono con molta probabilità i diversi tipi di cereali impiegati e le diverse pratiche di preparazione del lievito madre (temperatura, tempo di fermentazione, frequenza dei rinfreschi, ecc.) piuttosto che una reale tipicità nel microbiota locale (Van Kerrebroeck *et al.*, 2017).

2.1. Il ruolo delle materie prime

La composizione della farina (tipo di cereale e livelli dei diversi zuccheri presenti, fibre, proteine, enzimi, percentuale delle ceneri, ecc.) è il fattore che determina la formazione di nicchie ecologiche tipiche: i composti presenti favoriscono la selezione dei determinati microorganismi favorendone il metabolismo. I nutrienti che compongono la farina sono di fatto dei substrati adattati in misura diversa al metabolismo dei differenti ceppi di batteri e lieviti. Gli enzimi presenti nella farina (sia naturali sia aggiunti) quali le amilasi e le proteasi, contribuiscono ad incrementare la disponibilità di determinati nutrienti (zuccheri semplici e aminoacidi). Un ruolo importante lo riveste anche la percentuale delle ceneri presenti nella farina, che indica il contenuto di crusca e quindi il relativo contenuto minerale: i minerali presenti hanno un effetto tampone sul pH, che determina la possibilità di avere una maggiore produzione di acidi organici da parte dei microorganismi presenti, senza forte riduzione del pH e quindi senza forti condizioni di stress per i microorganismi stessi. Questo fenomeno è prevalente nei lieviti madre a base di segale, dato che la segale è una farina ricca di crusca che necessita di una acidificazione accentuata per il processo di panificazione.

In aggiunta alla composizione nutrizionale, la scelta della farina può influenzare in misura considerevole la diversità microbica del lievito madre, proprio a causa dei microorganismi ambientali presenti che possono divenire dominanti. Anche le condizioni stesse di panificazione possono

contribuire alla formazione del microbiota del lievito madre, svolgendo un ruolo in alcuni casi, più importante di quello del microbiota iniziale della farina (Lhomme *et al.*, 2016).

2.2 Il ruolo dei parametri di preparazione del lievito madre

2.2.1. Frequenza e temperatura dei rinfreschi

La frequenza e la temperatura dei rinfreschi svolgono un ruolo fondamentale nella selezione delle specie presenti nel lievito madre. Questi parametri riflettono pure le tecniche estremamente variegata di lavorazione del lievito madre in tutto il mondo (Corsetti, 2013). È stato dimostrato, ad esempio, che i lieviti madre di frumento mantenuti ad una temperatura di 30 o 37°C e rinfrescati ogni giorno erano dominati da *Lactobacillus plantarum* e *L. fermentum*, mentre queste stesse specie erano completamente assenti dai lieviti madre mantenuti a 23°C e rinfrescati ogni 48 ore (Vrancken *et al.*, 2011). Per quanto riguarda i lieviti, si ritiene che le temperature elevate inibiscano il loro sviluppo (Vrancken *et al.*, 2011). Un breve lasso tra i rinfreschi potrebbe inoltre risultare vantaggioso per alcune specie quali *C. humilis* a scapito del *S. cerevisiae* (Huys *et al.*, 2013).

2.2.2. Idratazione del lievito madre

L'idratazione del lievito madre o DY (*Dough Yield=resa dell'impasto*) è un altro fattore che determina la sua composizione microbiologica. Questo parametro è indicativo del contenuto di acqua e farina nel lievito madre e descrive la consistenza dell'impasto. L'idratazione del lievito madre è definita dal rapporto peso impasto/peso farina moltiplicato per 100 (N.B.: non tutte le farine presentano la stessa capacità d'assorbimento dell'acqua, pertanto impasti di diversa consistenza possono avere lo stesso DY). I ruoli combinati di idratazione e temperatura durante i rinfreschi influenzano il microbiota del lievito madre e la qualità, in particolare il rapporto molare (FQ o quoziente di fermentazione) tra gli acidi lattico ed acetico prodotti dai batteri lattici: un impasto solido fermentato a 25-30° contiene più acido acetico, mentre un impasto liquido fermentato a 35-37°C più acido lattico (Corsetti, 2013).

2.2.3. Il pH

Anche il pH influenza la formazione di batteri e lievito: ad esempio, se i valori del pH sono inferiori a 3,8, *L. sanfranciscensis* farà fatica a crescere lasciando quindi spazio ad altre specie di batteri lattici (Huys *et al.*, 2013). In determinati casi le variazioni del pH possono essere

modulate: pertanto, le farine con grandi quantità di crusca (quali le farine di segale che tradizionalmente necessitano di impasti acidificanti per la panificazione) possiedono un elevato effetto tampone: è quindi possibile aumentare la produzione di acidi organici da parte dei batteri senza alcun impatto significativo sul pH. Questo protegge i batteri lattici sensibili al pH (Brandt, 2006). In compenso, l'acido acetico (e in misura minore l'acido lattico) inibisce in misura importante la crescita dei lieviti (Huys *et al.*, 2013).

È possibile modulare il pH di un lievito madre e il valore di acidificazione dell'impasto intervenendo sulle proporzioni di farina e acqua introdotte durante i rinfreschi e sulla frequenza dei rinfreschi. Il valore di pH raggiunto dopo il rinfresco sarà proporzionale alla quantità di acqua e farina aggiunta. Questi parametri influenzano quindi la crescita dei diversi microorganismi e contribuiscono alla scelta del microbiota del lievito madre (Huys *et al.*, 2013).

La combinazione di questi diversi parametri nel lievito madre porta alla formazione di comunità relativamente tipiche (Tabella 2).

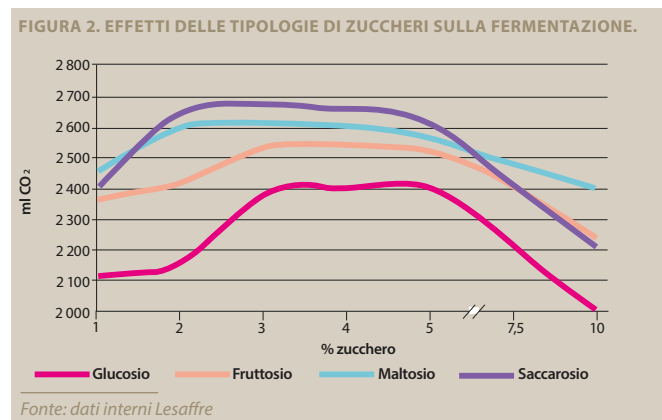
TABELLA 2. SPECIE DI BATTERI E LIEVITI IDENTIFICATI ABITUALMENTE NEL LIEVITO MADRE A SECONDA DEI FATTORI DI PREPARAZIONE.

| T°C, T _r | DY ≤ 200 | DY > 200 |
|-----------------------------------|---|---|
| T°C ≤ 30°C, T _r ≤ 12 h | n = 85 pH > 3,8 <i>Lactobacillus fructivorans*</i> <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Weissella - Leuconostoc</i> <i>Candida humilis</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | n = 10 pH preval. > 3,8 <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Leuconostoc</i> <i>Kazachstania</i> spp. <i>Saccharomyces</i> spp. |
| T°C ≤ 30°C, T _r > 12 h | n = 89 pH > 0 < 3,8 <i>Lactobacillus fructivorans*</i> <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus reuteri</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Kazachstania</i> spp. | n = 26 pH preval. < 3,8 <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus reuteri</i> Diverse specie di lievito |
| T°C > 30°C | n = 14 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> <i>Lactobacillus reuteri</i> <i>Pichia kudriavzevii</i> | n = 12 <i>Lactobacillus reuteri</i> <i>Lactobacillus delbrueckii</i> Diverse specie di lievito |

T = temperatura T_r = tempo fermentazione DY = resa impasto o idratazione lievito madre
Fonte: adattato da Van Kerrebroeck *et al.*, 2017

2.3 Effetti sui metaboliti prodotti dai microorganismi

Il tipo di farina impiegato per la preparazione del lievito madre come pure i fattori che ne regolano la maturazione influenzano i tipi di microorganismi che vi si sviluppano, oltre ad avere un impatto sulle relative produzioni metaboliche. I tipi di zucchero presenti nella farina influenzano l'attività di fermentazione dei lieviti (Figura 2) e quindi il volume di CO₂ prodotto.



Gli acidi organici prodotti dai batteri possono comunque essere modulati dal tipo di farina, dal tipo di fermento, dalla temperatura e persino dall'idratazione, creando quindi dei profili di acidità estremamente variabili (Tabella 3, pagina 6).

3. I LIEVITI MADRE: UN MICROBIOTA ALL'ORIGINE DELLE SINERGIE

3.1. La co-esistenza di batteri e lievito

La co-esistenza di batteri e lieviti è una caratteristica unica dei lieviti madre per panificazione (si veda a pag. 6). Le specie di lieviti trovate nel lievito madre riescono tutte ad adattarsi dove vi è un pH basso e una elevata densità di batteri lattici.

Questi adattamenti si riscontrano principalmente nelle specie di lieviti appartenenti alla divisione degli Ascomiceti (Lhomme *et al.*, 2016). Inoltre, le condizioni di preparazione del lievito madre (frequenza rinfreschi, temperatura applicata, resa impasto, ecc.) esercitano una selezione su quelle specie sufficientemente competitive da costituire una propria nicchia ecologica e determinano il rapporto lievito-batteri. La co-esistenza dei due tipi di microorganismi si basa inoltre sulla scelta dei ceppi usati per l'inoculazione del lievito madre: questi devono essere ben adattati reciprocamente per permettere la loro co-cultura.

3.2. Associazioni privilegiate tra microorganismi

Nel lievito madre è possibile osservare delle associazioni privilegiate tra le diverse specie di microorganismi. Pertanto, la presenza di *Lactobacillus sanfranciscensis* in un lievito madre è correlata negativamente alla presenza di numerose altre specie di batteri lattici, quali *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus reuteri* e *Lactobacillus delbrueckii*. Questo è indicativo della natura dominante del *L. sanfranciscensis* in presenza di determinate condizioni (temperatura moderata, ecc.), mentre altre specie di batteri si sviluppano in sua assenza. **Si possono osservare associazioni privilegiate anche tra certe specie di batteri e lievito.** La presenza del lievito *S. cerevisiae* e l'assenza del lievito *C. humilis* sono correlate alla presenza dei batteri *L. paralimentarius* e *P. pentosaceus* (Van Kerrebroeck *et al.*, 2017).

IL MICROBIOTA LIEVITI-BATTERI: UNA QUALITÀ UNICA DEI LIEVITI MADRE PER LA PANIFICAZIONE

I lieviti madre per la panificazione si distinguono da altri prodotti alimentari fermentati quali vino, birra o formaggi per il fatto che le attività metaboliche di batteri e lieviti avvengono simultaneamente. Questo non avviene nel processo di vinificazione, dove la fermentazione alcolica dovuta al lievito precede abitualmente la fermentazione malolattica dei batteri (Lonvaud-Funel *et al.*, 2010). Similarmente, nella produzione dei formaggi, la prima fase dell'acidificazione è dovuta a batteri lattici, mentre i lieviti subentrano solo dopo la stagionatura (Institut de l'Élevage, 2016).

Anche i periodi di fermentazione dei prodotti succitati differiscono, nell'ordine di un giorno per il lievito madre mentre di settimane e addirittura mesi per la fermentazione necessaria nella vinificazione e nella stagionatura dei formaggi. Durante questo lasso di tempo, si succedono popolazioni di microorganismi una dopo l'altra come funzione dei substrati d'energia disponibili. In compenso, nel lievito madre per la panificazione, i batteri e il lievito devono intervenire simultaneamente sugli stessi substrati (maltosio, glucosio, fruttosio, pentosi, ecc.), un fattore che può portare a fenomeni di competizione e alla necessaria gestione degli stessi.

3.3. Interazioni positive tra lieviti e batteri

I rapporti tra le diverse specie di batteri e lieviti nel lievito madre dipendono in parte da fenomeni di **competizione** per le risorse (*ad es.* azoto o maltosio). Il **commensalismo** (un rapporto che è vantaggioso per una delle specie mentre è neutro per l'altra) e il **mutualismo** (un rapporto vantaggioso per ciascuna delle specie) possono anche verificarsi sulla base dei composti prodotti dai microorganismi. Leggere variazioni nell'ambiente e nelle condizioni fisiche e chimiche che interessano il lievito madre possono favorire o svantaggiare una specie, modificando quindi in misura significativa la microbiologia dell'impasto così come l'equilibrio delle produzioni metaboliche associate.

L'**interazione mutualistica** più comunemente notata nei lieviti madre riguarda i batteri *L. sanfranciscensis* e il lievito *C. humilis*. *L. sanfranciscensis* impiega maltosio come fonte di carbonio privilegiata, mentre il *C. humilis* è un lievito maltosio negativo, nel

senso che il suo metabolismo non è adattato all'impiego di questo zucchero, anche se predominante nella farina. A causa dell'azione di un enzima specifico, il maltosio fosforilasi, *L. sanfranciscensis* idrolizza il maltosio in 2 molecole di glucosio, una delle quali viene rilasciata nel mezzo. Il glucosio può essere quindi impiegato dal *C. humilis*. Inoltre, il glucosio rilasciato nel mezzo contribuisce a ridurre la maltosio permeasi - un enzima necessario a determinati batteri per internalizzare e impiegare il maltosio - conferendo un vantaggio rispetto al *L. sanfranciscensis*. Similarmente, il lievito maltosio negativo *Saccharomyces cerevisiae var. chevalieri* è associato di frequente con i batteri lattici quali *Lactobacillus brevis* o *L. plantarum*, che usano in maniera privilegiata il maltosio. In questo modo si evitano competizioni tra questi microorganismi (si veda l'inserito sotto).

TABELLA 3. INFLUENZA DEI PARAMETRI DI PREPARAZIONE DEL LIEVITO MADRE SUI DIVERSI LIVELLI DI ACIDITÀ

| Farina di frumento T65 | pH | TTA | Sg | Parametri testati | Segale frumento T170 | pH | TTA | Sg |
|----------------------------------|-----|------|------|------------------------------|--------------------------------|-----|------|------|
| Fermento A su frumento | 3,6 | 7,0 | 8,5 | (lievito madre di controllo) | Fermento A su segale | 4,2 | 13,5 | 19,9 |
| Fermento B su frumento | 3,6 | 6,7 | 8,4 | Effetto fermento | Fermento B su segale | 4,0 | 9,0 | 14,0 |
| Fermento A (20°) su frumento | 3,7 | 5,3 | 6,7 | Effetto T°C | Fermento A (20°) su segale | 4,6 | 4,5 | 8,7 |
| Fermento A su segale T170 | 4,1 | 12,3 | 17,8 | Effetto farina | Fermento A su frumento | 3,7 | 8,0 | 10,0 |
| Fermento A (impasto) su frumento | 3,6 | 8,9 | 11,4 | Effetto H2O | Fermento A (impasto) su segale | 4,0 | 19,8 | 27,9 |

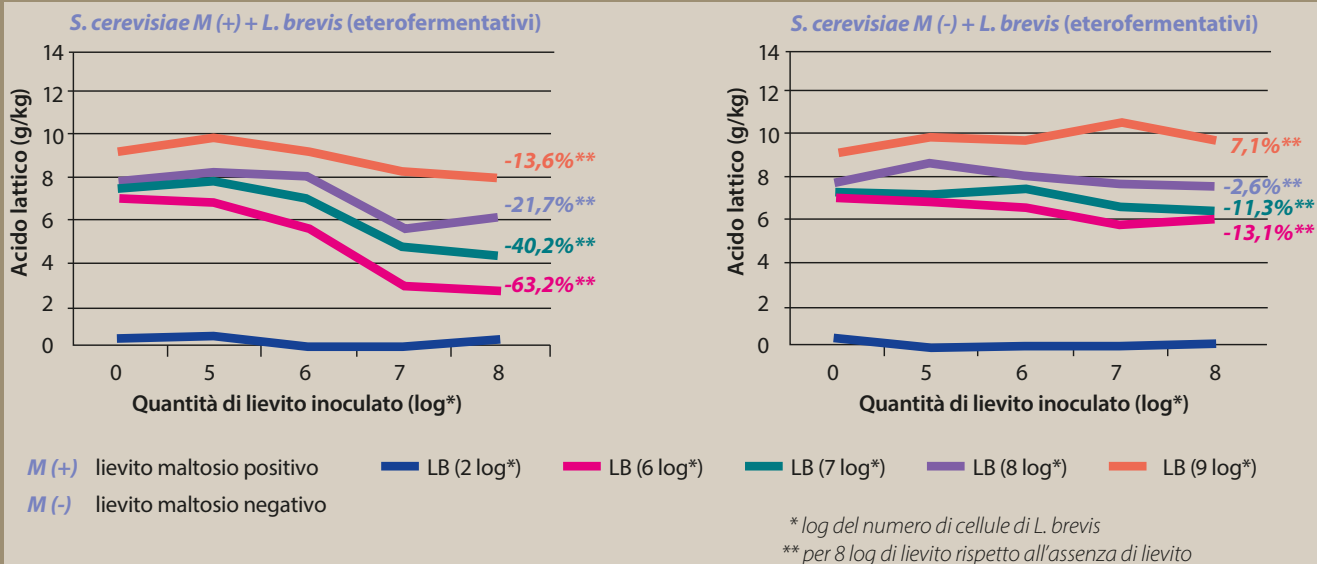
TTA = acidità totale titolabile Sg = liv. acidità

Numerosi parametri di lavorazione del lievito madre (tipo di base cereale del fermento, temperatura, idratazione) possono modularne le funzionalità, in termini di acidità (pH, TTA, grado acidità). A titolo d'esempio, per lo stesso fermento usato, se si sostituisce la farina di segale con farina di frumento si ha un valore di pH più basso (si vedano le tabelle sopra, fermento A su crusca rispetto a fermento A su frumento).

Fonte: dati interni Lesaffre

LA COMPETIZIONE PER IL MALTOSEO, UN FATTORE DI SELEZIONE STRATEGICO

La competizione per il maltosio che avviene tra i batteri e i lieviti può portare a una ridotta produzione di acidi organici quali l'acido lattico da parte dei batteri lattici (figura a sinistra). Per prevenire questo fenomeno può essere opportuno combinare un lievito maltosio negativo quale il *Saccharomyces cerevisiae* var. *chevalieri* con batteri lattici quali il *Lactobacillus brevis* o il *L. plantarum* impiegando il maltosio come principale substrato d'energia (figura a destra).



Fonte: dati interni Lesaffre

CONCLUSIONI

I batteri ed i lieviti agiscono in maniera sinergica nel lievito madre dopo aver raggiunto un sottile equilibrio tra specie sufficientemente competitive o dopo una aggiunta massiccia di fermenti. È essenziale una conoscenza della microbiologia dei lieviti madre quando si creano associazioni di ceppi e si influenza la loro produzione metabolica allo scopo di produrre composti di valore. Forte di ben oltre 170 anni di esperienza nella scienza della fermentazione, una vasta raccolta di ceppi e una ottima comprensione dei mercati internazionali, Lesaffre è al fianco dei professionisti della panificazione nella scelta e nella lavorazione dei lieviti madre adattati alle loro esigenze e nella produzione di prodotti tailor-made dalle funzionalità adattate.

Per ulteriori informazioni e note bibliografiche scrivere a segreteria.lit@lesaffre.com

