

IL LIEVITO MADRE IN PANIFICAZIONE: DALLA VALORIZZAZIONE DELLE TRADIZIONI AI PROCESSI FERMENTATIVI DI PRECISIONE

Andrea Gianotti
Università di Bologna

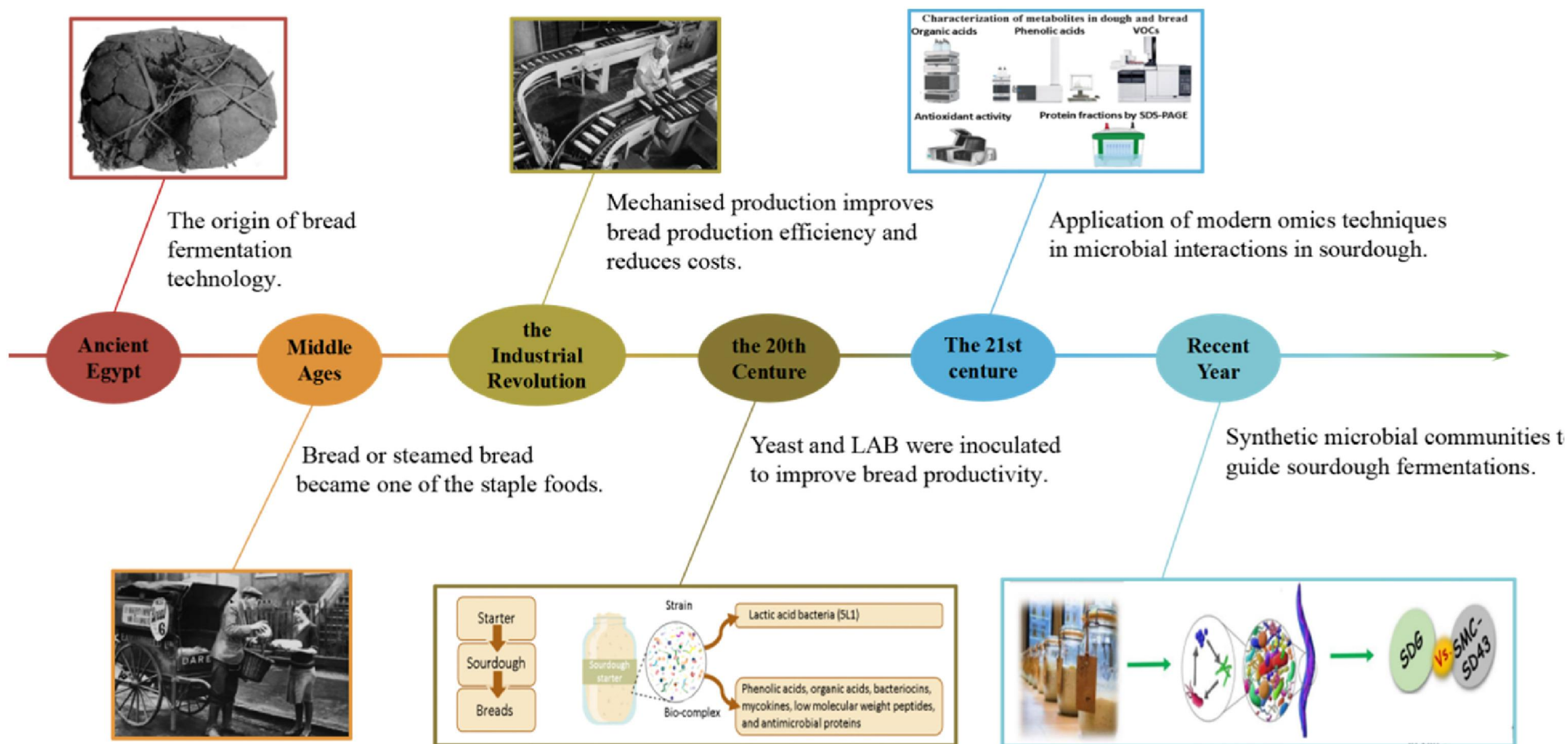


CHE COS'E' IL LIEVITO MADRE?

I lievito madre (sourdough, levain, masa madre, sauerteig, etc.) è un ecosistema microbico dinamico, tradizionalmente dominato da batteri lattici (LAB) e lieviti, arricchiti e diversificati da microrganismi transitori derivanti da substrati, processi e ambienti (batteri acetici, enterobatteri, lieviti e muffe).

La comunità microbica specifica di ciascuno lievito madre spontaneo si modella attraverso frequenti rinfreschi e, una volta stabilizzata, raggiunge tipicamente una densità di circa 10^9 unità formanti colonia (CFU) batteriche e 10^7 CFU di lieviti per grammo.

Percorso storico-tecnologico del lievito madre

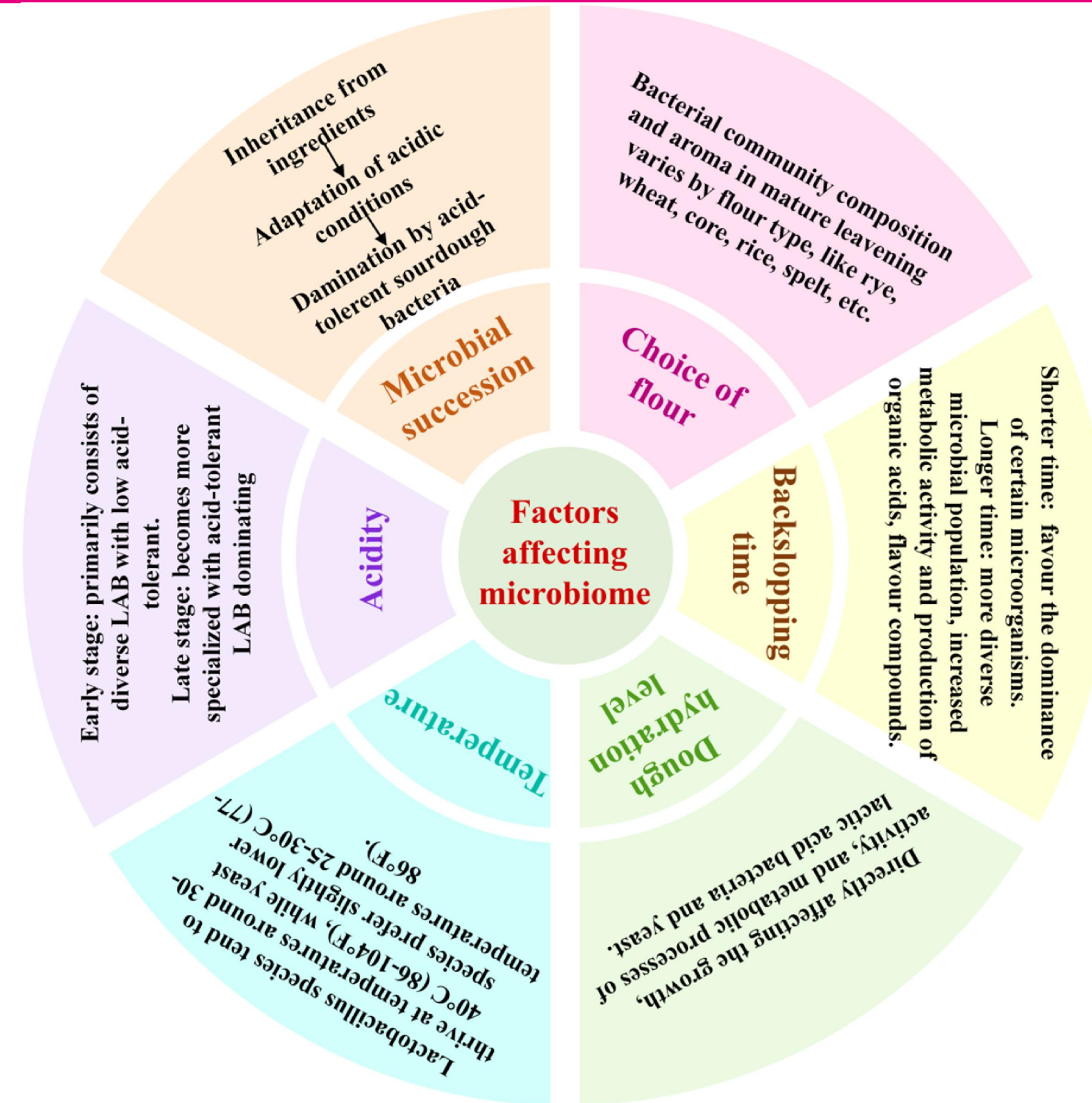


Un ecosistema *abbastanza* stabile...

La successione della comunità microbica del lievito madre è il risultato di un effetto sinergico di molti fattori: ambientali (come pH, temperatura), la competizione per i substrati e l'interazione microbica (come simbiosi, antagonismo)

Fasi intermedie: LAB come *Lactiplantibacillus plantarum* e *Limosilactobacillus fermentum* in associazione *Saccharomyces exiguus*, *Kazachstania humilis* e *Issatchenkia orientalis*, (+ *S. cerevisiae*)

In un lievito madre maturo emerge un consorzio stabile LAB-lieviti, dominato da *Fructilactobacillus sanfranciscensis* e *S. cerevisiae*, con specie ausiliarie come *Lactobacillus brevis*



BENEFICI TECNOLOGICI, SENSORIALI E DI SHELF LIFE

Reologia e struttura dell'impasto. I LAB (in particolare i ceppi produttori di EPS) e i loro acidi organici ammorbidiscono e plasticizzano l'impasto, migliorano la ritenzione di gas e possono aumentare il volume specifico; gli EPS aiutano a stabilizzare la mollica e a ritardarne l'indurimento. Gli effetti dipendono dal ceppo e dalla dose.

Rallentamento del raffermamento. Gli acidi organici rallentano la retrogradazione dell'amido; l'acido acetico mostra spesso un effetto anti-raffermamento più forte rispetto all'acido lattico, contribuendo a un aumento più lento della durezza durante la conservazione.

Aspetti sensoriali. Migliora tipicamente la complessità aromatica, la profondità del sapore e la percezione di freschezza grazie alla formazione di volatili da parte di LAB/lieviti

Miglioramento shelf life e sicurezza. a) Inibisce sviluppo di muffe grazie a un pH più basso e a un cocktail di metaboliti antimicrobici (acido lattico, acetico, fenillattico e altri acidi organici; acidi grassi idrossilati; H_2O_2 ; diacetile; peptidi); b) può ridurre l'acrilammide nei prodotti da forno; le riduzioni variano in base alla ricetta e al profilo di fermentazione

BENEFICI NUTRIZIONALI

Biodisponibilità dei minerali. L'acidificazione del lievito madre e l'attività fitasica accelerano la degradazione dei fitati, migliorando la bioaccessibilità dei minerali (ad es. Mg, Fe, Zn), con effetti particolarmente evidenti nei sistemi integrali.

Risposta glicemica. Diversi studi controllati e revisioni riportano un'attenuazione della glicemia postprandiale con il lievito madre (non universale; la matrice e il protocollo contano—i pani integrali mostrano effetti più chiari). Le evidenze sull'uomo sono miste, quindi le affermazioni devono essere qualificate.

Modulazione dei FODMAP*. Fermentazioni di lievito madre ben progettate possono ridurre fruttani e altri FODMAP, migliorando potenzialmente la tolleranza negli individui con IBS, sebbene i polioli possano aumentare a seconda della microbiota e del processo.

Composti bioattivi e funzionali. a) La fermentazione può aumentare la disponibilità di peptidi antiossidanti/antipertensivi e modificare i composti fenolici; tuttavia, le prove cliniche sugli effetti sulla salute rimangono limitate e sensibili al protocollo; b) LAB e lieviti possono sintetizzare folati

*: Carboidrati/polioli a corta catena poco assorbiti, che fermentano nel colon e possono causare disturbi intestinali, soprattutto in chi ha IBS

INTERAZIONE MICROORGANISMI/FARINE

Associaz. microbica	Effetti	Tipo di farina
<i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>S. cerevisiae</i> e <i>Torulaspora delbrueckii</i>	Il contenuto di allergeni in co-coltura è stato ridotto del 50% rispetto al gruppo senza sospensione cellulare.	Farina di frumento
<i>F. sanfranciscensis</i> , <i>K. humilis</i> e <i>S. cerevisiae</i>	La concentrazione di etanolo in co-coltura è aumentata del 60% rispetto alla monocultura.	Farina integrale di segale
<i>L. plantarum</i> e <i>S. cerevisiae</i>	Migliorato l'aroma del lievito madre, prolungata la shelf life.	Farina di frumento ad alto contenuto di glutine
<i>S. cerevisiae</i> e <i>F. sanfranciscensis</i>	La concentrazione di acido acetico nella co-fermentazione è raddoppiata rispetto alla monocultura.	Farina di frumento
<i>Lactobacillus paracasei</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>Lactococcus lactis</i> e <i>S. cerevisiae</i>	Influenza aroma e valore nutrizionale dell'impasto, aumentando la capacità antiossidante.	Farina sterilizzata ai raggi UV
<i>L. plantarum</i> e <i>Pichia kudriavzevii</i>	Aumenta il volume del pane e i contenuti di proteine, ceneri e fibre.	Farina di miglio
<i>S. cerevisiae</i> , <i>Lacticaseibacillus casei</i> e <i>L. plantarum</i>	Ridotto del 67% il contenuto di saponine ed aumentata del 30,26% l'attività DPPH.	Farina di quinoa
Quindici combinazioni distinte di due o tre LAB con <i>S. cerevisiae</i>	Riduzione del contenuto di acrilammide fino al 79,6% rispetto al lievito di birra.	Farina integrale di segale
<i>P. pentosaceus</i> , <i>L. plantarum</i> e <i>Kluyveromyces marxianus</i>	Ridotti i fattori antinutrizionali, con effetti positivi sulla composizione del microbiota intestinale e sulla produzione di SCFA.	Farina di fagiolo bianco (<i>Phaseolus vulgaris</i>)

UN CASO STUDIO: IL KAMUT KHORASAN



- Balestra, F., Laghi, L., Saa, D. T., Gianotti, A., Rocculi, P., & Pinnavaia, G. (2015). Physico-chemical and metabolomic characterization of KAMUT® Khorasan and durum wheat fermented dough. *Food Chemistry*, 187, 451-459.
- Taneyo Saa D., Turrone S., Serrazanetti D.I., Rampelli S., Maccaferri S., Candela M., Severgnini M., Simonetti E., Brigidi P., Gianotti A. 2014. Impact of Kamut® Khorasan on gut microbiota and metabolome in healthy volunteers. [*Food Research International*](#) 63:227-232.
- Carnevali, A., Gianotti, A., Benedetti, S., Tagliamonte, M. C., Primiterra, M., Laghi, L., Danesi, F., Valli, V., Ndaghijimana M., Capozzi, F., & Canestrari, F. (2014). Role of Kamut® brand khorasan wheat in the counteraction of non-celiac wheat sensitivity and oxidative damage. *Food research international*, 63, 218-226.
- Di Silvestro, R., Di Loreto, A., Marotti, I., Bosi, S., Bregola, V., Gianotti, A., Quinn, R. & Dinelli, G. (2014). Effects of flour storage and heat generated during milling on starch, dietary fibre and polyphenols in stoneground flours from two durum-type wheats. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(10), 2230-2236.
- Benedetti S., Primiterra M., Tagliamonte, M.C., Carnevali, A., Gianotti, A., Bordoni, A., Canestrari, F., (2012). Counteraction of Oxidative Damage in Rat liver by an ancient grain (Kamut® brand khorasan wheat) *Nutrition* 28:436-44.

ALCUNE PROSPETTIVE DELLA RICERCA NELL'AMBITO DEI LIEVITI NATURALI

Fermentazione di precisione



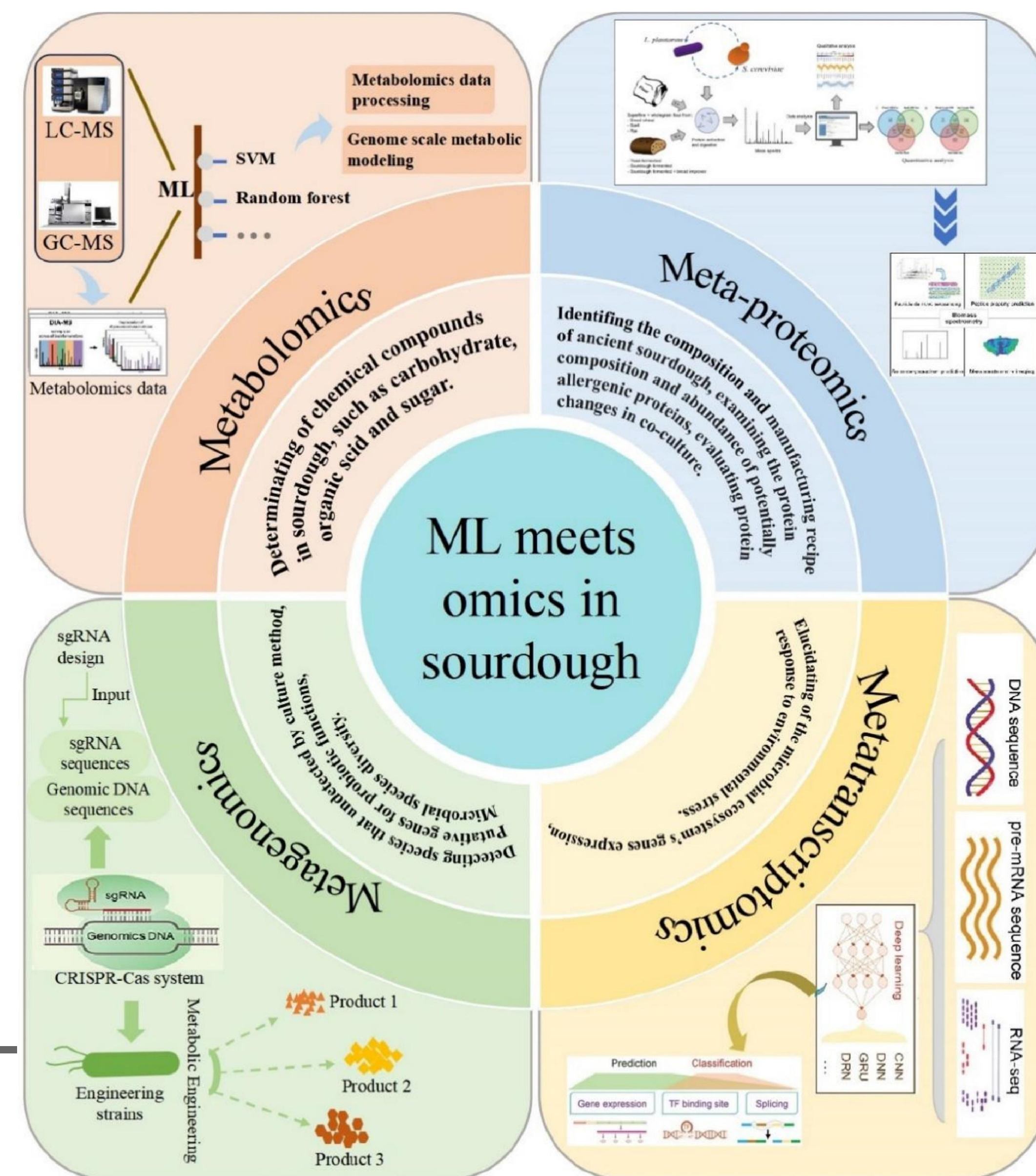
La **fermentazione di precisione** è una forma avanzata di fermentazione in cui microrganismi, **(anche ingegnerizzati) come lieviti, batteri o funghi sono** utilizzati in modo controllato per produrre in modo efficiente e mirato specifici ingredienti alimentari di alto valore

Questo progresso è stato guidato dall'integrazione delle tecnologie multi-omiche, e dell'intelligenza artificiale (AI) che possono fornire una solida base per l'industrializzazione della fermentazione del lievito madre come già successo per alcune bevande fermentate (Kefir)

Come si mette a punto un processo fermentativo di precisione con lievito madre?

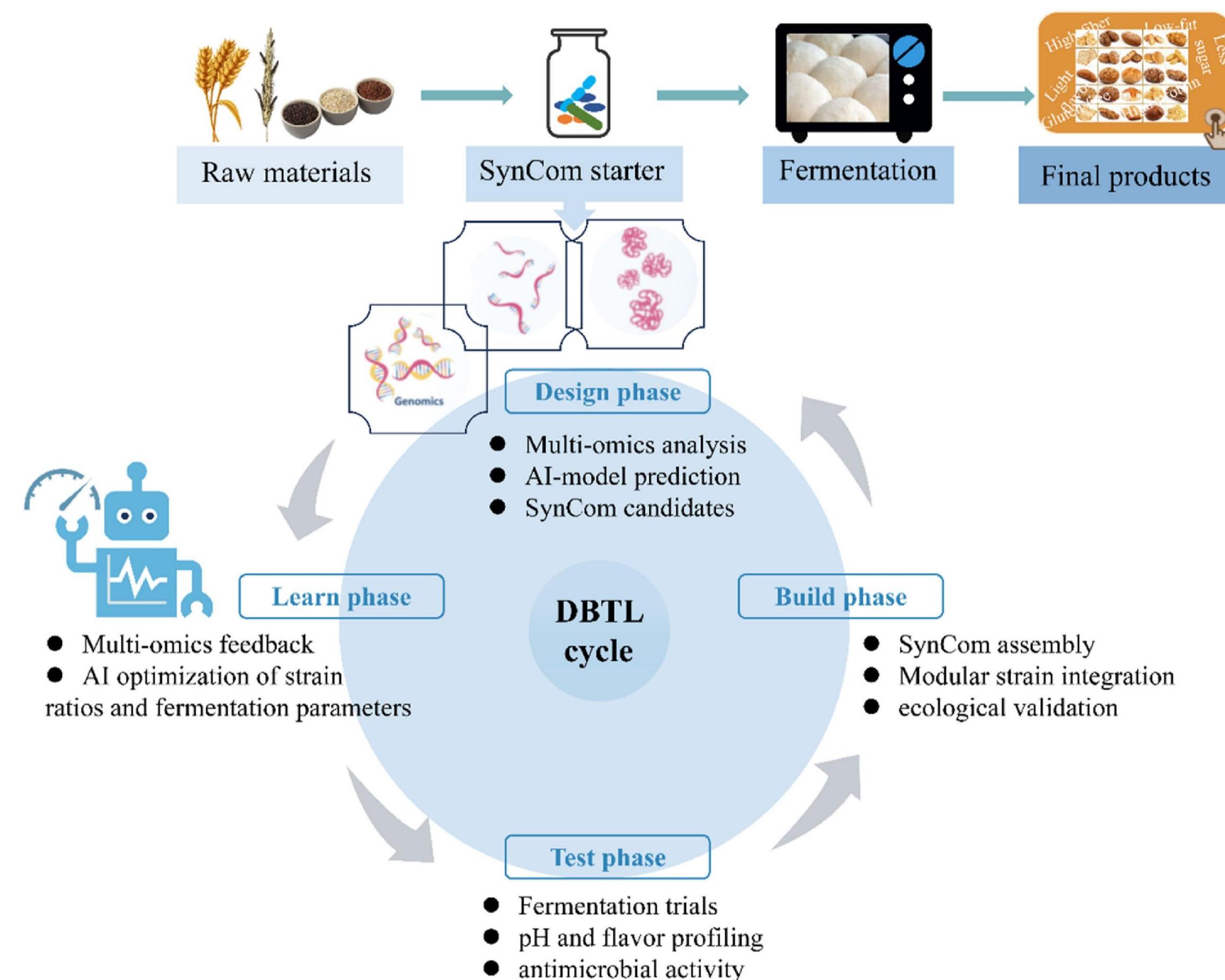
Tecniche omiche: tecniche analitiche che permettono di studiare in modo globale e sistematico le molecole presenti in un ecosistema: mirando a descrivere **genoma** (DNA, RNA) espressione proteine (trascrittoma), metaboloma (metaboliti) e microbioma (comunità microbiche)

ML (machine learning): insegnare ai computer tramite AI ad **imparare dai dati** ed **effettuare previsioni** o decisioni migliori in funzione di un risultato che vogliamo ottenere sulla base un dataset di dati omici



CONCLUSIONI

- L'utilizzo del lievito madre in panificazione ha una tradizione e un valore consolidati
- il mercato del lievito madre si sta evolvendo verso una maggiore diversificazione e personalizzazione di gusto, esigenze dietetiche e nutrizionali con significative opportunità di innovazione
- In prospettiva futura, per una fermentazione di precisione occorre creare dataset omici specifici per il lievito madre sono attualmente scarsi,
- Tecnologie multi-omiche e AI permetteranno di migliorare lo sviluppo dell'aroma, il valore nutrizionale la digeribilità ecc..
- Modelli basati su dataset uniformi a livello di ceppo, campionamenti a più punti temporali e metadati standardizzati possono permettere il loro utilizzo in contesti sperimentali ampi e di estendere il loro utilizzo a situazioni reali o a contesti di fermentazione industriale.



Integrazione di associazioni microbiche (SynCom) nella produzione di lievito madre mediante un framework DBTL (Design-Build-Test-Learn).

GRAZIE!

CONTATTI
ANDREA.GIANOTTI@UNIBO.IT

