



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Economia circolare e Novel Foods: *Valorizzazione di scarti e sottoprodotti agro-alimentari per nuove formulazioni alimentari innovative*

Irene Gandolfi

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari (DISTAL)

Alma Mater Studiorum-Università di Bologna

Lo scenario mondiale in termini di aumento di popolazione, crescente domanda di alimenti ed elevato impatto ambientale impone di ripensare gli attuali modelli di produzione e consumo

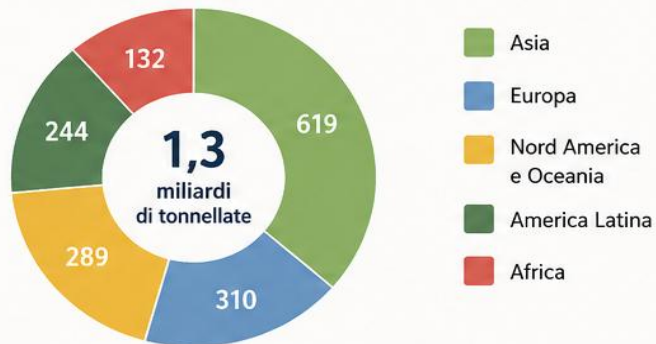
FOOD WASTE MONDIALE



Ogni anno nel mondo vengono sprecate
~1,3 MILIARDI DI TONNELLATE
di cibo ancora commestibile
(circa 1/3 della produzione alimentare globale)

QUANTO CIBO VIENE SPRECATO

Per area geografica
(milioni di tonnellate/anno)



Dove avviene lo spreco
(a livello globale)



Se lo spreco alimentare fosse un Paese,
sarebbe il 3° maggiore emettitore di gas serra al mondo.

Fonte: UNEP Food Waste Index Report 2021

IMPATTO AMBIENTALE DELLA FILIERA AGROALIMENTARE

La filiera agroalimentare ha un forte impatto sulle principali
categorie ambientali



Emissioni di
gas serra
26%
delle emissioni
globali di GHG



Utilizzo di acqua
70%
dei prelievi idrici
dolce globali



Uso del suolo
38%
della superficie
terrestre globale



Consumo energetico
30%
dei consumi energetici
globali

DISTRIBUZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE PER FASE DELLA FILIERA



Emissioni di gas serra
(GHG)



Utilizzo di acqua
dolce



Uso del suolo



Consumo energetico



Ridurre lo spreco alimentare e migliorare l'efficienza lungo tutta la filiera
sono azioni chiave per diminuire l'impatto ambientale
e costruire sistemi alimentari sostenibili.

Fonte: FAO 2021; Poore & Nemecek 2018; Our World in Data 2023



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

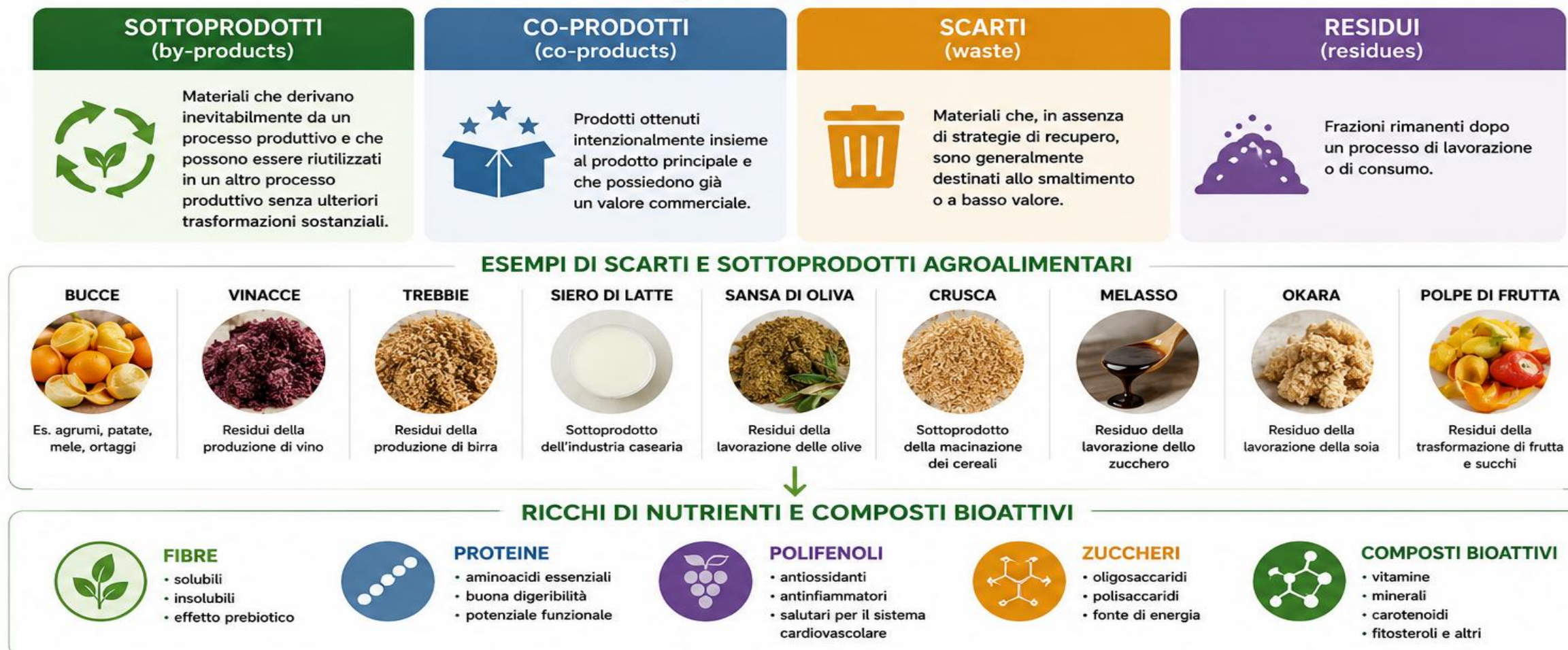
Da scarto o sottoprodotto ad Alimento Innovativo

DALLO SCARTO ALLA RISORSA: IL CICLO DI VALORIZZAZIONE

Un approccio di economia circolare per sistemi alimentari sostenibili

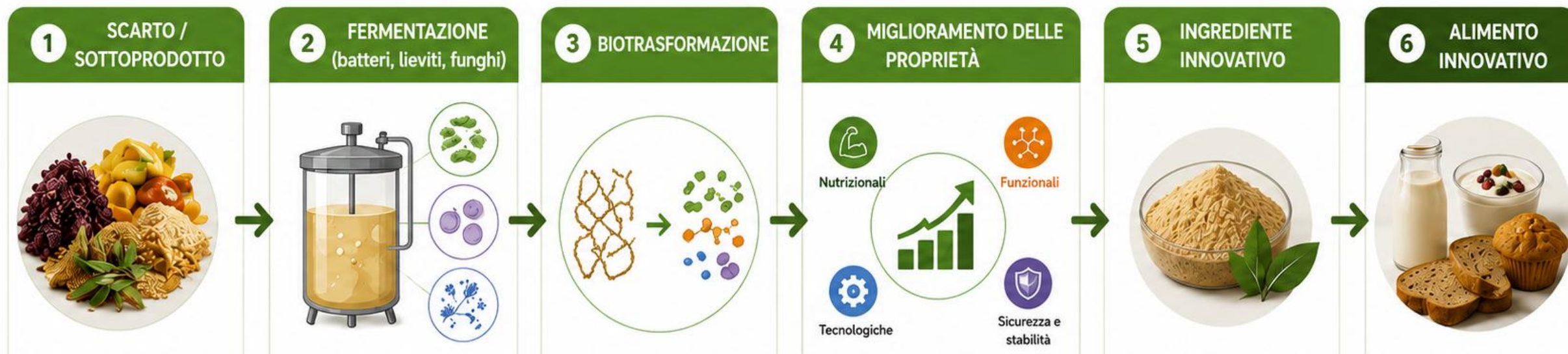


Molti scarti sono materie prime nutrizionalmente preziose



Il gruppo di Microbiologia degli Alimenti dell'Università di Bologna (DISTAL), attraverso processi di fermentazione tailor made, si è focalizzato sulla valorizzazione di gran parte di questi scarti e di sottoprodotti in progetti Regionali (BIO4SUSPACK), Nazionali (Prin PROACTIVE, Mimit IMPULSE) ed Europei (INGREEN, ONE EARTH, NEWTECHAQUA, CO-FRESH).

LA FERMENTAZIONE: DA SCARTO A VALORE per ingredienti INNOVATIVI e ALIMENTI SOSTENIBILI



I principali benefici della fermentazione:

- Aumento valore nutrizionale e funzionale di ingredienti ed degli alimenti
- Aumento della sicurezza microbiologica e shelf-life di ingredienti ed degli alimenti
- Aumento delle proprietà sensoriali di ingredienti ed degli alimenti
- Aumento di proprietà tecnologiche di ingredienti ed degli alimenti
- Aumento della sostenibilità di processo
- Aumento della differenziazione delle produzioni alimentari e delle opportunità di mercato



Quando un substrato o un ingrediente diventano Novel Food?

Secondo il Reg. (UE) 2015/2283, un alimento o ingrediente ha *status* di *Novel Food* se rientra in una delle seguenti condizioni:



Non tutti gli ingredienti/alimenti ottenuti per via fermentativa sono Novel Foods



Lo *status di Novel Food* può essere la **combinazione** tra la **novità del processo produttivo**, l'**assenza di una storia significativa di consumo nell'UE** e le **caratteristiche del prodotto finale**.

Novel Foods per via microbica

Nel contesto dei Novel Food, i microrganismi possono svolgere ruoli diversi:

- possono costituire essi stessi un nuovo alimento, ossia novel food costituiti da cellule vitali (agenti attivi) oppure da cellule non vitali (biomassa);
- possono essere utilizzati nella produzione di novel food (microrganismi di produzione-fermentazioni di precisione)



Status QPS



REQUISITI PER I MICRORGANISMI

- Identificazione tassonomica univoca a livello di specie e certificato di deposito.
- Caratterizzazione dei geni di potenziale interesse (ad esempio, geni di resistenza antimicrobica acquisita e fattori associati a tossigenicità e patogenicità).
- Valutazione della produzione di composti antimicrobici
- Finalità, caratterizzazione e struttura delle modifiche genetiche per i ceppi geneticamente modificati (GM).
- Dati della sequenza dell'intero genoma (Whole Genome Sequence, WGS).
- Verifica della presenza di cellule vitali e di DNA del ceppo di produzione nel prodotto finale

I novel food ottenuti mediante fermentazione di precisione (precision fermentation) sono alimenti o ingredienti prodotti utilizzando microrganismi ingegnerizzati (come lieviti, batteri o funghi) che vengono programmati per sintetizzare molecole specifiche di interesse alimentare.

Tuttavia, possono essere impiegati anche microrganismi con modificazioni genetiche spontanee

Derivano da processi naturali, come:

- mutazioni spontanee;
- adattamento durante la coltivazione;
- evoluzione selettiva del ceppo.

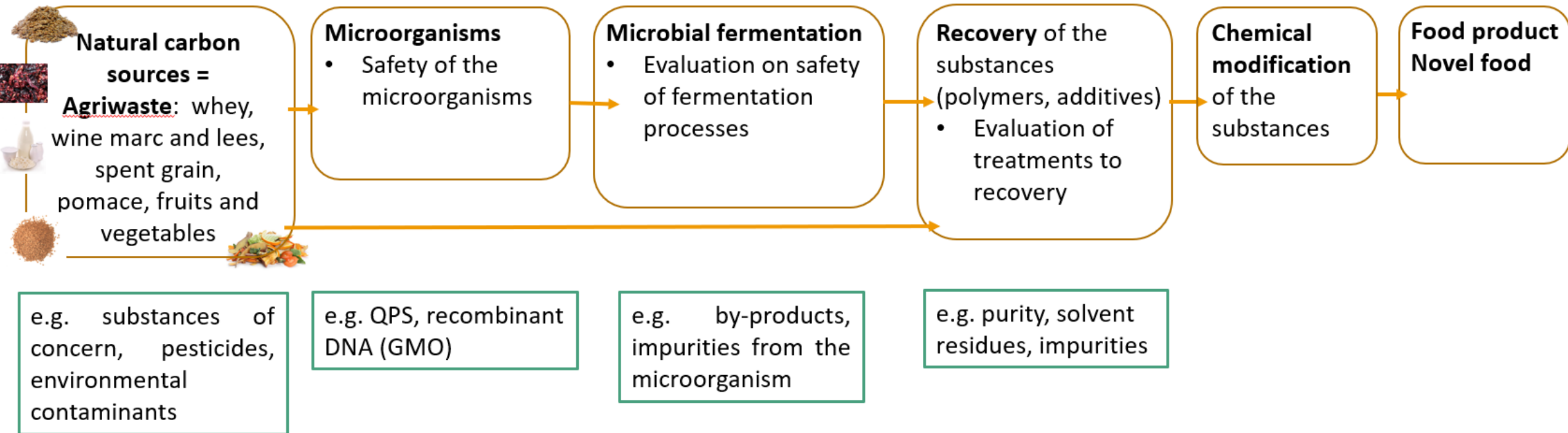
Non comportano l'impiego di tecniche di ingegneria genetica.

Aspetti regolatori

Indipendentemente dall'origine delle modificazioni, è necessario dimostrare l'identità del ceppo e la sicurezza mediante adeguata caratterizzazione genomica e valutazione del rischio.



Novel Foods per via microbica partendo da scarti e sottoprodotti devono tener conto di un piano di Risk Assessment in ogni step di processo



Esempi di Novel Foods basati su microrganismi autorizzati nell'Unione Europea

L'allegato del regolamento di esecuzione (UE) 2017/2470 è così modificato:

(1) nella tabella 1 (Nuovi alimenti autorizzati) è inserita, in ordine alfabetico, la seguente voce:

«Nuovo alimento autorizzato»	Condizioni alle quali il nuovo alimento può essere utilizzato		Requisiti specifici aggiuntivi in materia di etichettatura	Altri requisiti
Biomassa di lievito <i>Yarrowia lipolytica</i>	Categoria dell'alimento specificato	Livelli massimi	La denominazione del nuovo alimento figurante sull'etichetta dei prodotti alimentari che lo contengono è “biomassa di lievito <i>Yarrowia lipolytica</i> uccisa col calore”.»	
	Integratori alimentari quali definiti nella direttiva 2002/46/CE, tranne gli integratori alimentari destinati ai lattanti e ai bambini nella prima infanzia	6 g/giorno per i bambini a partire dai 10 anni, gli adolescenti e la popolazione adulta in generale 3 g/giorno per i bambini di età compresa tra 3 e 9 anni		

(2) nella tabella 2 (Specifiche) è inserita, in ordine alfabetico, la seguente voce:

«Nuovo alimento autorizzato»	Specifiche
Biomassa di lievito <i>Yarrowia lipolytica</i>	Descrizione/definizione Il nuovo alimento è la biomassa di lievito <i>Yarrowia lipolytica</i> essiccata e uccisa col calore. Caratteristiche/composizione Proteine : 45-55 g/100 g Fibre alimentari: 24-30 g/100 g Zuccheri: < 1,0 g/100 g Grassi: 7-10 g/100 g Ceneri totali: ≤ 12 % Tenore di acqua: ≤ 5 % Tenore di materia secca: ≥ 95 % Criteri microbiologici Conta dei microrganismi aerobi totali: ≤ 5x10³ CFU/g Conteggio dei lieviti e delle muffe: ≤ 10² CFU/g Cellule vitali di <i>Yarrowia lipolytica</i> ⁽¹⁾: < 10 CFU/g (limite di rilevazione) Coliformi: ≤ 10 CFU/g <i>Salmonella</i> spp.: assenza in 25 g

⁽¹⁾ Da sottoporre a prova subito dopo la fase di trattamento termico. Devono essere predisposte misure per prevenire la contaminazione crociata con cellule vitali di *Yarrowia lipolytica* durante l'imballaggio e/o la conservazione del nuovo alimento.»

Esempi di Novel Foods basati su microrganismi autorizzati nell'Unione Europea

L'allegato del regolamento di esecuzione (UE) 2017/2470 è così modificato:

1) nella tabella 1 (Nuovi alimenti autorizzati) la voce «Lievito per panificazione (*Saccharomyces cerevisiae*) trattato con raggi UV» è sostituita dalla seguente:

Nuovo alimento autorizzato	Condizioni alle quali il nuovo alimento può essere utilizzato		Requisiti specifici aggiuntivi in materia di etichettatura	Altri requisiti	Tutela dei dati
«Lievito per panificazione (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) trattato con raggi UV	<i>Categoria dell'alimento specificato</i>	<i>Livelli massimi di vitamina D₂</i>	La denominazione del nuovo alimento figurante sull'etichetta dei prodotti alimentari che lo contengono è "lievito alla vitamina D" o "lievito alla vitamina D ₂ ".		
	Pane e panini lievitati	5 µg/100 g			
	Prodotti da forno fini lievitati	5 µg/100 g			
	Integratori alimentari quali definiti nella direttiva 2002/46/CE	A norma della direttiva 2002/46/CE			
	Lievito fresco e lievito secco preconfezionati per cottura in forno domestico	45 µg/100 g per il lievito fresco 200 µg/100 g per il lievito secco	1. La denominazione del nuovo alimento figurante sull'etichetta dei prodotti alimentari è "lievito alla vitamina D" o "lievito alla vitamina D ₂ ". 2. L'etichetta del nuovo alimento deve recare l'indicazione secondo cui il prodotto alimentare è destinato unicamente alla cottura in forno e non deve essere consumato crudo. 3. L'etichetta del nuovo alimento deve recare istruzioni per l'uso rivolte ai consumatori finali, affinché non sia superata una concentrazione massima di 5 µg/100 g di vitamina D ₂ nei prodotti finali cotti in forno domestico.		
	Piatti compresi pasti pronti (escluse minestre e insalate)	3 µg/100 g	La denominazione del nuovo alimento figurante sull'etichetta dei prodotti alimentari che lo contengono è "lievito alla vitamina D" o "lievito alla vitamina D ₂ ".»;		
	Minestre e insalate	5 µg/100 g			
	Cereali fritti o estrusi, prodotti a base di semi o radici	5 µg/100 g			

Come si muove la ricerca?????

Il gruppo di ricerca di Microbiologia degli Alimenti dell'Università di Bologna (DISTAL), nell'ambito di progetti regionali, nazionali ed europei, ha sviluppato ingredienti Novel Foods e potenziali Novel Foods mediante processi di fermentazione "tailor-made", con l'obiettivo di coniugare innovazione, sostenibilità e sicurezza.

L'iter si è basata su:

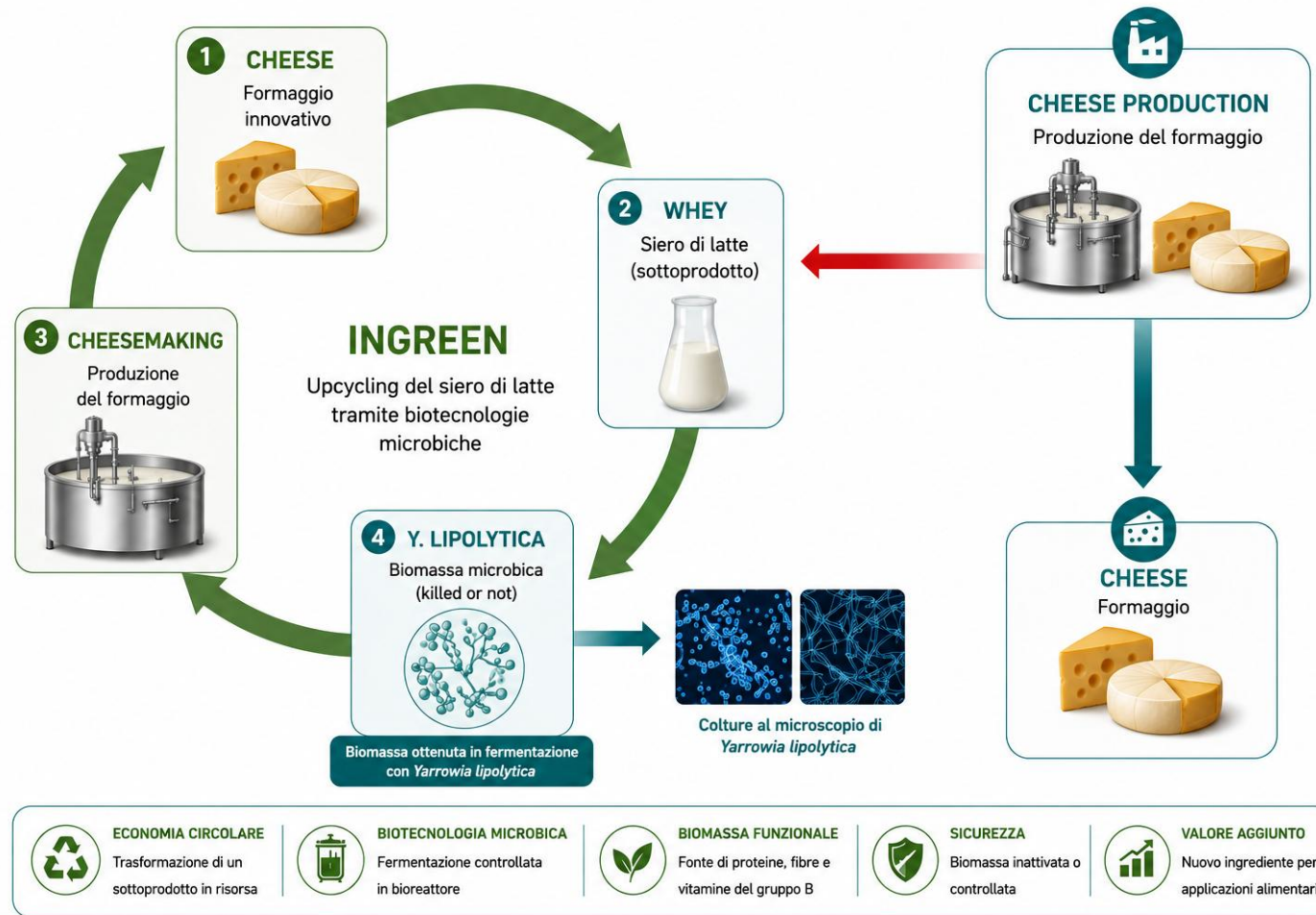
- Selezione di microrganismi sicuri non ingegnerizzati con status QPS (Qualified Presumption of Safety) o candidati al riconoscimento QPS.
- Valorizzazione di scarti e sottoprodotti agroalimentari come materie prime per la produzione di nuovi ingredienti.
- Sviluppo di nuovi ingredienti e formulazioni alimentari funzionali, con proprietà nutrizionali e tecnologiche migliorate e definite
- Garanzia della sicurezza microbiologica lungo tutto il processo di sviluppo e assenza di tossicità.
- Richiesta di valutazione scientifica ad EFSA

Caso studio 1: *Yarrowia lipolytica*-progetto INGREEN H2020 BBI JU (2019-2022) GA 838120



Richiesta parere scientifico ad
EFSA **sul ceppo vivo e status
QPS** a seguito di presentazione di
dossier

Deposito domanda di brevetto
«*A process to produce a dairy
product*», in data 11/06/2024



International Journal of Food Microbiology 432 (2025) 111112



Contents lists available at ScienceDirect
International Journal of Food Microbiology

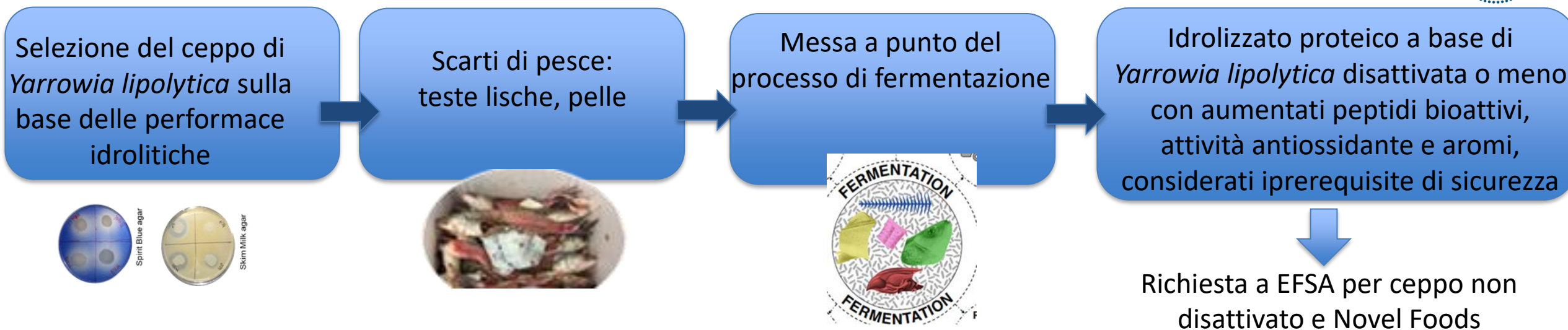
journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijfoodmicro



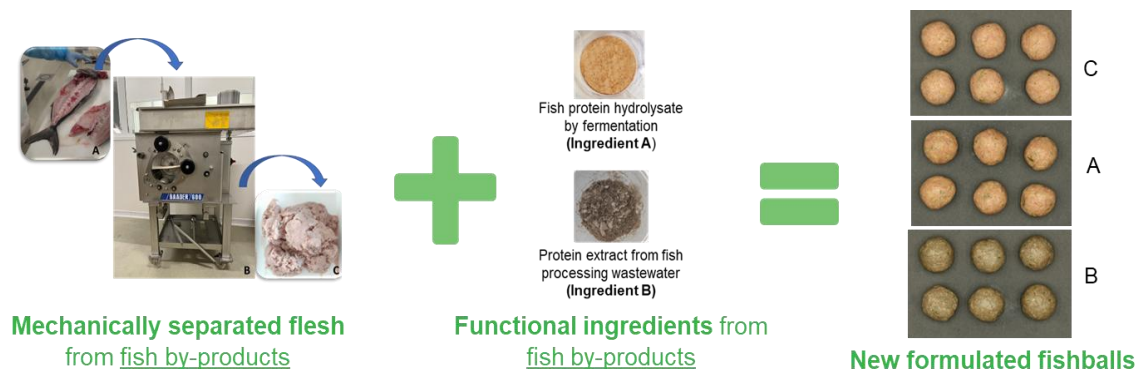
Surface application and impact of *Yarrowia lipolytica* grown in cheese whey as adjunct culture for innovative and fast-ripening Caciotta-like cheeses

Davide Gottardi^{a,b,*}, Lorenzo Siroli^{a,b,1}, Giacomo Braschi^a, Margherita D'Alessandro^b,
Lucia Vannini^{a,b}, Francesca Patrignani^{a,b}, Rosalba Lanciotti^{a,b}

Caso studio 2: *Yarrowia lipolytica*-progetto NEWTECHAQUA H2020 (2020-2023) GA 862658



APPLICAZIONE



Article

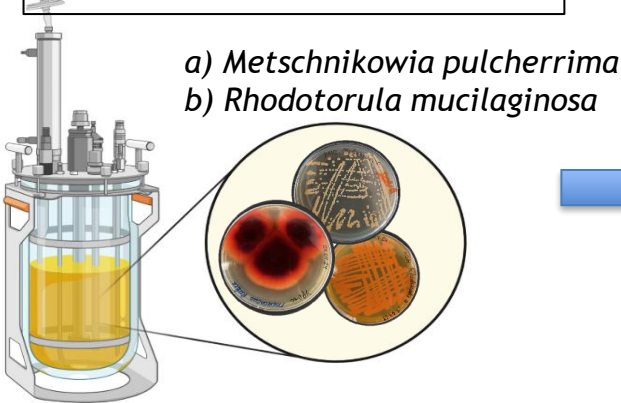
Use of *Yarrowia lipolytica* to Obtain Fish Waste Functional Hydrolysates Rich in Flavoring Compounds

Davide Gottardi ^{1,2,*}, Marianna Ciccone ¹, Lorenzo Siroli ^{1,2}, Rosalba Lanciotti ^{1,2} and Francesca Patrignani ^{1,2,*}

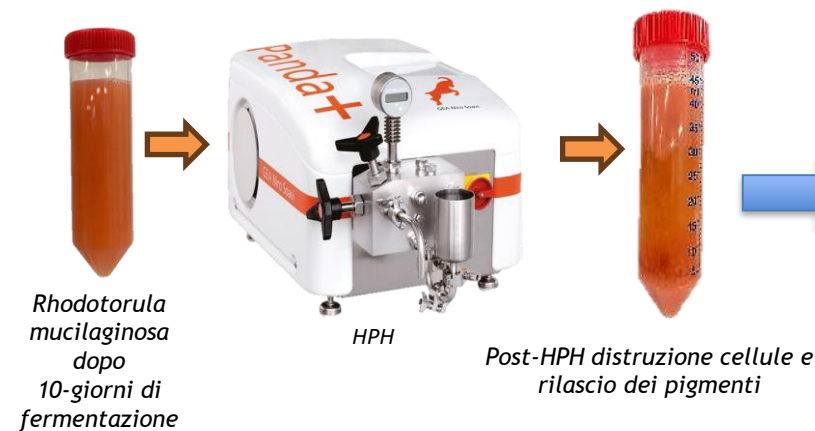


Caso studio 3: Produzione di pigmenti da scarti vegetali mediante *Rhodotorula mucilaginosa*

1. Selezione di microrganismi in grado di crescere su scarti vegetali liquidi e ottimizzazione condizioni di fermentazione.



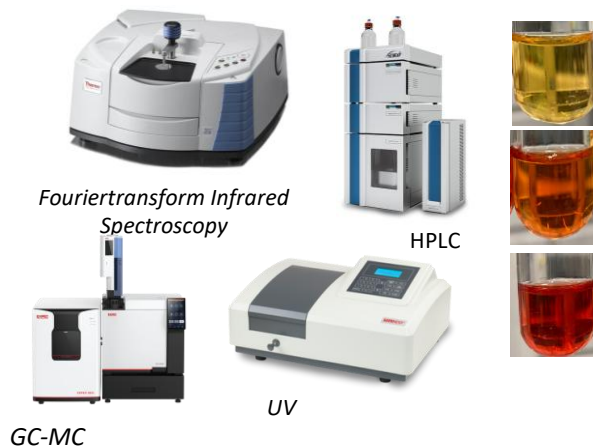
2. Estrazione pigmenti tramite Alte Pressioni di Omogeneizzazione



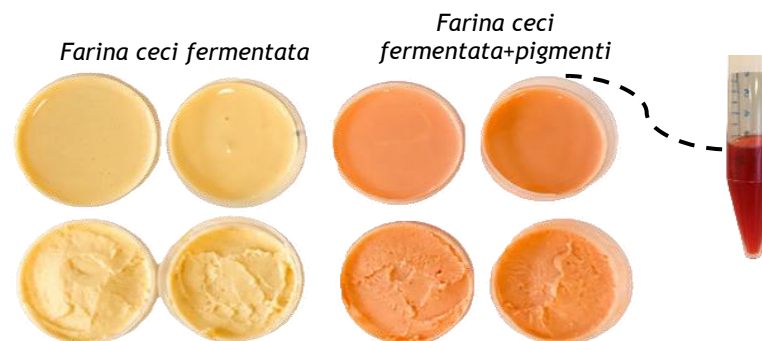
3. Attività Biologica



4. Caratterizzazione dei pigmenti anche per aspetti tossicologici



5. Case studio: Utilizzo dei pigmenti di *Rhodotorula mucilaginosa* in farina di ceci fermentata



Produzione di pigmenti naturali mediante *Rhodotorula mucilaginosa*

Scarti agroalimentari

- Fermentazione con *Rhodotorula mucilaginosa*
- Produzione di carotenoidi naturali
- Ingrediente ad alto valore aggiunto

Punti di forza

- Valorizzazione di sottoprodotti agroalimentari
- Produzione sostenibile di pigmenti naturali
- Alternativa ai coloranti sintetici
- Controllo della sicurezza microbiologica
- Valutazione del potenziale status di Novel Food secondo il Reg. (UE) 2015/2283

Criticità maggiormente riscontrate nello sviluppo di Novel Foods ottenuti mediante processi microbici da scarti e sottoprodotti

- Elevata variabilità della composizione delle materie prime
- Sicurezza microbiologica e chimica del substrato e del prodotto finale
- Standardizzazione e riproducibilità del processo produttivo
- Scalabilità industriale e sostenibilità economica
- Accettazione del consumatore
- Dimostrazione della sostenibilità ambientale (LCA)
- Quadro normativo e autorizzazione come Novel Food

Grazie per l'attenzione!



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Dr. Irene Gandolfi irene.gandolfi4@unibo.it

Prof. ssa Francesca Patrignani francesca.patrignani@unibo.it

Prof.ssa Rosalba Lanciotti rosalba.lanciotti@unibo.it

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari (DISTAL)
Alma Mater Studiorum-Università di Bologna