

RIUSO: STILE 0 CICLO DI VITA?

Biotechnologie per la sostenibilità dei processi industriali

Nicola Frison

David Bolzonella



UNIVERSITÀ
di **VERONA**

Dipartimento
di **BIOTECNOLOGIE**



UNIVERSITÀ
di **VERONA**



UNIVR
IL SAPERE A COLORI
PER LA SOSTENIBILITÀ
AMBIENTALE

Nell'ambito del progetto
sulle competenze trasversali
gestito dal



Teaching and Learning Center
University of Verona

Le quotidiane attività universitarie generano notevoli quantità di rifiuto organico in mense, bar, caffetterie



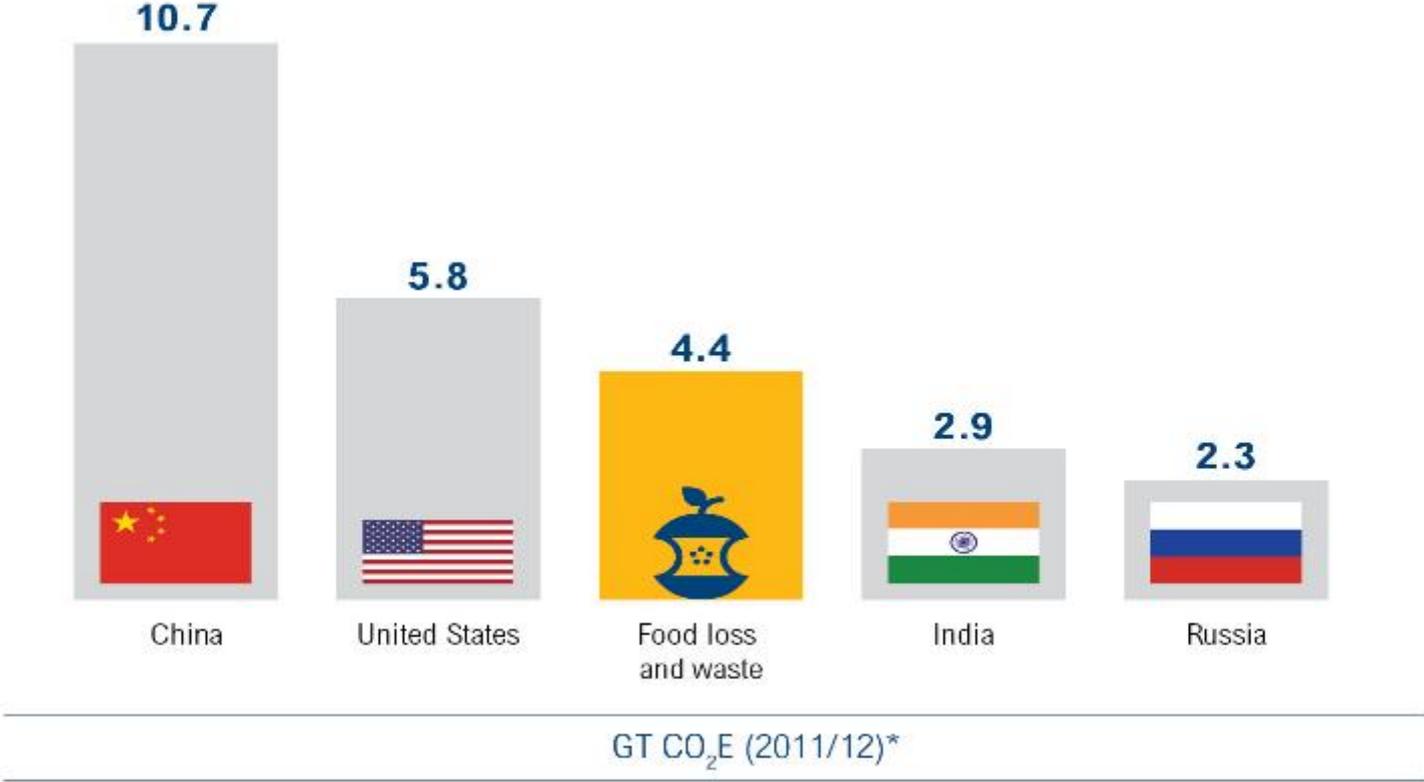
Produzioni tipiche

***ca. 60 g per studente per pasto
per un totale di circa 110
g/persona per pasto
inclusi gli scarti di cucina
(Lagorio et al 2018)
(Qian et al 2021)***

***Si deve **ridurre**, ma anche
valorizzare***

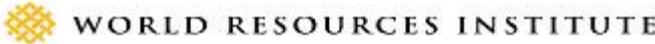


Questo flusso di rifiuto organico va correttamente gestito al fine di ridurre le potenziali emissioni di CO₂ incontrollate



* Figures reflect all six anthropogenic greenhouse gas emissions, including those from land use, land-use change, and forestry (LULUCF). Country data is for 2012 while the food loss and waste data is for 2011 (the most recent data available). To avoid double counting, the food loss and waste emissions figure should not be added to the country figures.

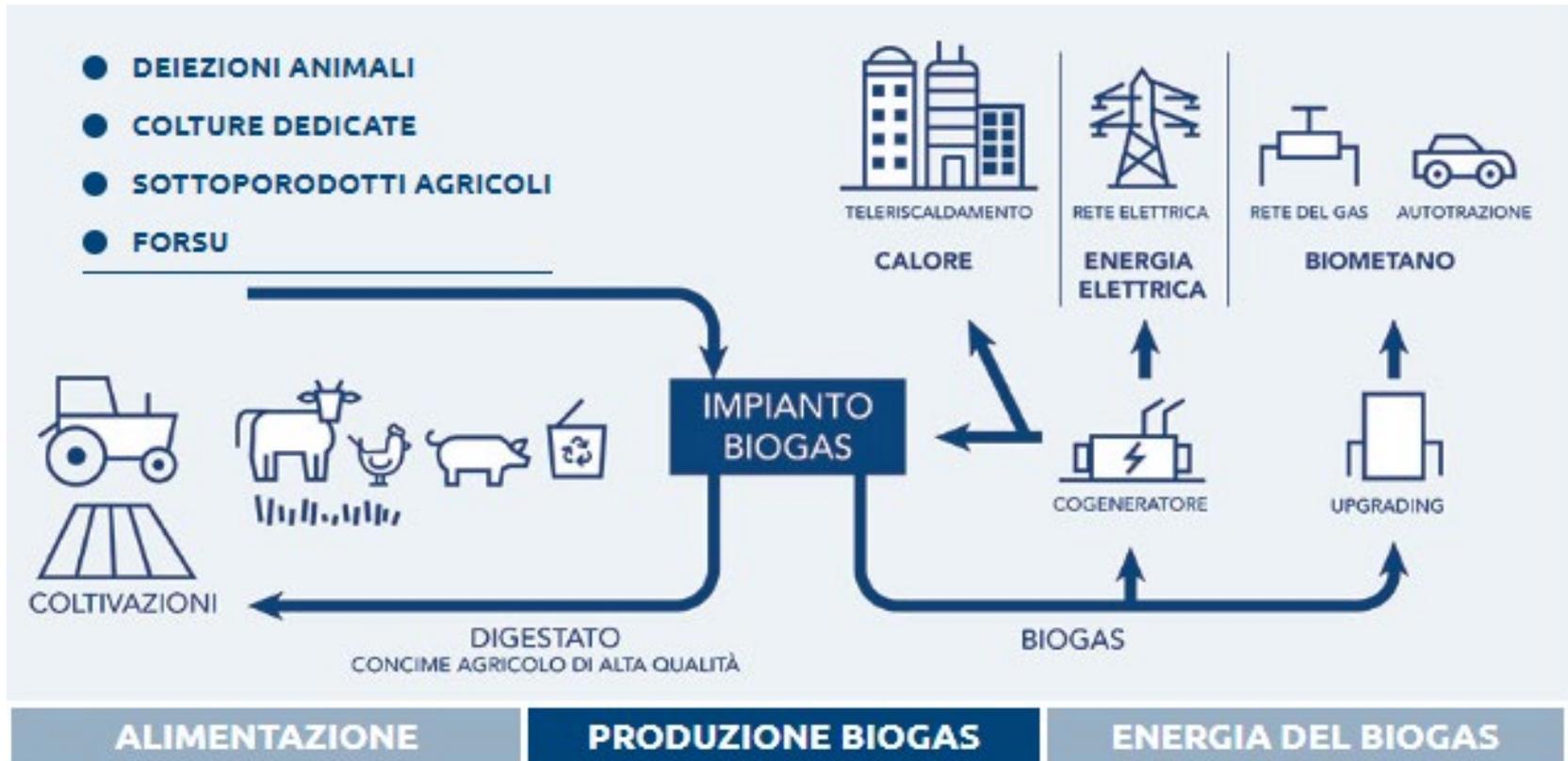
Source: CAIT. 2015; FAO. 2015. *Food waste footprint & climate change*. Rome: FAO.



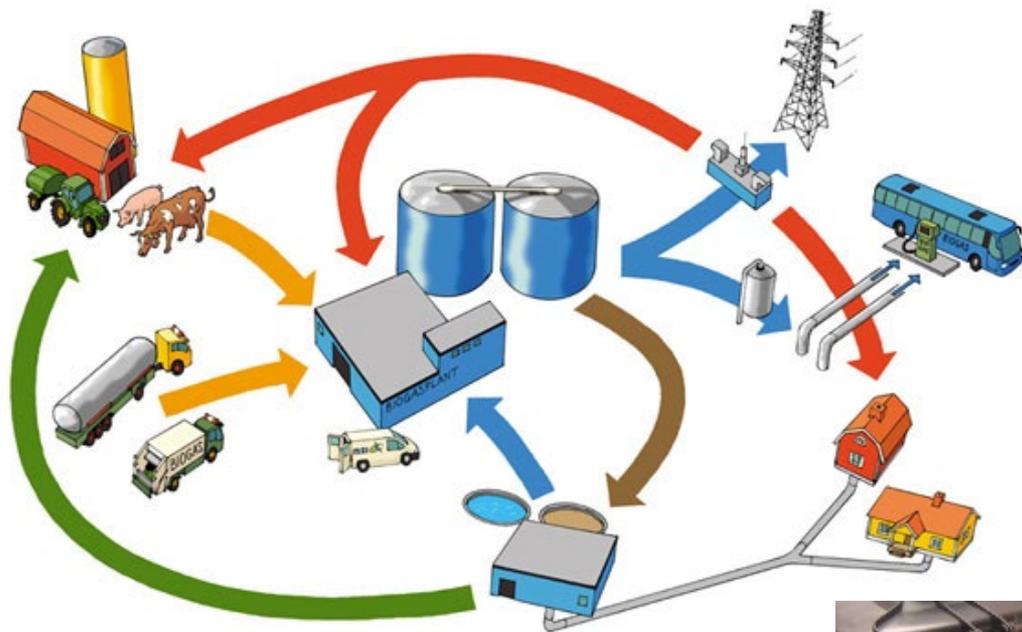
Food Waste and climate change *(courtesy of David Newman)*

Cosa succede a quel rifiuto organico oggi ?

Digestione anaerobica + compostaggio



Processo che si inserisce in una visione territoriale «circolare» più ampia



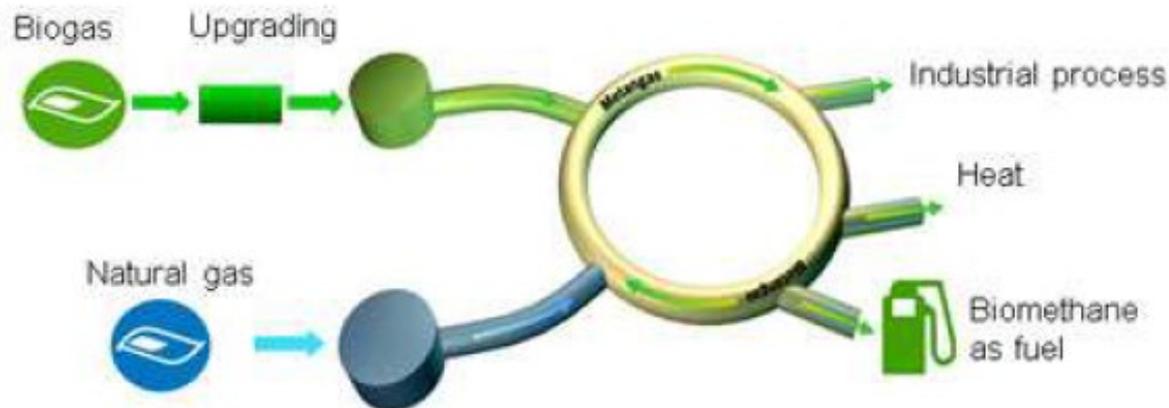
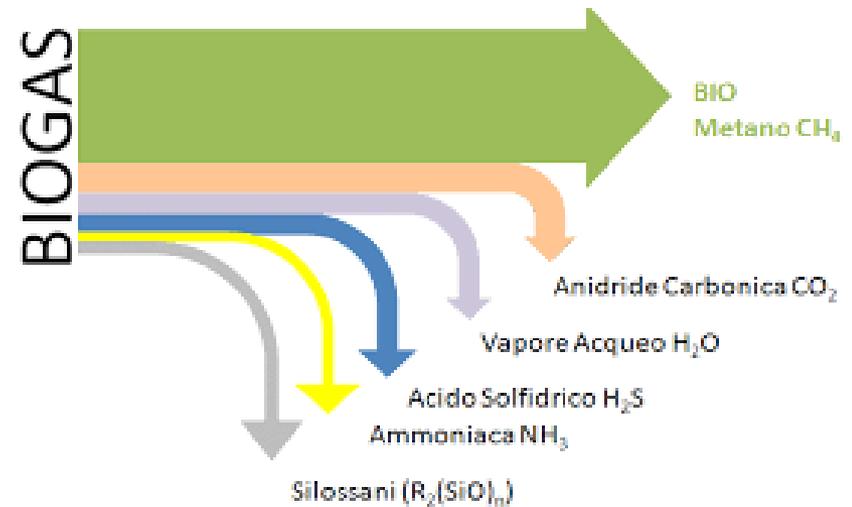


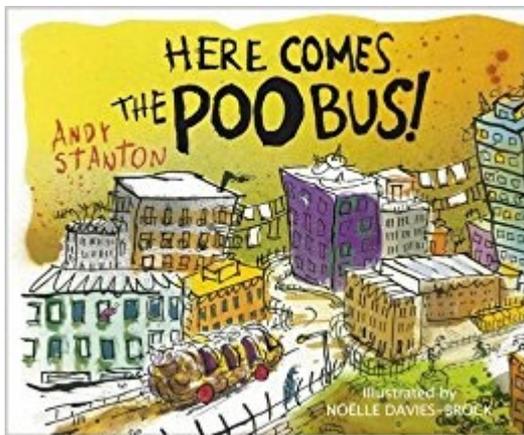
Compost di alta qualità



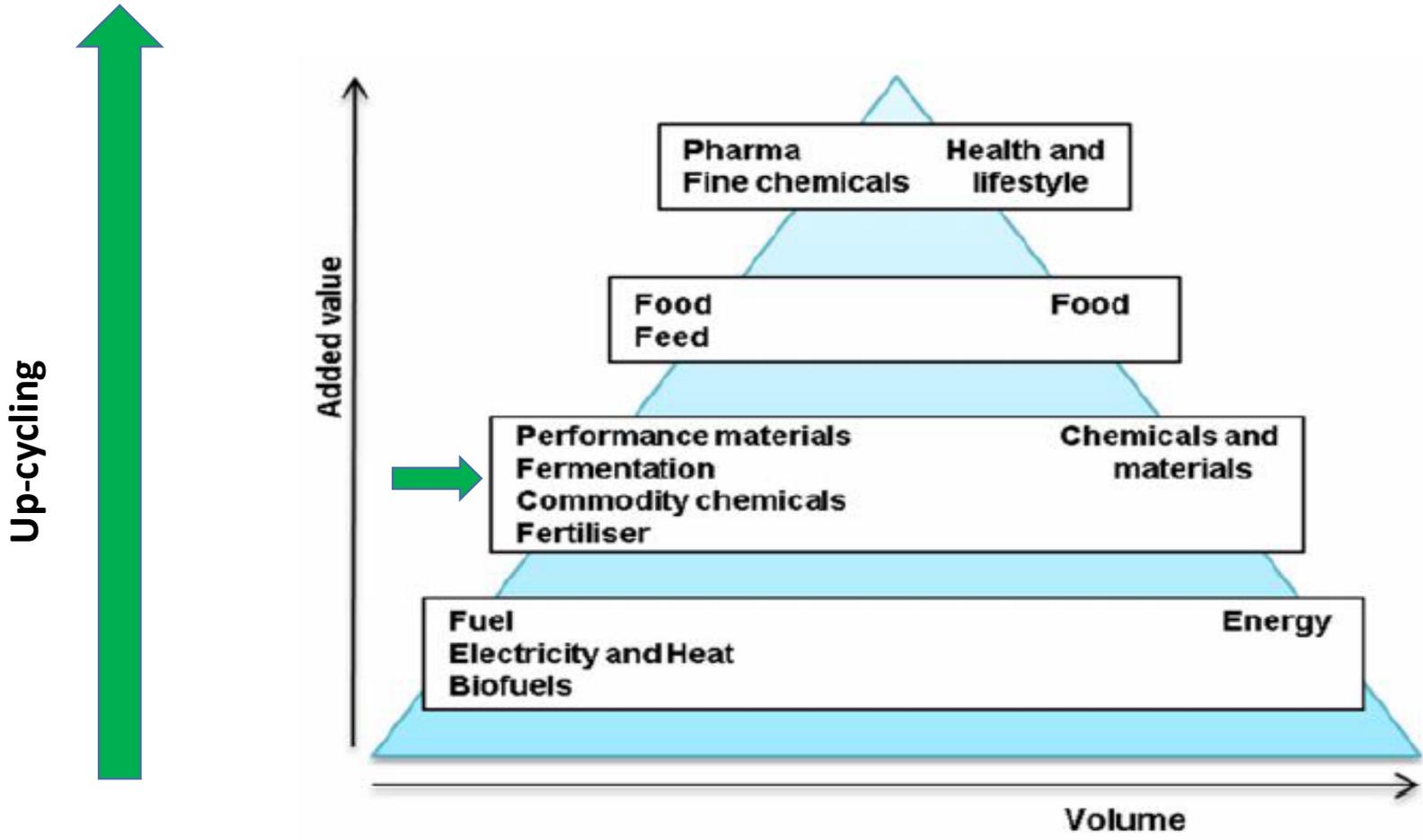


Biogas per la co-generazione di calore ed energia elettrica o biometano per autotrazione





Ma i prodotti ottenuti (metano e compost) sono di valore relativo.
Mediante approcci biotecnologici si può implementare up-cycling per la
produzione di beni ad alto valore aggiunto



Scarti di caffè: una piccola miniera



9.3 Mtons of coffee consumed in 2016/2017



6.0 Mtons of coffee byproducts (Spent Coffee Ground, SCG)



Coffee oil extraction



Biogas production by Anaerobic Digestion

COFFENERY



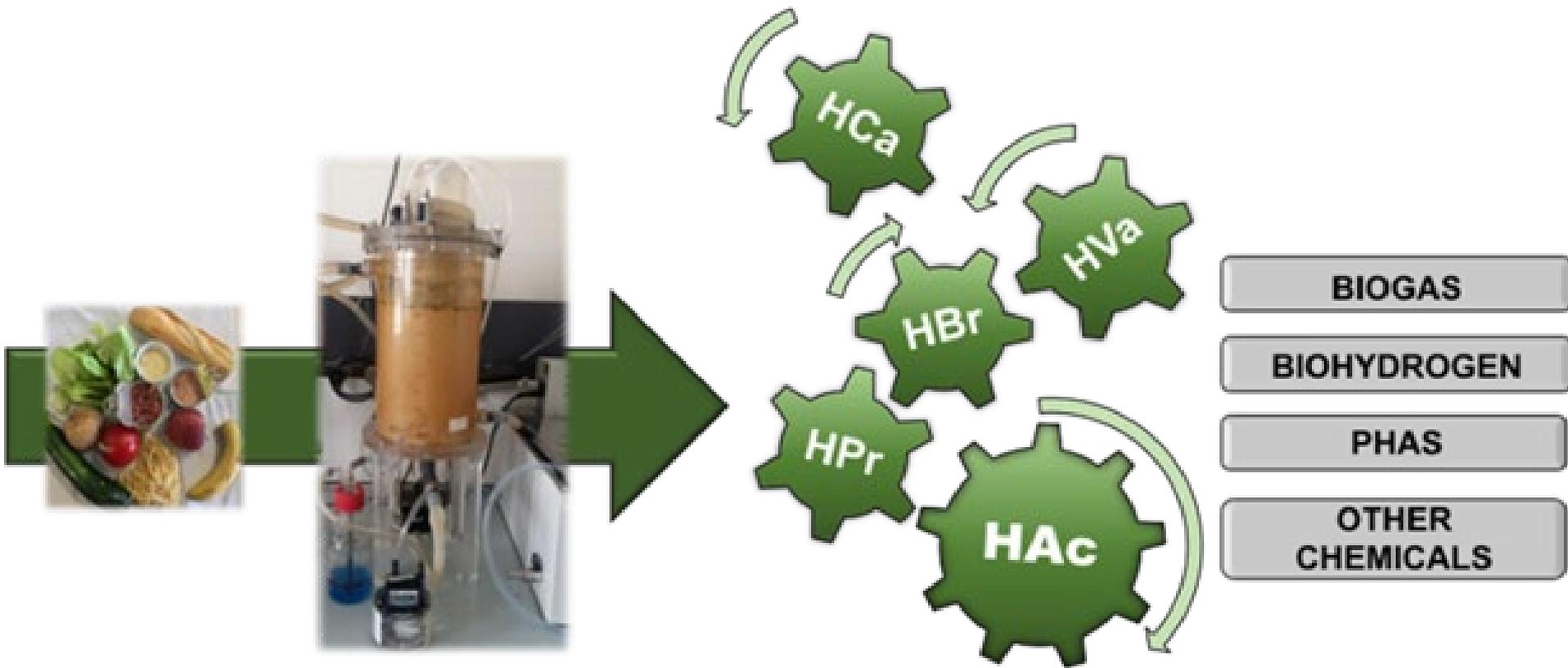
High added values molecules's purification and encapsulation (tocopherols, fatty acids, Cafestol, Kahweol)



Enzymatic hydrolysis for cellulose conversion into glucose

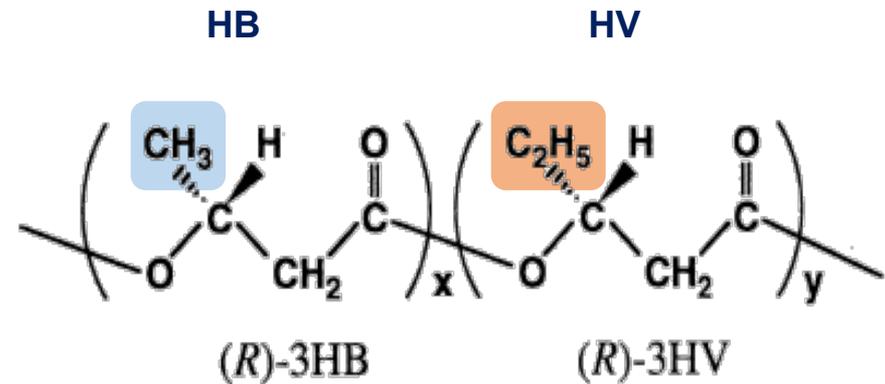
Battista et al., 2020

Rifiuto organico ad acidi grassi, H₂, PHA ...

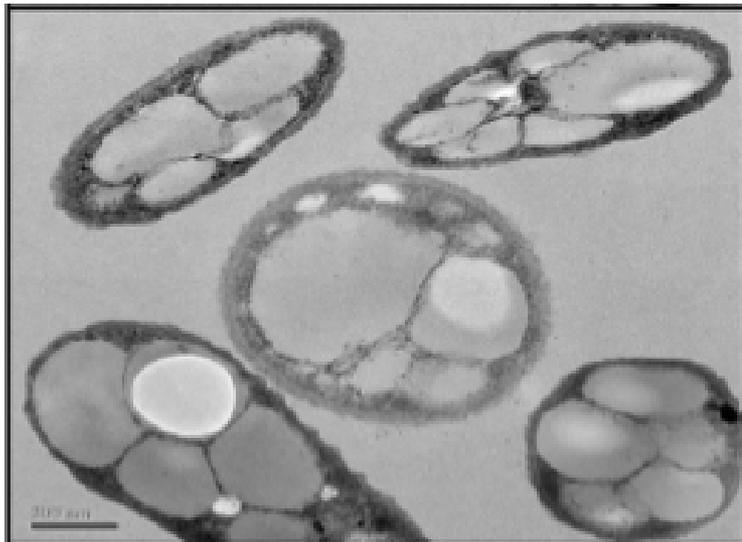


Poli-idrossialcanoati (PHA)

- ✓ **Poliesteri naturali** di origine microbica
- ✓ Materiali di stoccaggio intracellulare (fonte di carbonio e/o energia)
- ✓ Molti batteri (~75 generi, 300 specie)



C. necator con granuli di PHA



Chanprateep J Biosci Bioeng, 2010

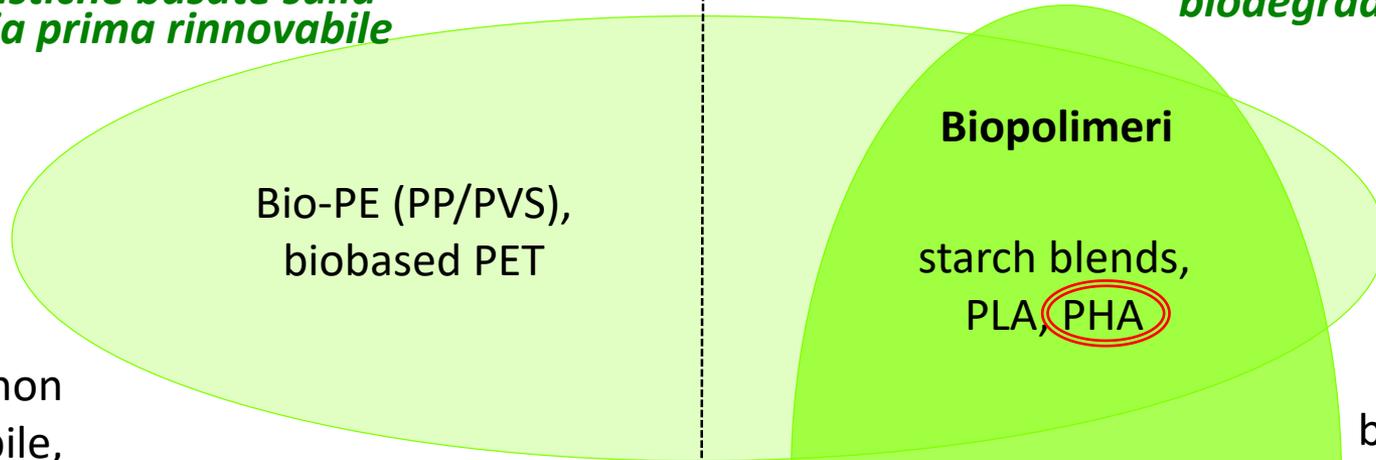
- ↓
- ❖ Generalmente, termoplastici
 - ❖ Plastiche bio-based per diversi utilizzi (anche simili alle plastiche convenzionali)
 - ❖ Proprietà dipendenti dalla composizione monomerica (estrema versatilità)
 - ❖ Facilmente biodegradabile

Classificazione della bioplastica

Biomassa rinnovabile come
materia prima

*Bioplastiche basate sulla
materia prima rinnovabile e
biodegradabili*

*Bioplastiche basate sulla
materia prima rinnovabile*



Bio-PE (PP/PVS),
biobased PET

Biopolimeri

starch blends,
PLA, PHA

biodegradabile,
da recuperare
con organico

non
biodegradabile,
da riciclare per
via meccanica

PE, PP, PS, PVC, PET
ecc.

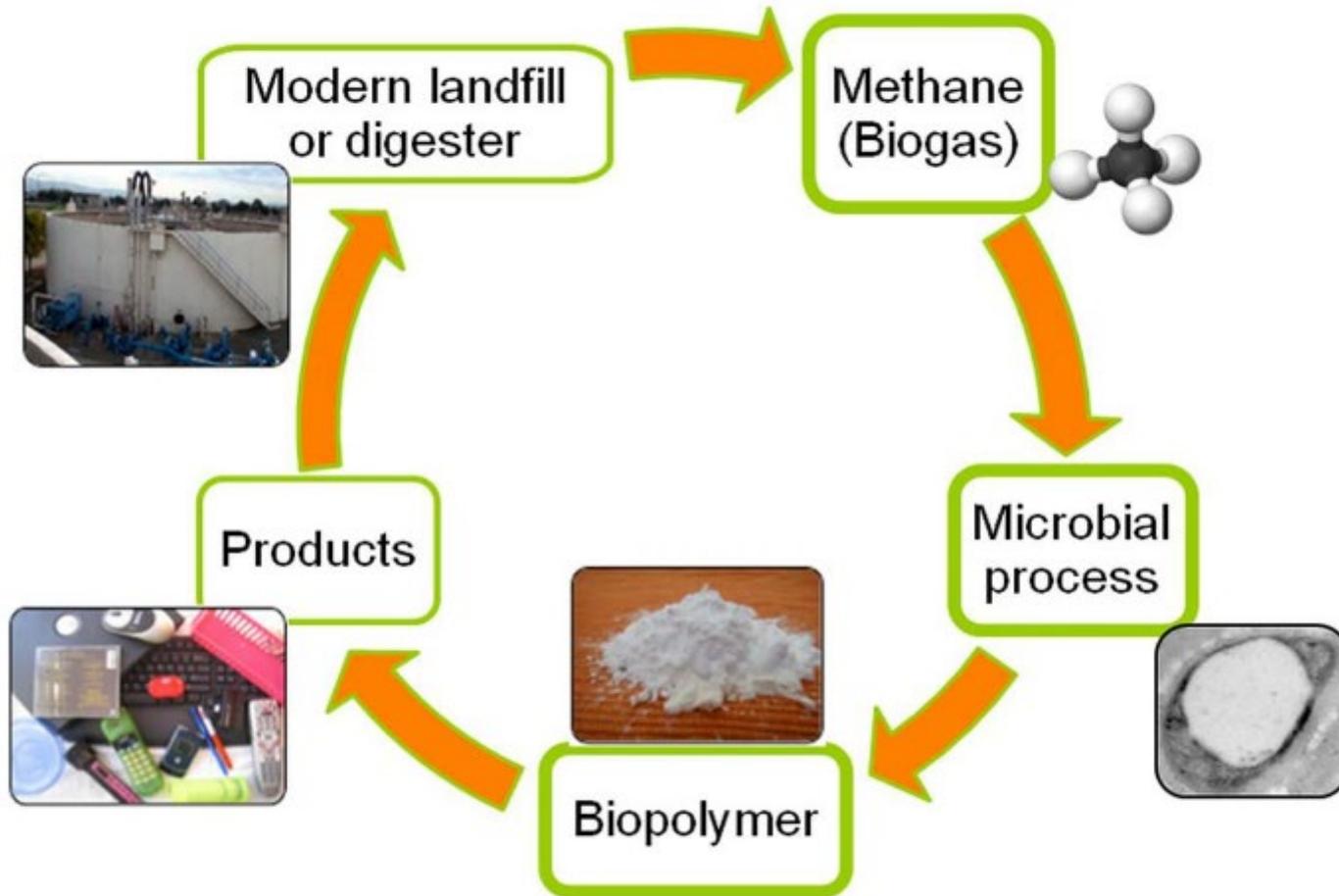
PBAT, PBS, PCL

**Polimeri
convenzionali**

*Bioplastiche basate
sulla biodegradabilità*

Petrolio e derivati come materia prima

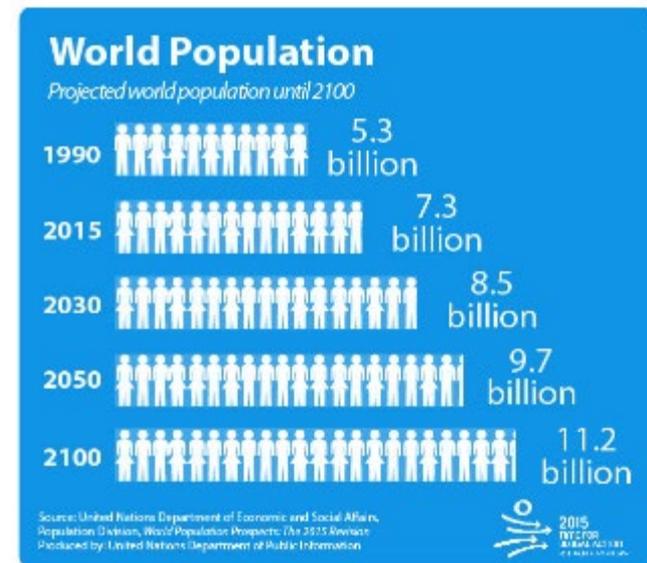
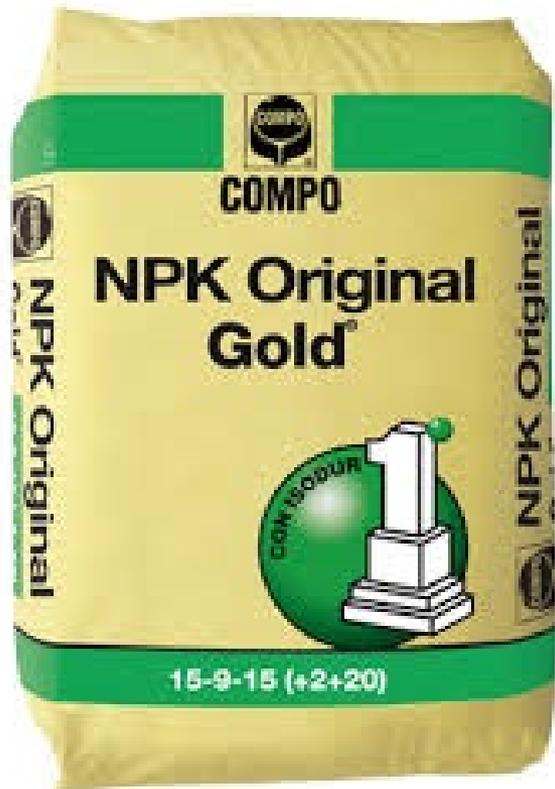
Biogas (CH₄) a biopolimero (PHB)



Source: Newlight

Digestato – a – Nutrienti

Ci servono nutrienti «rinnovabili» per sostenere agricoltura intensiva !



Ma abbiamo bisogno anche di proteine !!!

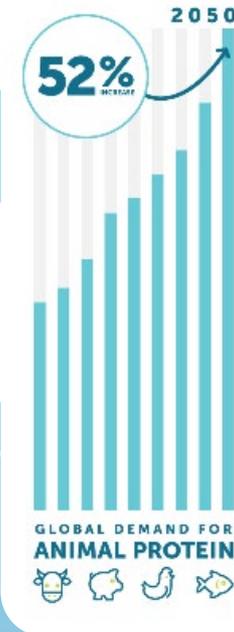
By the year
2050
the world population
is expected to grow to
9.7 billion

Demand for food
will grow

+70%



aumento della
domanda
alimentare
entro il 2050



GREEN DEAL

Incentivato l'uso di
"proteine alternative"
come proteine unicellulari
(SCP) e insetti

Aumentare la
produttività in modo
sostenibile

Change 1

Sviluppare tecnologie
più efficienti

Trovare
proteine alternative
per l'alimentazione di
bestiame e pesci



Produce il **15%** del fabbisogno di proteine di **3 miliardi di persone**

M. D. Smith *et al.*, *Science* 327, 784 (2010).



Acquacoltura

Allevamento di organismi acquatici (**pesci, crostacei, molluschi**)
in ambienti confinati e controllati dall'uomo

Farmed salmon is one of the most eco-efficient and sustainable f

			
Feed Conversion Ratio ¹	1.2-1.5*	1.7-2	2.7-5
Water Consumption ² (liter / kg edible meat)	2,000**	4,300	6,000
Carbon Footprint ¹ (grams CO ₂ -equivalent / typical serving of 40 g edible protein)	0.6*	0.9	1.3

¹ Global Salmon Initiative (GSI) Sustainability Report. Available at: <https://globalsalmoninitiative.org/en/sustainability-report/>. Last accessed October 2019.

² Mowi. Salmon Farming Industry Handbook 2019. Available at: <http://hugin.info/2019/R/22460/1/887370.pdf>. Last accessed October 2019.

* Figures reflect feed conversion ratio and carbon footprint of farmed Atlantic salmon.

** Total water footprint for farmed salmon fillets in Scotland, in relation to weight and content of calories, protein and fat.

Produce il **15%** del fabbisogno di proteine di **3 miliardi di persone**

M. D. Smith *et al.*, Science 327, 784 (2010).

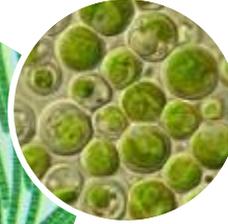
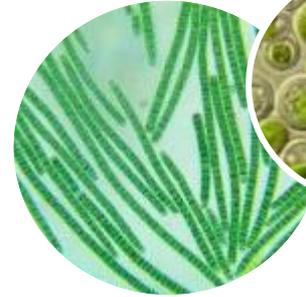
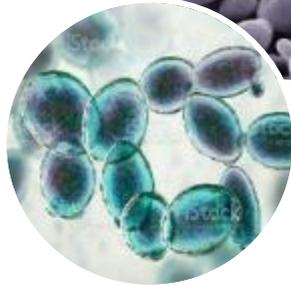


Acquacoltura

Allevamento di organismi acquatici (**pesci, crostacei, molluschi**)
in ambienti confinati e controllati dall'uomo

LIEVITI

- alto contenuto nutrizionale
- accettato dai consumatori
- vitamine e micronutrienti
- substrati diversi
- EEA
- poca Met
- Alto indice Lys & Arg



ALGHE

- utilizzo energia solare e CO₂
- alto contenuto di proteine
- omega 3, sali minerali, carotenoidi, vitamine, clorofilla
- parete cellulare
- poca Gly

SINGLE CELL PROTEINS

Bioproteins = microbial proteins

FUNGHI

- buon contenuto aa
- molte vitamine
- possibile presenza tossine

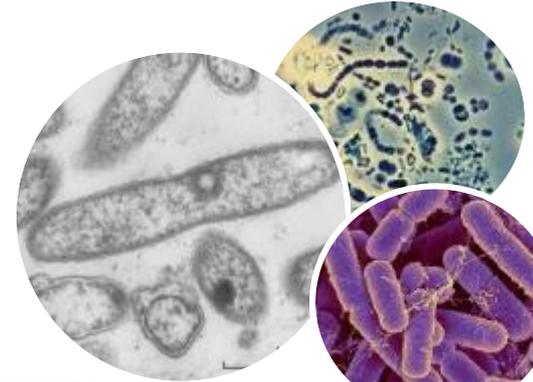


RISPETTO AD AGRICOLTURA

- meno terra
- meno acqua
- crescita piu' veloce
- indipendenti da stagioni/clima
- meno CO₂

BATTERI

- veloce tasso di riproduzione
- substrati diversificati
- alto contenuto di protein e EEA
- alto contenuto di acidi nucleici
- vitamine e fosfolipidi
- aminoacidi solforati



Biomasse microbiche come fonte proteica alternativa e sostenibile

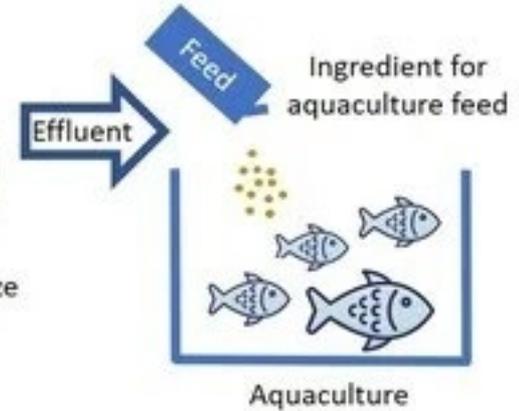
Biorefinery of agro-residues and livestock effluent



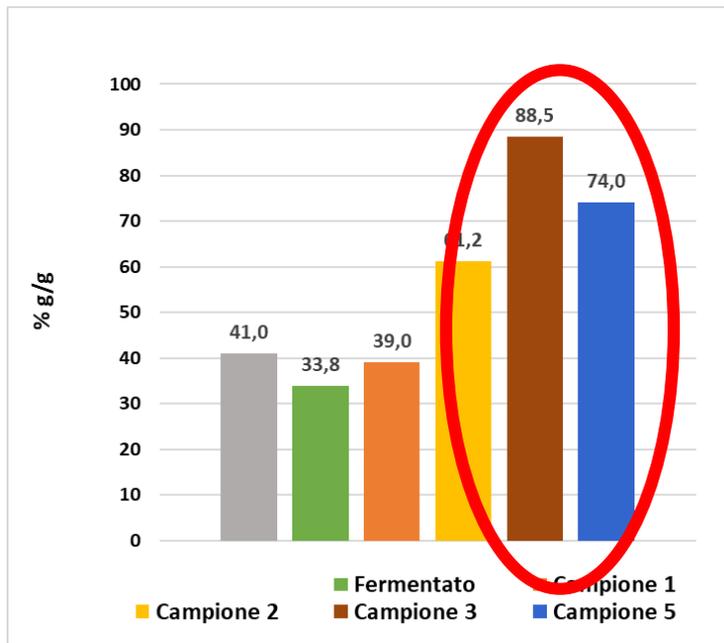
Influent
Bio-based VFAs



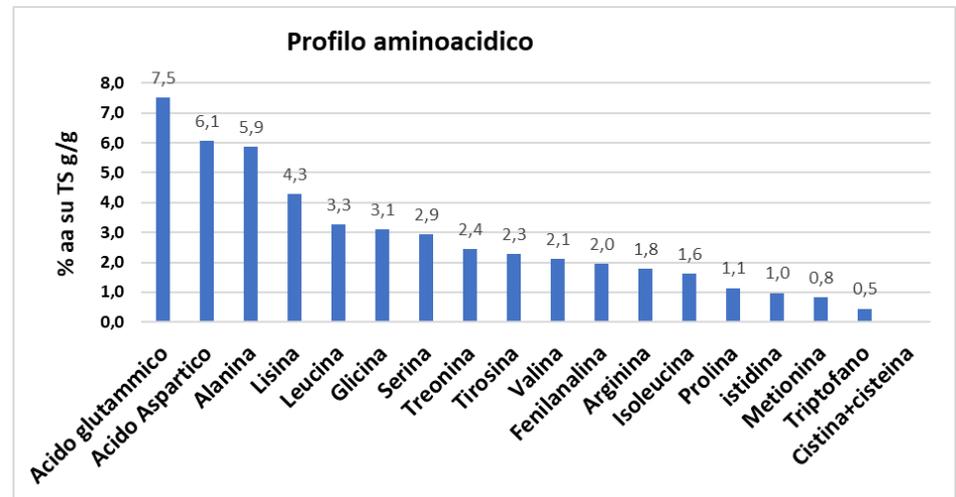
Production of freeze dried PHA rich microbial cells



Contenuto proteico raggiungibile fino al 70-80%



Botturi et al, 2021



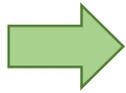
Idrolizzati proteici come materia prima per la produzione di biostimolanti

PRETRATTAMENTO DEI RESIDUI AGROZOOTECNICI

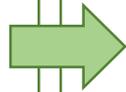


IMPIANTO PILOTA:

INPUT: Residui agro-zootecnici (insilato di erba, pula di riso, effluenti zootecnici)



Processo di separazione solido / liquido



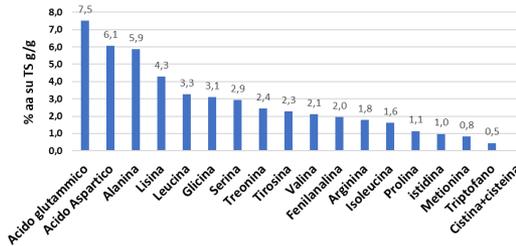
Unità di fermentazione acidogenica
Volume di lavoro 5 m³

IMPIANTO PILOTA PRODUZIONE DI IDROLIZZATI PROTEICI

Produzione di biomasse microbiche e proteine idrolizzate come biostimolanti



Profilo aminoacidico campione 3



TEST, CONVALIDA E INDUSTRIALIZZAZIONE



Quindi, riassumendo:

1. Dobbiamo **RIDURRE** il rifiuto organico prodotto e implementare una efficace raccolta differenziata della parte rimanente
2. Dobbiamo **VALORIZZARE** questo flusso di scarto così abbondante nelle nostre città per produrre energia elettrica e termica, carburanti, fertilizzanti/ammendanti rinnovabili, proteine, idrolizzati proteici
3. Le **biotecnologie industriali** servono (anche) a questo

Biotech Staff

Prof. David Bolzonella



Dr. Giovanna Pesante

Dr. Fabio Rizzioli



Dr. Andrea Martelli



Dr. Federico Battista

Dr. Jesus Rodriguez

Prof. Nicola Frison

PhD and (some) Master students

Dr. Miriam Menini

