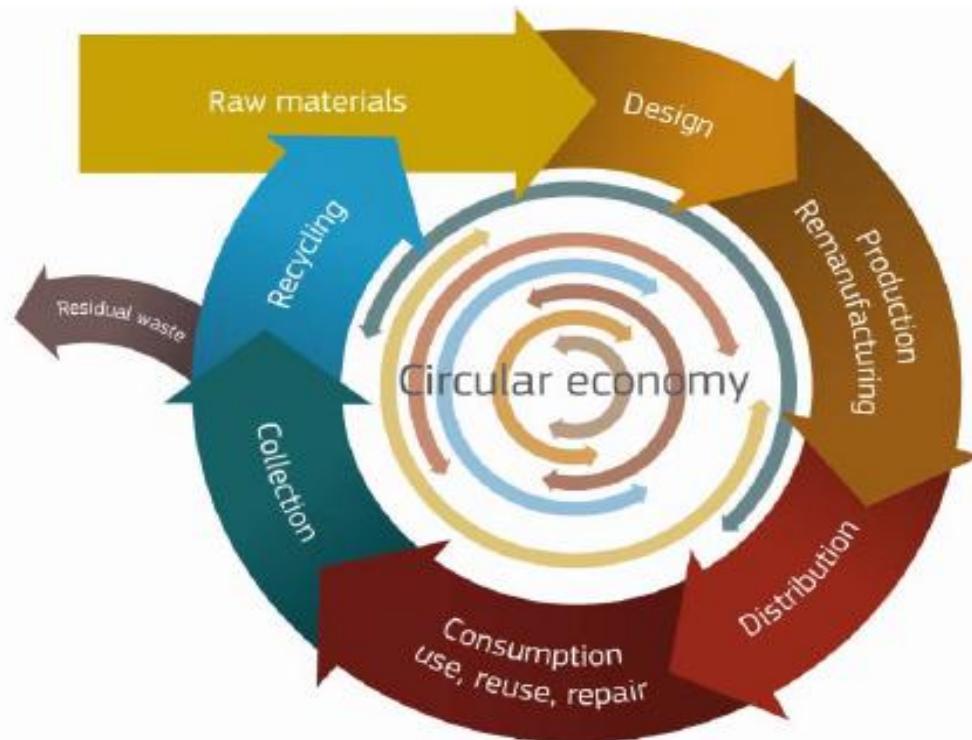


# Valorizzazione di scarti e rifiuti



# Scarti agroalimentari

- Prodotti partendo dall'ambito agricolo di trasformazione industriale fino al contesto domestico
- Circa **1,3 miliardi di tonnellate di rifiuti/scarti alimentari mondiali annuale**
- Conseguenze sulla sostenibilità ambientale, lo spreco delle risorse e la salute umana
- Serbatoio di sostanze chimiche quali : proteine, carboidrati, lipidi e acqua



Settore alimentare	produzione processi	% di scarti e sottoprodotti
settore ittico	Conserve di pesce	30-65
	Sfilettatura del pesce, stagionamento, salatura e il fumo	50-75
	Elaborazione crostacei	50-60
	Trattamento molluschi	20-50
settore di carne	macellazione carne Bovina	40-52
	macellazione del maiale	35
	macellazione del pollame	31-38
settore lattiero-caseario	Il latte, il Burro e la produzione di crema	trascurabile
	La produzione di Yogurt	(2-6)
	formaggio fresco morbido e cotto	85-90
settore vitivinicolo	Produzione di vino bianco	20-30
	produzione di vino rosso	20-30
settore ortofrutticolo	produzione di frutta e succhi vegetali	
	Traformazione e conservazione di frutta e verdura	(5-30)
	Produzione di Olio vegetali	40-70
	La produzione di amido di Mais	80
	la produzione di amido di frumento	50

## Componenti nobili negli scarti agroalimentari

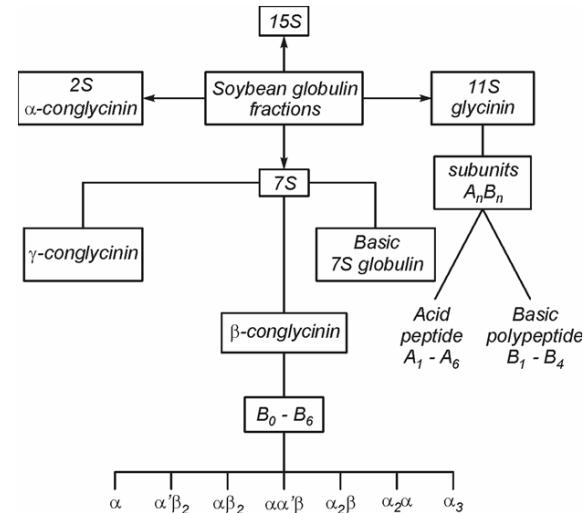
Alcune esempio tipo di scarti alimentarri	contenuto di acqua (%)	contenuto carboidrati (%)	contenut o proteina (%)	contenuto olio/grasso
scarti di carne	41		24.6	69.9
scarti di pesce	73.9	—	57	19.1
farina di soia	10	29.9	42	4
farina di seme di lino	8	38	36	0.5
lievito di birra da birrerie	5	39.5	43	1.5
lievito idrolizzato	5.5	—	52.5	—
farina di pesce	8		65	3.8
Pharmamedia (derivato dall'embrio del cottone)	1	24.1	59.2	4
siero	92.7	4.9	0.9	0.9
crusca del frumento	11	64.5	15.5	4.2
polpa di pomodoro (base secca)		25.4-50 (fibra)	15.4-23.7	5.4-20.5

## Farine di semi oleosi come fonte proteica



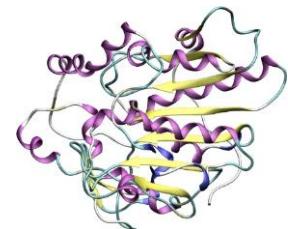
- Ottenute dalla desoleazione dei semi oleosi (per es. soia, colza, girasole)
- Hanno un contenuto proteico variabile. Per es. **farina soia** circa 50% di proteine grezze)

Esempi di proteine	%	Proprietà
Glicinina	35-40	Migliora le proprietà gelificanti, la solubilità delle proteine e la stabilità delle emulsioni
$\beta$ -Conglicinina	25-30	Riduce colesterolo e trigliceridi del sangue

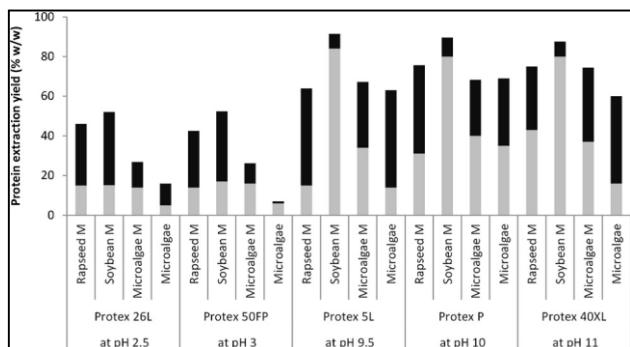


Nomenclatura e composizione delle globuline di soia. (Barać et al. 2004)

# Farina di semi oleosi come fonte proteica



- Valorizzazione della farina di semi oleosi mediante metodi estrattivi:
- Metodi estrattivi con minime effetti collaterali e problemi ambientali, ottima resa
- Ad esempio: estrazione facilitata da enzimi



**Resa di estrazione di proteine dopo 3 ore di incubazione senza enzimi ( barre grigio chiaro) e dopo un'aggiunta di enzimi (barre nere) (M=farina) (Sari et al. 2013).**

Enzyme	Preferred cleavage site <sup>b</sup>	
	N-terminal	C-terminal
<b>Serine proteases</b>		
Trypsin	↓ –Arg (or Lys)–Yaa–	
<i>Achromobacter</i> protease	↓ –Lys–Yaa–	
Chymotrypsin, subtilisin	↓ –Trp (or Tyr, Phe, Leu)–Yaa–	
Elastase, $\alpha$ -lytic protease	↓ –Ala (or Ser)–Yaa–	
Proline-specific protease	↓ –Pro–Yaa–	
<i>Staphylococcus</i> V8 protease	↓ –Asp (or Glu)–Yaa–	
Carboxypeptidase Y	↓ –Xaa–Yaa–	
<b>Thiol proteases</b>		
Papain, <i>Streptococcus</i> protease	↓ –Phe (or Val, Leu)–Xaa–Yaa–	
Clostripain, cathepsin B	↓ –Arg–Yaa–	
Cathepsin C	↓ H–X–Phe (or Tyr, Arg)–Yaa–	
<b>Metal proteases</b>		
Thermolysin	↓ –Xaa–Leu (or Phe)–	
<i>Myxobacter</i> protease II	↓ –Xaa–Lys–	
<b>Aspartic proteases</b>		
Pepsin	↓ –Phe (or Tyr, Leu)–Trp (or Phe, Tyr)–	

# Scarti ittici

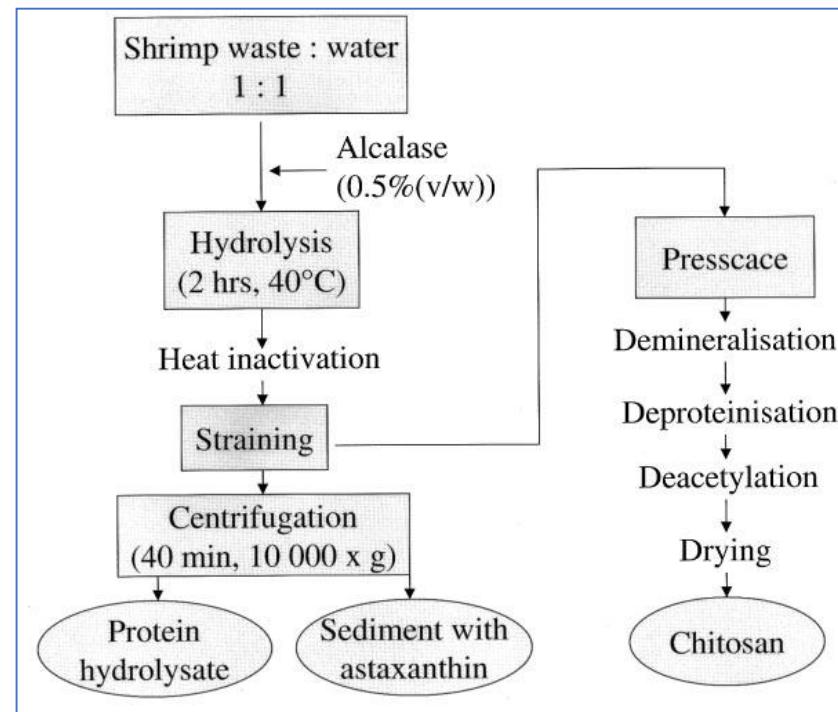


- La filiera del pesce produce dal 20% al 80% di scarti
- Sono fonte di proteine (58%) , lipidi (18%) e minerali

Tipo di proteine nel pesce	Uso
Collagene e Gelatina	Settore alimentare, farmaceutico e cosmetico
Enzimi (proteasi digestive)	Settore industriale : alimentare, chimico, ambientale, cosmetico

## Valorizzazione scarti di pesce e crostacei:

- farina di pesce
- idrolizzati proteici
- chitosano

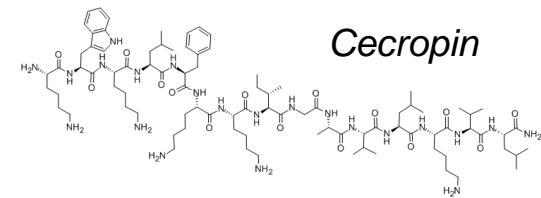


Processamento di scarti di gamberi (Gildberg et Stenberg 2001).

# Peptidi bioattivi nell'industria farmaceutica

- Ottenute per lo più dall'idrolisi enzimatica delle proteine alimentari
- Alternative ai prodotti di sintesi
- Sicure ed economiche per il trattamento farmacologico
- Esercitano molte funzione fisiologiche tra cui: inibitori dell'ACE, antibatterica, antiossidante

Fonte	Bio-peptide	Funzione
Pelle del merluzzo <i>d'Alaska</i>	Gly-Pro-Leu	Inibitore dell'ACE
<i>Undaria pinnatifida</i> (alga)	Tyr-Asn-Lys- Leu	Inibitore dell'ACE
<i>Drosophila</i> (insetto)	Cecropin Defensin Drosocin	Antibatterica



Cecropin



Antibiotico peptidico contro batteri resistenti agli antibiotici convenzionali

# Siero di latte



- Sottoprodotto della produzione del formaggio
- Produzione mondiale stimata a 180-190 milioni di tonnellate l'anno
- Inquinante ambientale (BOD= 27- 60g/L)
- Componenti proteici del siero:

## Esempi di applicazioni:

- Idrolizzati per formulati per l'infanzia
- Integratori alimentari
- Peptidi per la cosmetica
- Integratori per pazienti sofferenti di fenilchetonuria

proteine	concentrazioni (g/L)	peso molecolare (Kda)	numeri di amminoacidi
β-lattoglobulina	1.3	18,277	162
α-lattoalbumina	1.2	14,175	123
sieroalbumina	0.4	66.267	582
		25,000 (catena leggera) + 50,000 (catena pesante)	
Immunoglobuline	0.7		—
Lattoferrina	0.1	80,000	700
Lattoperossidasi	0.03	70,000	612
Glicomacropeptide	1.2	6700	64



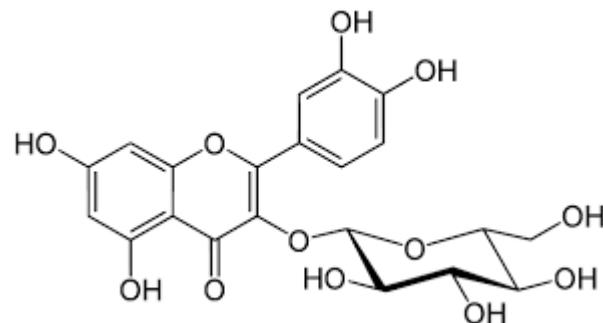
# Valorizzazione di scarti o sottoprodoti agro-alimentari per l'estrazione di molecole bioattive

# Biomolecole estratte da fonti vegetali con l'ausilio di enzimi

Product type	Product	Source	Enzyme used	Maximum yield (%)
Oils and carotenoids	Oil	Grape seed	Cellulase, protease, xylase and pectinase	17.5
	Carotenoids	Marigold flower	Viscozyme, Pectinex, neurase, corolase and HT-proteolytic	97
	Volatile oil	Mandarin peel	Xylan-degrading enzymes	15
	Carotene	Carrot pomace	Pectinex Ultra SP-L	0.0064
	Lycopene	Tomato	Pancreatin	2.5-fold
		Tomato	Cellulase and pectinase	206
	Capsaicin	Chilli	Cellulase, hemicellulase and pectinase	n.d. <sup>a</sup>
	Colourant	Pitaya	Pectinolytic, hemicellulolytic and cellulolytic enzymes	83.5
	Anthocyanin	Grape skin	Pectinex BE3-L	n.d. <sup>a</sup>
Glycosides	Sugar	Grapefruit peel waste	Cellulase and pectinase	0.6377
	Oligosaccharide	Rice bran	Cellulase	39.9
	Inulin	Jerusalem artichoke	Inulinase	n.d. <sup>a</sup>
	Starch	Cassava	Pectinase enzyme	45.6
	Pectin	Pumpkin	Xylase, cellulose, β-glucosidase, endopolygalacturonase and pectinesterase	14.0
Others	Vanillin	Vanilla green pods	β-glucosidase and pectinase	14–21
	Flavonoid (naringin)	Kinnow peel	Recombinant rhamnosidase	n.d. <sup>a</sup>
	Phenolics	Citrus peel	Celluzyme MX	65.5
	Proteins	Lentils and white beans	Glucoamylases	50.3
	Polyphenols	Grape pomace	Pectinolytic	98.1
	Catechins	Tea beverage	Pepsin	80
	Lignans	Flax	Cellulase and glycosidase	40.75 mg/g
	Soluble fibre	Carrot pomace	Cellulase-rich crude preparation	77.3

<sup>a</sup>Abbreviation: n.d., not defined.

# POLIFENOLI



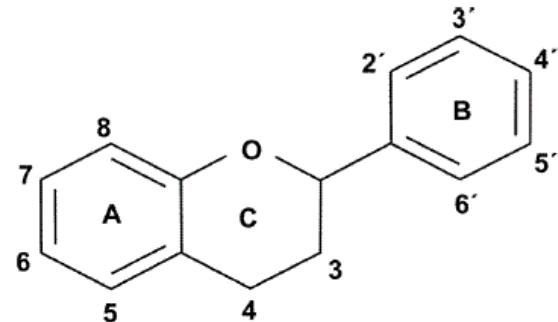
(isoquercitrin, quercetin-3-O-beta-D-glucuronide and kaempferol-3-O-glucoside)

Example:

RED VINE LEAF EXTRACT

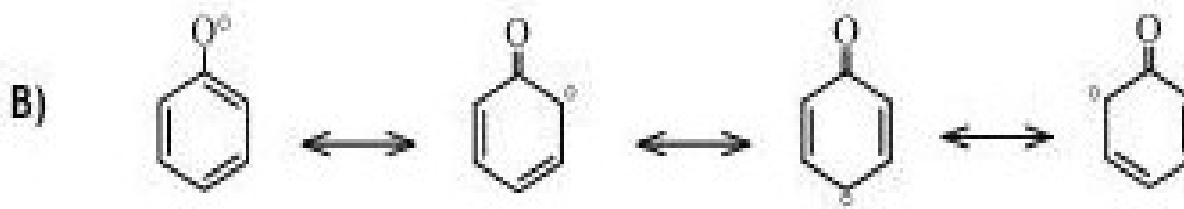
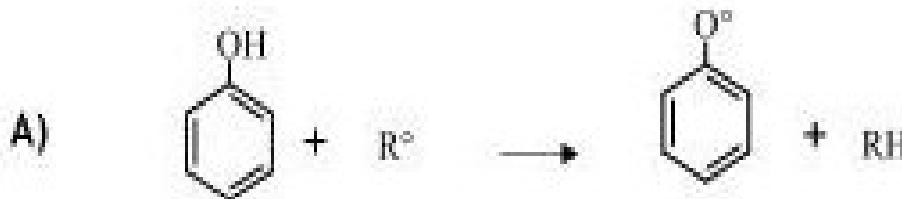
*Vitis vinifera*

## FLAVONOIDI



- FLAVANOLI
- FLAVONOLI
- ANTOCIANI
- TANNINI

# POLIFENOLI: MECCANISMO ANTIOSSIDANTE



**A) Attraverso la rottura omolitica del legame, il gruppo fenolico cede l'atomo di idrogeno con l'elettrone spaiato al radicale, inattivandolo.**

**A) L'elettrone spaiato del fenossiradicale formato si delocalizza sull'anello aromatico, stabilizzando la molecola e rendendola meno reattiva.**

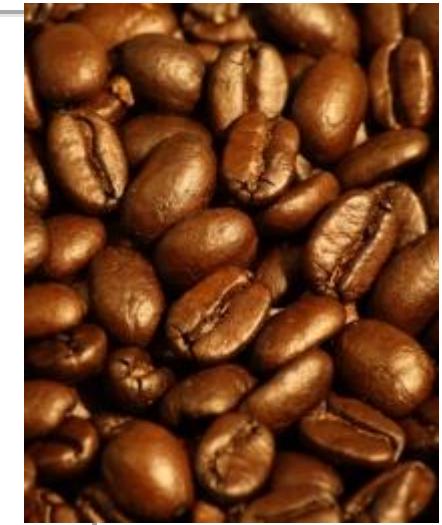
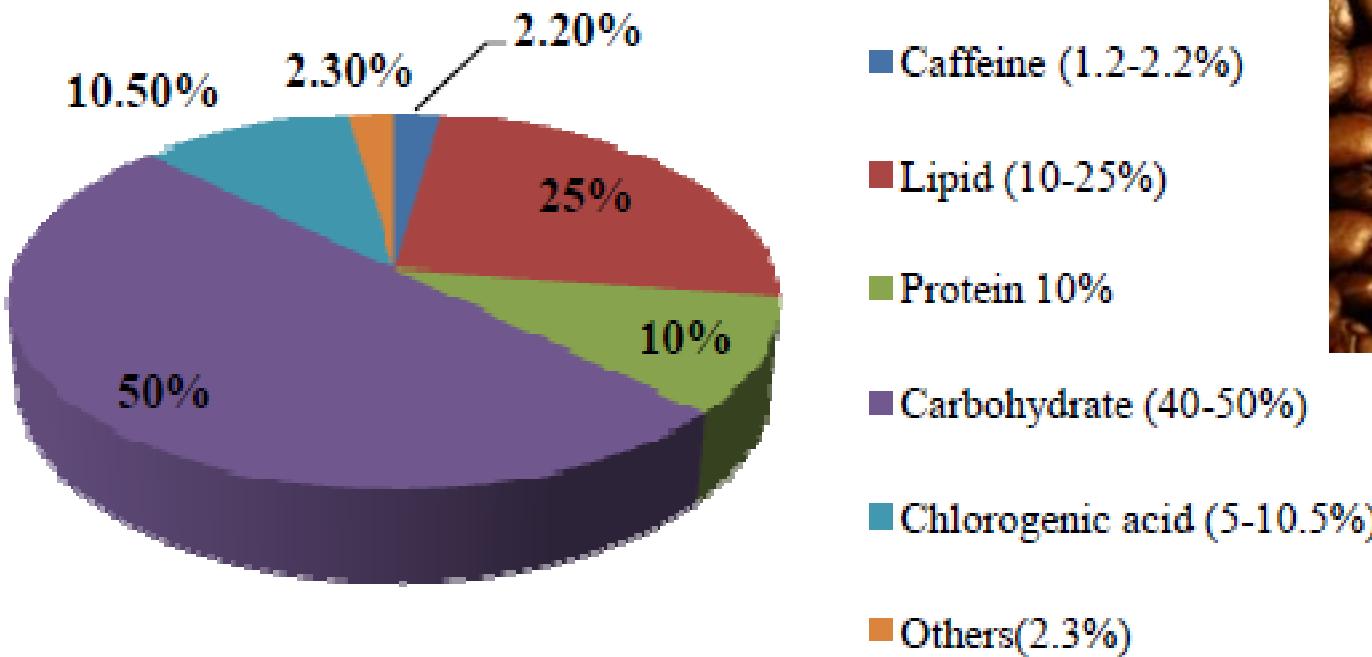
# Valorization of coffee waste

**$1.3 \times 10^9$  t of food waste generated worldwide per annum**

- World coffee production: 5.9 million tons (first raw material exported by size after crude oil)
- Italy: 324.000 ton



# coffee seed composition



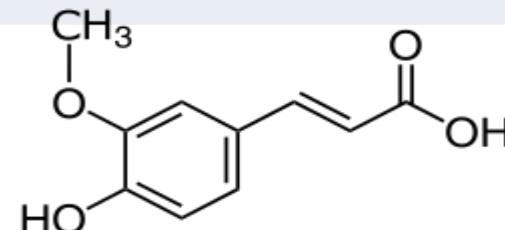
## Lipids:

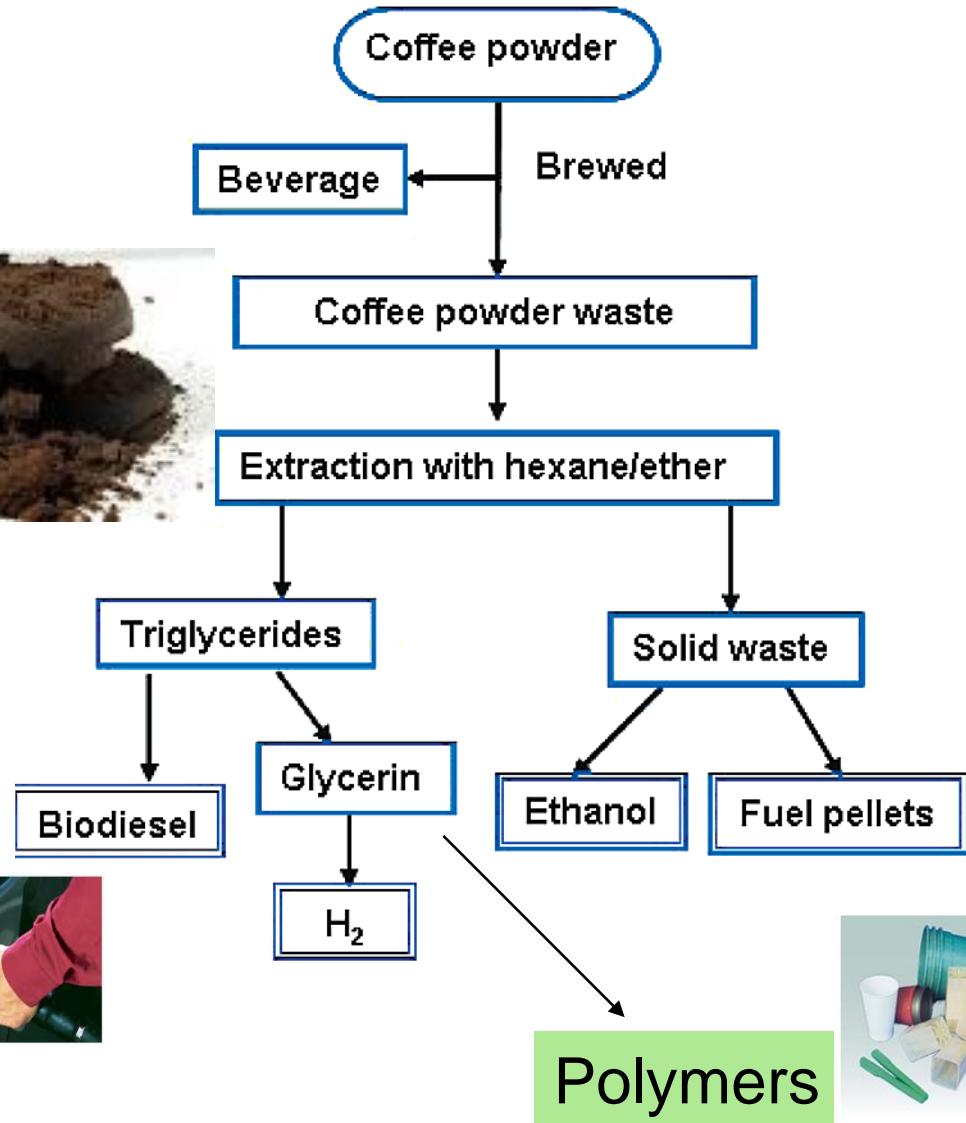
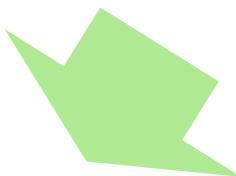
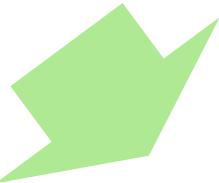
Triglycerides 75%

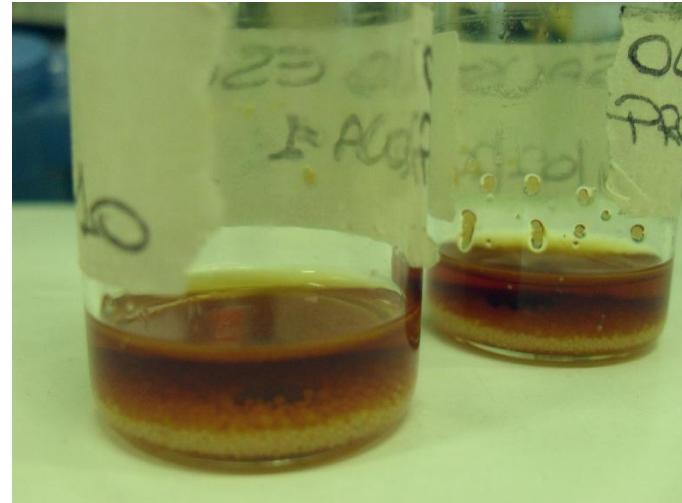
Esters of diterpenes or fatty  
ac. 18%

Tryptamine derivatives, sterols,...

Ferulic acid (precursor of vanillin: 15.000 ton market request)







*Biomolecules* **2013**, *3*, 514-534; doi:10.3390/biom3030514

OPEN ACCESS

**biomolecules**

ISSN 2218-273X

[www.mdpi.com/journal/biomolecules/](http://www.mdpi.com/journal/biomolecules/)

Article

## Lipases Immobilization for Effective Synthesis of Biodiesel Starting from Coffee Waste Oils

Valerio Ferrario <sup>1</sup>, Harumi Veny <sup>2</sup>, Elisabetta De Angelis <sup>3</sup>, Luciano Navarini <sup>3</sup>, Cynthia Ebert <sup>1</sup>, and Lucia Gardossi <sup>1,\*</sup>

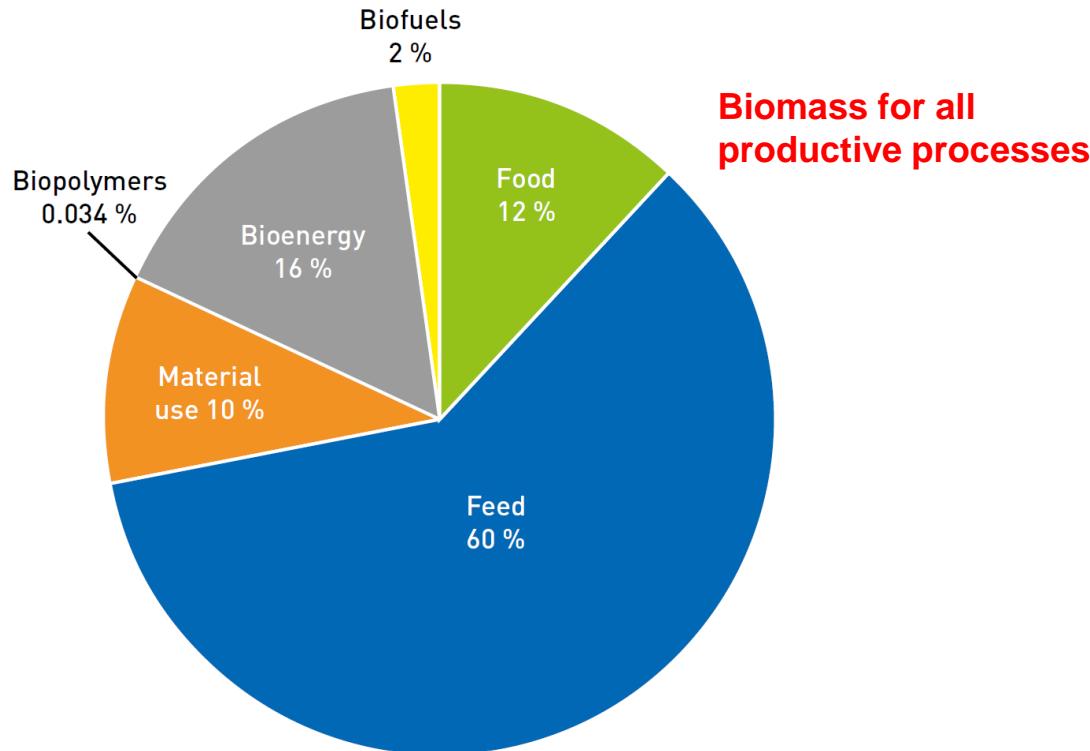
<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche, Università degli Studi di Trieste, Piazzale Europa 1, Trieste 34127, Italy; E-Mails: vferrario@units.it (V.F.); ebert@units.it (C.E.)

<sup>2</sup> Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Malaya, Malaysia; E-Mail: my\_harumi@yahoo.com (H.V.)

<sup>3</sup> illycaffè S.p.A., via Flavia 110, Trieste 34147, Italy;  
E-Mails: elisabetta.deangelis@illy.com (E.D.A.); luciano.navarini@illy.com (L.N.)

# NUOVE FONTI DI PROTEINE SOSTENIBILI

5



# NUOVE FONTI DI PROTEINE SOSTENIBILI

- Organismi monocellulari
- Insetti

Huguette Tchokouadeu Zukwe  
Tesi di Laurea in Farmacia, 2016

# Alghe come fonte di proteine



- Organismi fotosintetici
- Fonte di proteine con un contenuto che varia a seconda della specie, clima e localizzazione
- Diverse sono le specie utilizzati a scopo alimentare



Alghe	Proteine	Carboidrati	Lipidi
Anabaena cylindrica	43-56	25-30	(4-7)
Aphanizomenon flos-aquae	62	23	3
Chlamydomonas rheinhardii	48	17	21
Chlorella pyrenoidosa	57	26	2
Chlorella vulgaris	51-58	12-17	14-22
Euglena gracilis	39-61	14-18	14-20
Porphyridium cruentum	28-39	40-57	(9-14)
Scenedesmus obliquus	50-56	(10-17)	(12-14)
Spirogyra Sp	(6-20)	33-64	nov-21
Arthrospira maxima	60-71	13-16	(6-7)
Spirulina platensis	46-63	(8-14)	(4-9)
Synechococcus sp	63	15	11

## *Spirulina platensis*

- Alghe filamentose, a forma di spira
- Contenuto proteico di circa il 63%
- Facile da digerire e da assimilare
- Contiene tutti gli **amminoacidi essenziali** e non essenziali in proporzione ottimale

# Organismi cellulari: il caso delle microalghe come fonte sostenibile e rinnovabile di proteine

Alghe	Regione	Uso
Alaria	Giappone	Strice chiamati "Saumen" sono essiccati, salati e venduti
Ascophyllum, Fucus, Laminaria	Giappone, USA, Nuova Zelanda	mangimi per bestiame, pollame e maiale
Ulva	Chile	Cibo
Laminaria	Giappone	Cibo
Porphyra tenera (Amanori)	Inghilterra, Corea, Cina, Giappone	dieta regolare, cibo
Laminaria, Monostroma		
Undaria, Sargassum		
Rhodomenia Palmata	non disponibile	cibo e confezione salato di nome "Dulse"
Rhodymenia, Chlorella	Isole del Pacifico, regione orientale	porzione regolare di dieta
Pyrenoidosa, Spirulina, Synechococcus		
Ulva	Europa	dieta regolare
Ulva lactuca	Scozia	usata nell'insalata e nella minestra
Sargassum	Cina	mangimi



**Raccolta di spirulina in un ouadi del Ciad**

## GLI INSETTI COME FONTE DI PROTEINE SOSTENIBILI E RINNOVABILI

- Gli insetti forniscono proteine di alta qualità (circa 50-80% in peso secco)
- Ricche di amminoacidi essenziale soprattutto lisina, leucina e metionina
- **Meno emissione di gas serra per kg di peso**
- **L'allevamento di insetti è meno dipendente dalla disponibilità di terreno del bestiame convenzionale**
- **Gli insetti possono nutrirsi di scarti organici**

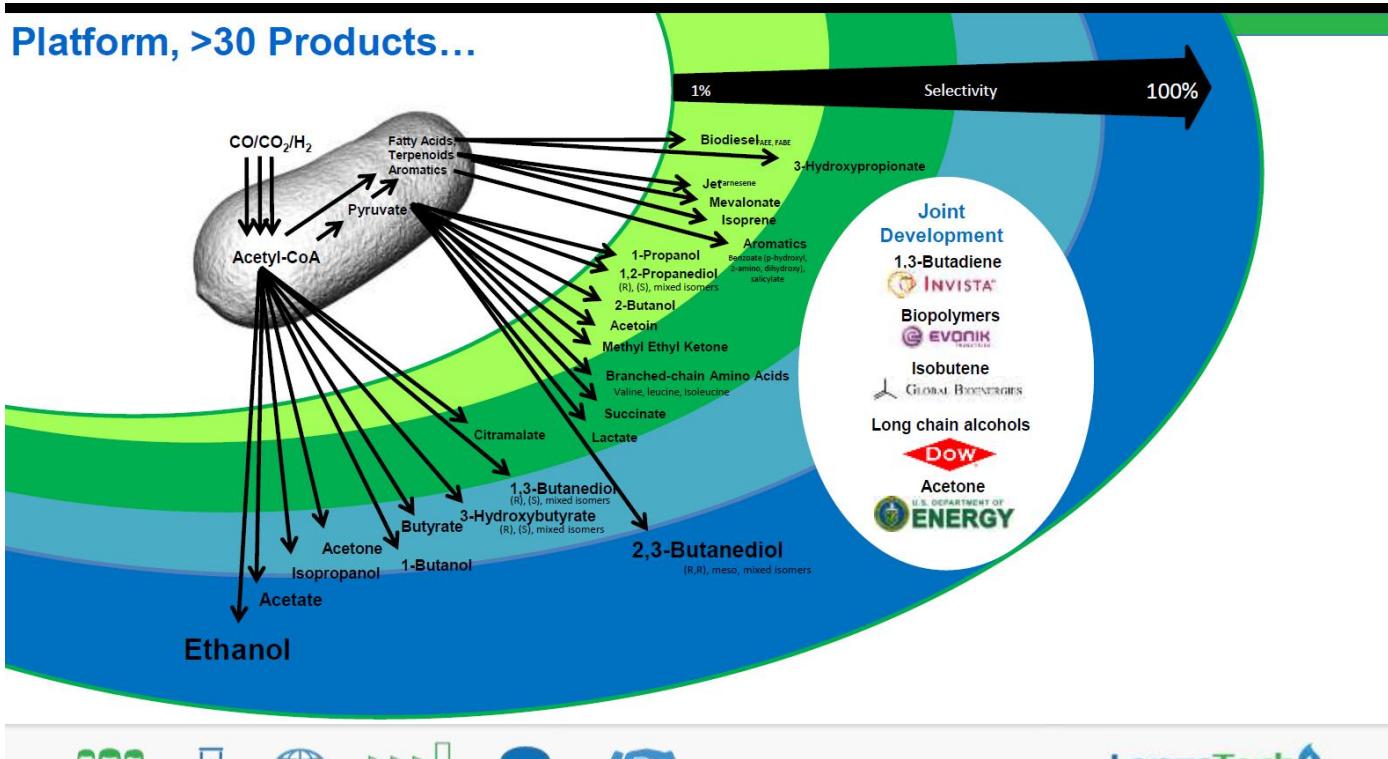


Thomas Calame

[www.fao.org/forestry/edibleinsects](http://www.fao.org/forestry/edibleinsects)

# Le biotecnologie permettono di convertire CO<sub>2</sub> e CO in prodotti chimici e carburanti: ingegneria metabolica

Platform, >30 Products...



**LanzaTech**  
capturing carbon. fueling growth.

# LanzaTech Nutritional Protein

A NEW SUSTAINABLE SOURCE OF  
**PROTEIN FROM CO<sub>2</sub>**



**LanzaTech**

Nasdaq: LNZA

Pictured: LanzaTech Nutritional Protein  
Produced in pilot facility in Illinois