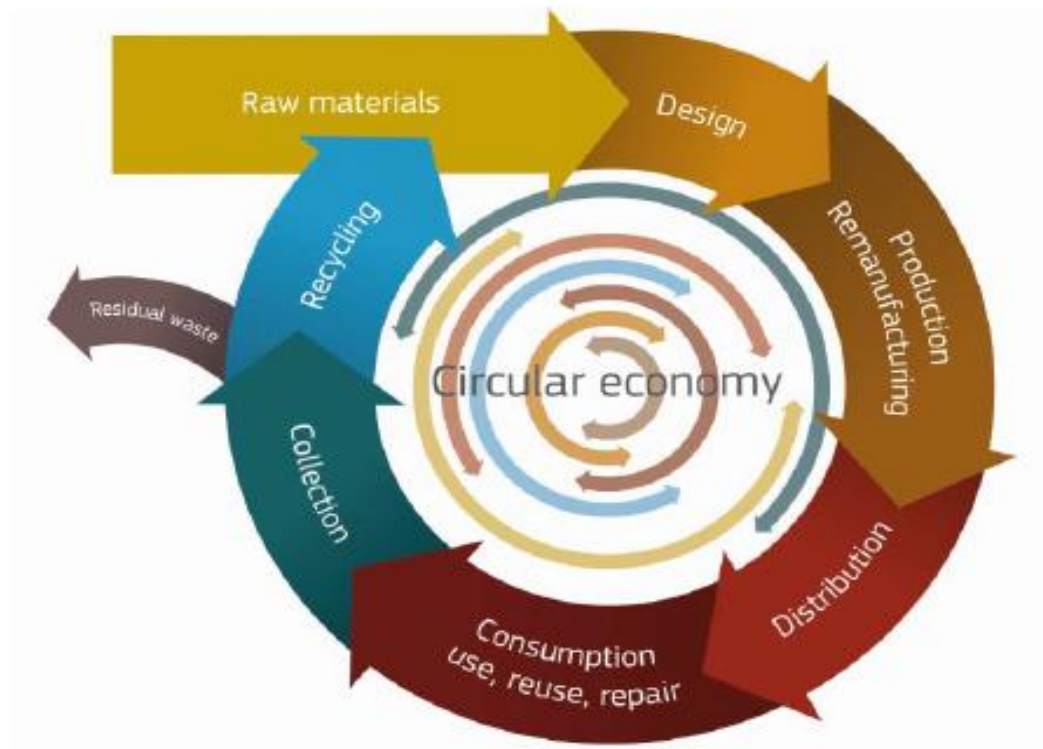


Valorizzazione di scarti e rifiuti



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	Conseve 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	
	Tasformazione e conservazione di frutta e verdure	(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

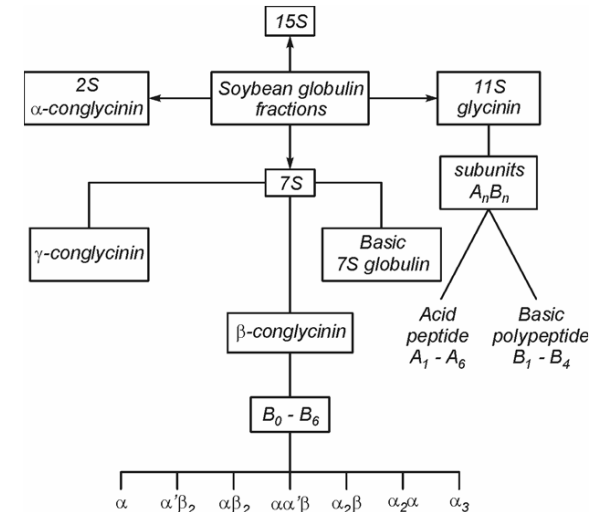
Alcune esempio tipo di scarti alimentari	contenuto di acqua (%)	contenuto carboidrati (%)	contenuto proteina (%)	contenuto olio/grasso
scarti di carne	41		24.6	69.9
scarti di pesce	73.9	—	57	19.1
farina di soia	10	29.9	42	4
farina di seme di lino	8	38	36	0.5
lievito di birra da birrerie	5	39.5	43	1.5
lievito idrolizzato	5.5	—	52.5	—
farina di pesce	8		65	3.8
Pharmamedia (derivato dall'embrione del cotone)	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
β -Conglicinina	25-30	Riduce colesterolo e trigliceridi del sangue



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

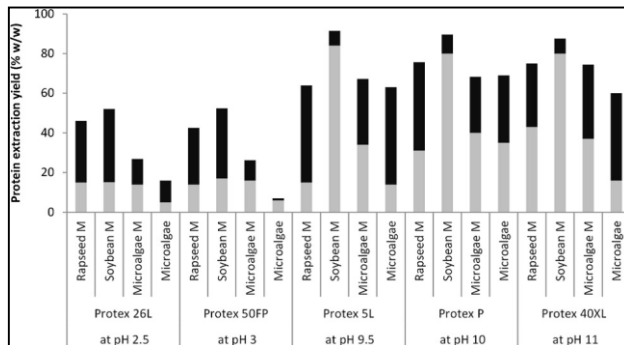
Farina di semi oleosi come fonte proteica



- 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 ^b
	N-terminal C-terminal
Serine proteases	
Trypsin	↓ -Arg (or Lys)-Yaa-
<i>Achromobacter</i> protease	↓ -Lys-Yaa-
Chymotrypsin, subtilisin	↓ -Trp (or Tyr, Phe, Leu)-Yaa-
Elastase, α-lytic protease	↓ -Ala (or Ser)-Yaa-
Proline-specific protease	↓ -Pro-Yaa-
<i>Staphylococcus</i> V8 protease	↓ -Asp (or Glu)-Yaa-
Carboxypeptidase Y	↓ -Xaa-Yaa-
Thiol proteases	
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-
Metal proteases	
Thermolysin	↓ -Xaa-Leu (or Phe)-
<i>Myxobacter</i> protease II	↓ -Xaa-Lys-
Aspartic proteases	
Pepsin	↓ -Phe (or Tyr, Leu)-Trp (or Phe, Tyr)-

Scarti ittici

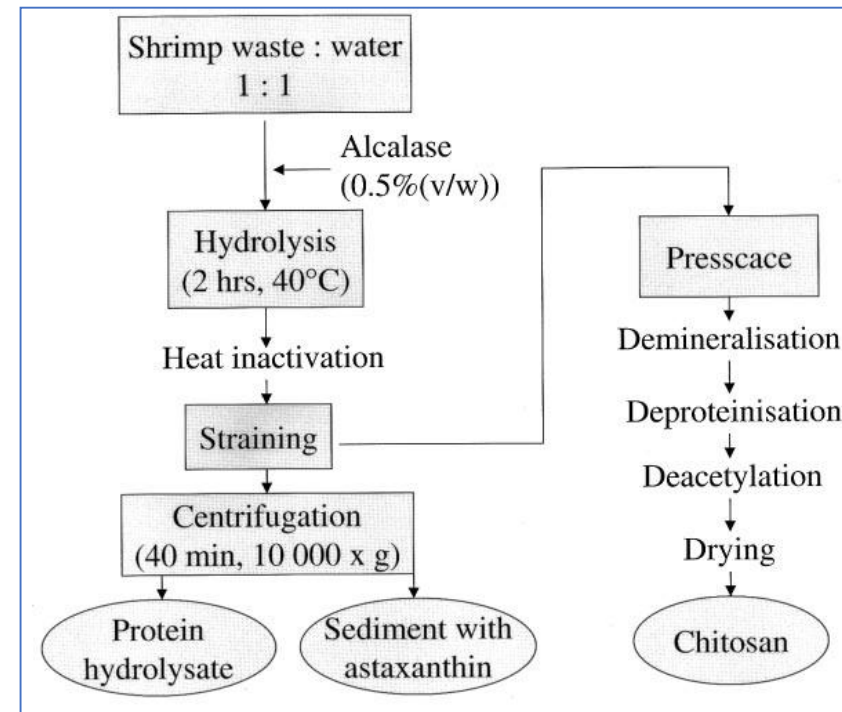


- La filiera del pesce produce dal 20% al 80% di scarti
- Sono fonte di proteine (58%) , lipidi (18%) e minerali

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

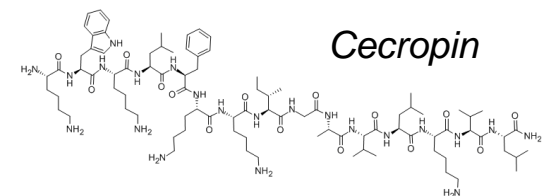


Processamento di scarti di gamberi (Gildberg et Stenberg 2001).

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 funzioni fisiologiche tra cui: inibitori dell'ACE, antibatterica, antiossidante

Fonte	Bio-peptide	Funzione
Pelle del merluzzo d'Alaska	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



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
Immunoglobuline	0.7	25,000 (catena leggera) + 50,000 (catena pesante)	—
Lattoferrina	0.1	80,000	700
Lattoperossidasi	0.03	70,000	612
Glicomacropeptide	1.2	6700	64



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

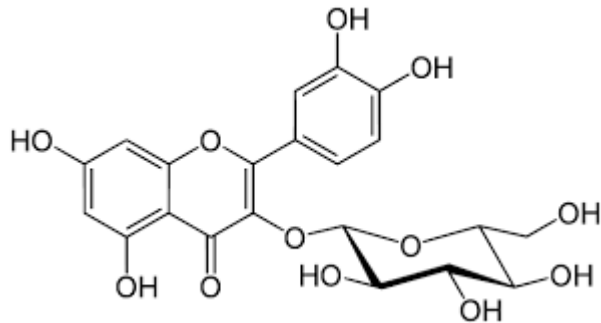
Biomolecole estratte da fonti vegetali con l'ausilio di enzimi

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, neutrase, 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. ^a
	Colourant	Pitaya	Pectinolytic, hemicellulolytic and cellulolytic enzymes	83.5
	Anthocyanin	Grape skin	Pectinex BE3-L	n.d. ^a
Glycosides	Sugar	Grapefruit peel waste	Cellulase and pectinase	0.6377
	Oligosaccharide	Rice bran	Cellulase	39.9
	Inulin	Jerusalem artichoke	Inulinase	n.d. ^a
	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. ^a
	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

^aAbbreviation: n.d., not defined.

POLIFENOLI

FLAVONOIDI

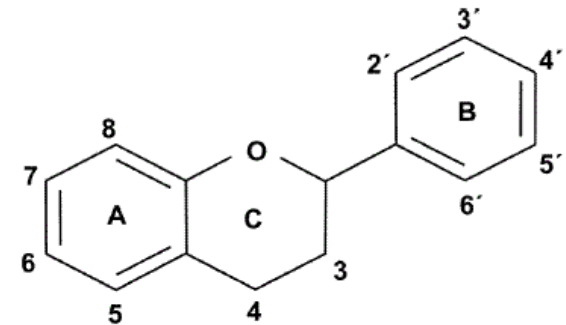


(isoquercitrin, quercetin-3-O-beta-D-glucuronide and kaempferol-3-O-glucoside)

Example:

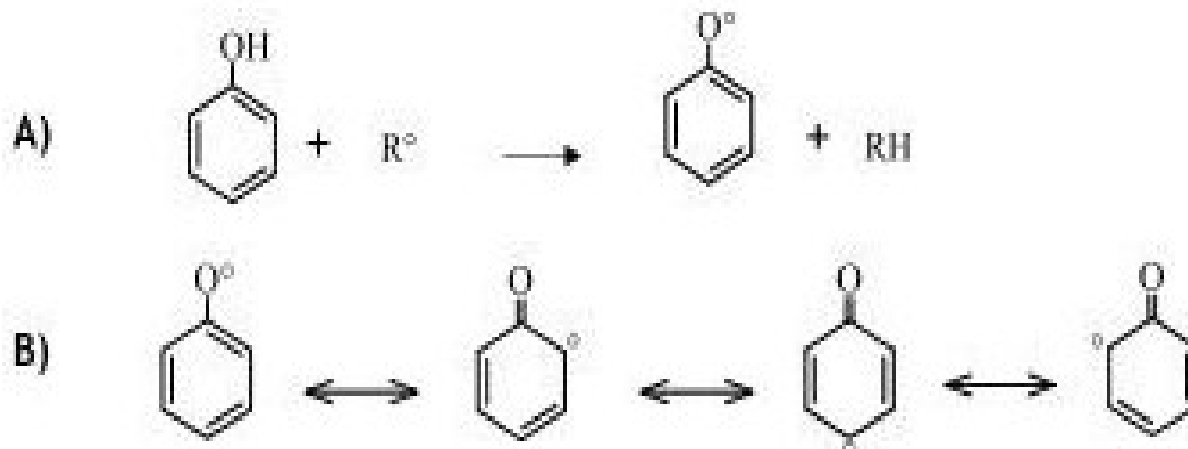
RED VINE LEAF EXTRACT

Vitis vinifera



- 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.

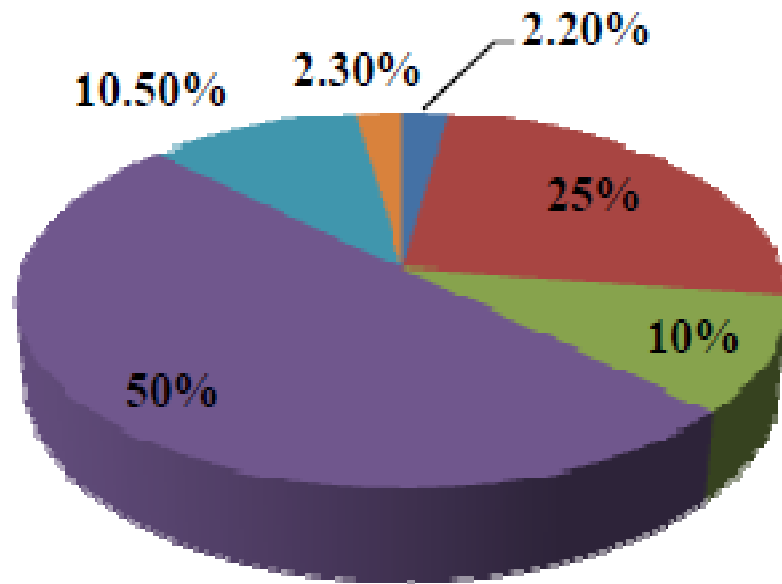
Valorization of coffee waste

1.3×10^9 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



- Caffeine (1.2-2.2%)
- Lipid (10-25%)
- Protein 10%
- Carbohydrate (40-50%)
- Chlorogenic acid (5-10.5%)
- Others(2.3%)



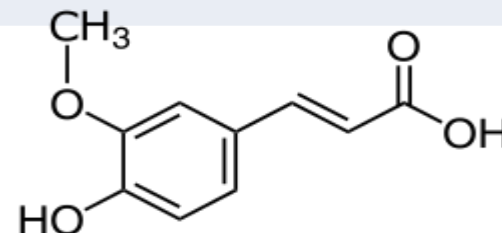
Lipids:

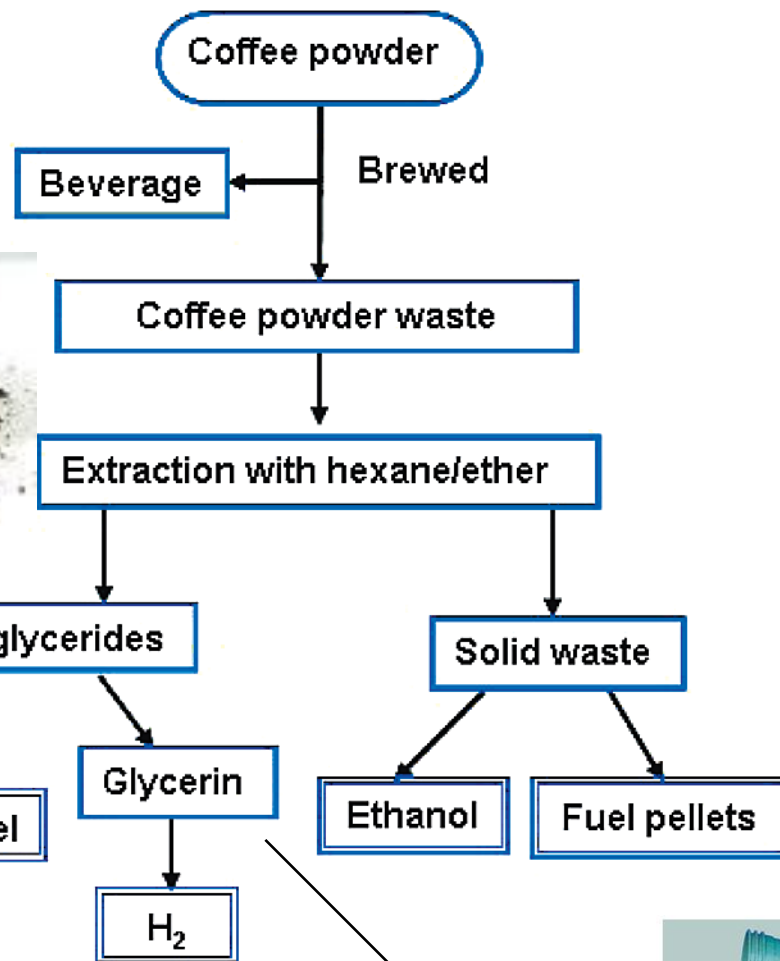
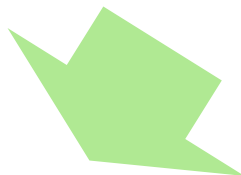
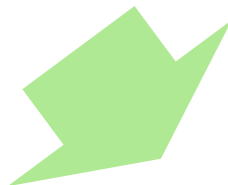
Triglycerides 75%

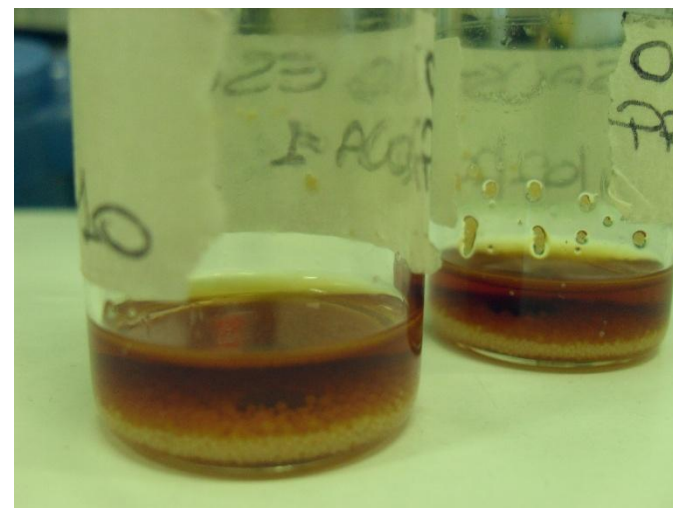
Esters of diterpenes or fatty
ac. 18%

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/

Article

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

Valerio Ferrario ¹, Harumi Veny ², Elisabetta De Angelis ³, Luciano Navarini ³, Cynthia Ebert ¹, and Lucia Gardossi ^{1,*}

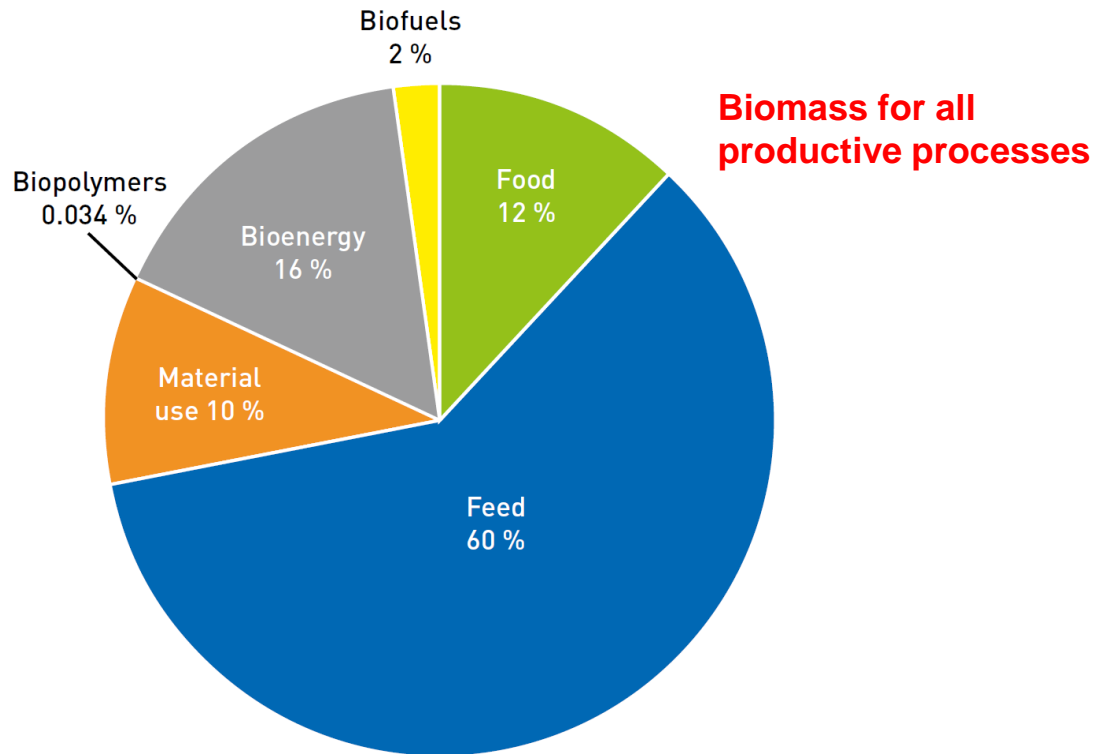
¹ Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche, Università degli Studi di Trieste, Piazzale Europa 1, Trieste 34127, Italy; E-Mails: vferrario@units.it (V.F.); ebert@units.it (C.E.)

² Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, University of Malaya, Malaysia; E-Mail: my_harumi@yahoo.com (H.V.)

³ 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



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

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 cruenium	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

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

Alghe	Regione	Uso
Alaria	Giappone	Strisce chiamati "Saumen" sono essiccati, salati e venduti
Ascophylluen, 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

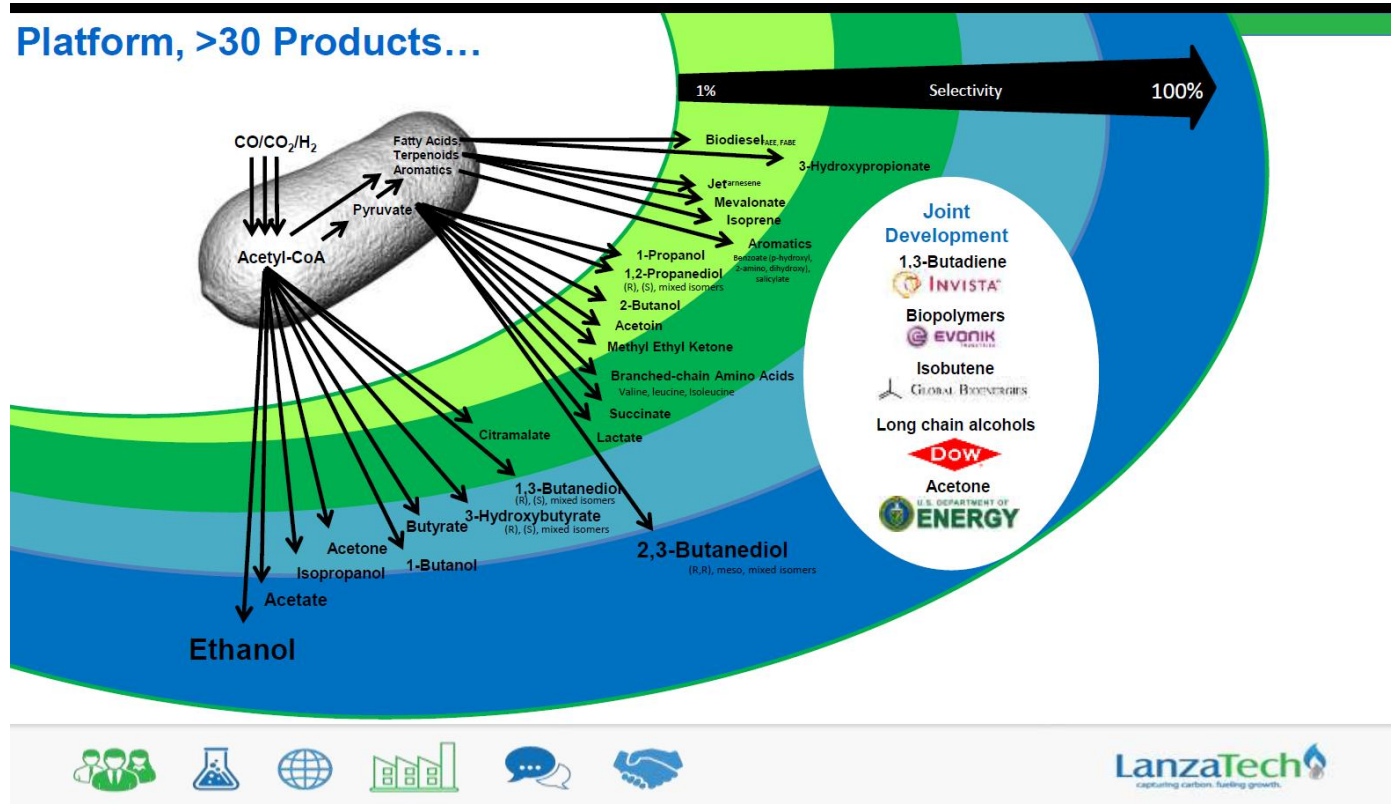
- Gli insetti forniscono proteine di alta qualità (circa 50-80% in peso secco)
- Ricche di amminoacidi essenziale soprattutto lisina, leucina e metionina
- **Meno emissione di gas serra per kg di peso**
- **L'allevamento di insetti è meno dipendente dalla disponibilità di terreno del bestiame convenzionale**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



www.fao.org/forestry/edibleinsects

Le biotecnologie permettono di convertire CO₂ e CO in prodotti chimici e carburanti: ingegneria metabolica

Platform, >30 Products...



LanzaTech Nutritional Protein

*A NEW SUSTAINABLE SOURCE OF
PROTEIN FROM CO₂*

LanzaTech

Nasdaq: LNZA



*Pictured: LanzaTech Nutritional Protein
Produced in pilot facility in Illinois*