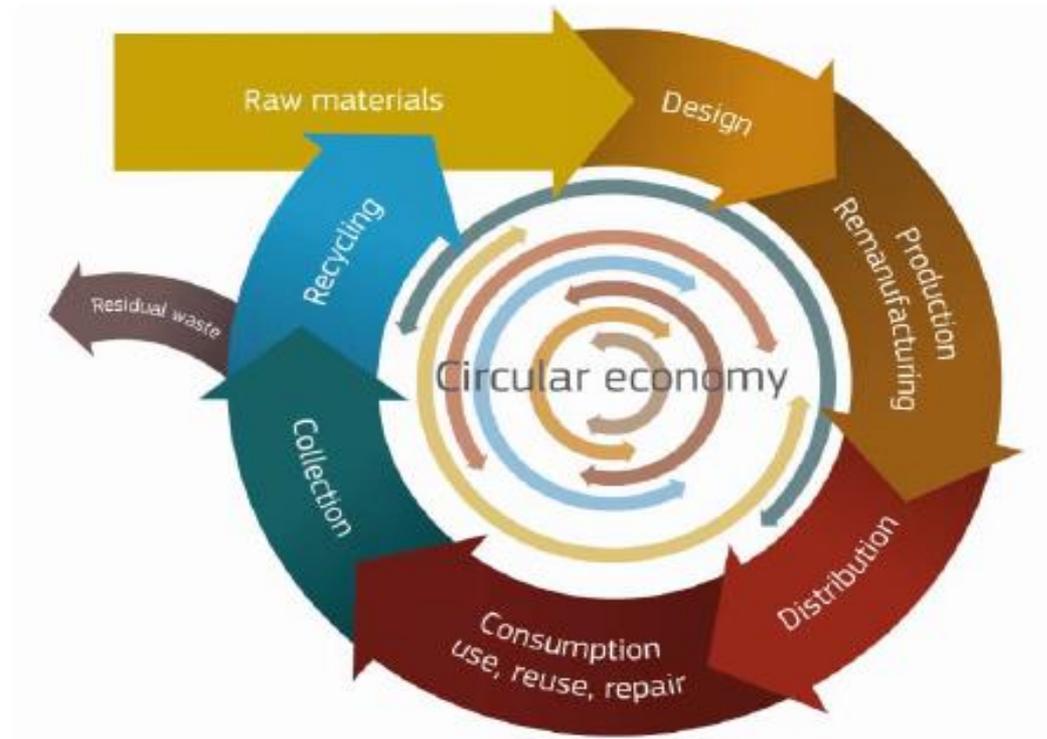


Valorizzazione di scarti e rifiuti



Definizione di Rifiuto

Si definisce "rifiuto" qualsiasi sostanza od oggetto che rientra nelle categorie riportate nell'Allegato A del D.Lgs. 152/06 e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi.

L'elenco delle categorie dell'allegato A è molto sintetico. Perciò l'appartenenza ad esso non è più una circostanza da verificare per determinare se una sostanza od un oggetto possa essere considerato o meno un rifiuto.

In altri termini, la distinzione tra ciò che è rifiuto e ciò che non lo è, è tutta legata al concetto di "disfarsi", il quale può diventare un criterio di non univoca applicazione nelle "ipotesi di confine", cioè quando si ha a che fare con residui e scarti, per lo più di lavorazione, reimpiegati come materie prime in altri processi produttivi.

I "Non-Rifiuti"

Il D.Lgs. 152/2006 contiene anche alcune disposizioni per l'individuazione delle condizioni in presenza delle quali alcune tipologie di materiali di risulta non vengono classificati come rifiuti. Sono essenzialmente costituite dalle definizioni di:

- **Materia Prima Secondaria (MPS)**
- **Sottoprodotto**
- **Prodotto di Recupero**

nonchè dalla regolamentazione del riutilizzo delle terre e rocce da scavo.

Materie Prime Secondarie (MPS)

definite ed individuate con apposito decreto ministeriale nel rispetto dei seguenti criteri, requisiti e condizioni:

- a) siano prodotti da un'operazione di riutilizzo, di riciclo o di recupero di rifiuti;
- b) siano individuate la **provenienza**, la tipologia e le caratteristiche dei rifiuti dai quali si possono produrre;
- c) siano individuate le operazioni di riutilizzo, di riciclo o di recupero che le producono,
- d) siano precisati i criteri di qualità **ambientale**, i requisiti merceologici e le altre condizioni necessarie per l'immissione in commercio, tenendo conto del possibile rischio di danni all'ambiente e alla **salute**
- e) abbiano un effettivo **valore economico** di scambio sul mercato.

Sottoprodotti

le sostanze ed i materiali dei quali il produttore non intende disfarsi che soddisfino tutti i seguenti criteri:

1. siano originati da un processo non direttamente destinato alla loro produzione;
2. il loro impiego sia certo, sin dalla fase della produzione, integrale e avvenga direttamente nel corso del processo di produzione o di utilizzazione preventivamente individuato e definito;
3. soddisfino requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli autorizzati per l'impianto dove sono destinati ad essere utilizzati;
4. non debbano essere sottoposti a trattamenti preventivi o a trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale di cui al punto 3), ma posseggano tali requisiti sin dalla fase della produzione;
5. abbiano un valore economico di mercato.

Il 3 novembre 2019 è entrata in vigore la legge 128/2019 - *End of Waste*

provvedimento che converte in Legge, con modifiche, il decreto-legge 101/2019 “*Disposizioni urgenti per la tutela del lavoro e per la risoluzione di crisi aziendali*” (meglio conosciuto come D.L. Crisi) introducendo un nuovo articolo 14-bis recante disposizioni in materia di “**Cessazione della qualifica di rifiuto**”.

Quali criteri determinano la cessazione della qualifica di rifiuto?

“*se non sono stati stabiliti criteri a livello comunitario in conformità della procedura di cui ai paragrafi 1 e 2, gli Stati membri possono decidere, **caso per caso**, se un determinato rifiuto abbia cessato di essere tale tenendo conto della giurisprudenza applicabile*”

Economia

Il ministro Costa inaugura Ecomondo: "La manifestazione più importante al mondo sul green e le tecnologie ambientali"

Su tutti i 129.000 metri quadri del quartiere 1300 imprese da 30 Paesi di tutto il mondo per discutere della circular e green economy



Redazione

05 NOVEMBRE 2019 14:14



I più letti di oggi

End of Waste e materie prime secondarie: quali differenze?

Concetti quali quello di **materie prime secondarie** e materie secondarie si ricollegavano all'effettivo reimpiego del materiale, in assenza del quale esse tornavano a dover essere qualificate come rifiuti.

Tali concetti devono ritenersi sostanzialmente **sostituiti** con quello di ***end of waste***.

E', quindi, **meglio riferirsi esclusivamente** a due categorie: **ciò che è rifiuto e ciò che non lo è più**,

Ciò che rimane costante nei predetti concetti è la sottoposizione del rifiuto ad un'operazione di **recupero** affinché possa assumere la qualifica di cessato rifiuto, intesa quale operazione di **trasformazione** il cui principale risultato è quello di permettere al rifiuto di svolgere un ruolo utile, sostituendo altri materiali che sarebbero altrimenti utilizzati per assolvere ad una particolare funzione all'interno dell'impianto o nell'economia in generale.

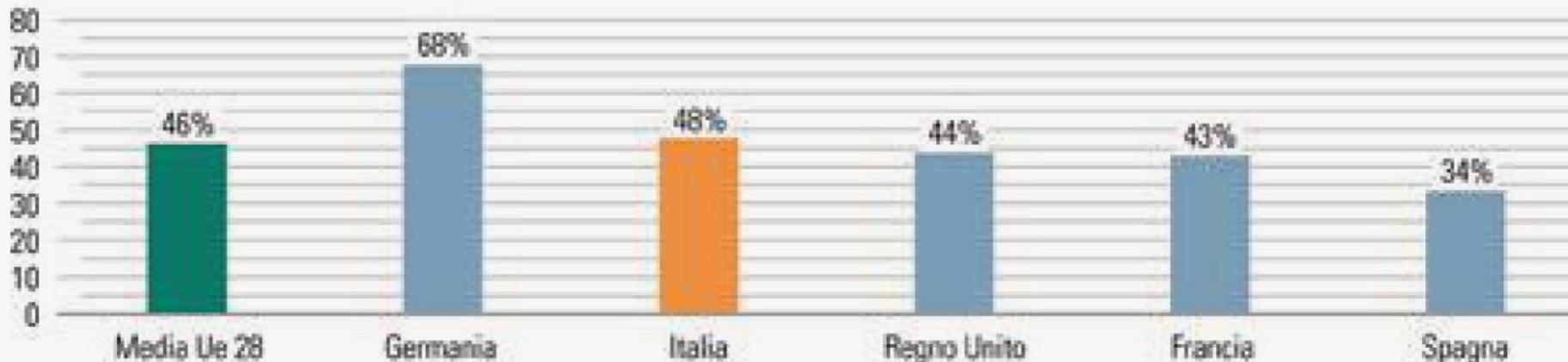
Riciclo dei rifiuti urbani

Nel 2017 sono state riciclate in Italia 14 milioni di tonnellate (Mt) di rifiuti urbani, pari al 47,7% dei rifiuti prodotti.

Rispetto ai principali Paesi europei, il nostro si colloca al secondo posto dietro alla Germania oltre a superare di due punti percentuali la media Ue



Figura 29 Riciclo dei rifiuti urbani (%) in Europa, 2017



Fonte: Eurostat

Il riciclo dei prodotti assorbenti

LINES
Pampers
TAMPAX

Fater

LINDOR
Tempo
DIGNITY

CONTARINA
SPA

Ce

RICICLO PRODOTTI ASSORBENTI

Presso il polo di trattamento dei rifiuti di Spresiano è stato installato un **impianto sperimentale per il riciclo dei prodotti assorbenti per la persona** (pannolini, assorbenti, pannoloni), inaugurato nel marzo 2015 e realizzato nell'ambito del progetto Recall, co-finanziato dall'Unione Europea, **in collaborazione con Fater spa** (azienda leader nella produzione di prodotti assorbenti per la persona), il Comune di Ponte nelle Alpi (primo in Italia ad aderire all'iniziativa) e l'Istituto di Ricerca Ambiente Italia.

L'innovazione

Il sistema, basato su una tecnologia innovativa sviluppata e brevettata da Fater, ricicla i prodotti assorbenti per la persona (PAP)

usati di tutte le marche, traendone plastica e cellulosa sterilizzate da riutilizzare come materie prime seconde.

Si tratta di un'innovazione tecnologica e di sistema "made in Italy", riconosciuta dalla Commissione Europea come Eco-Innovation nel 2011 (RECALL - ECO/11/304440), che rende riciclabile con provati vantaggi ambientali una categoria di prodotti tradizionalmente considerati irriciclabili.



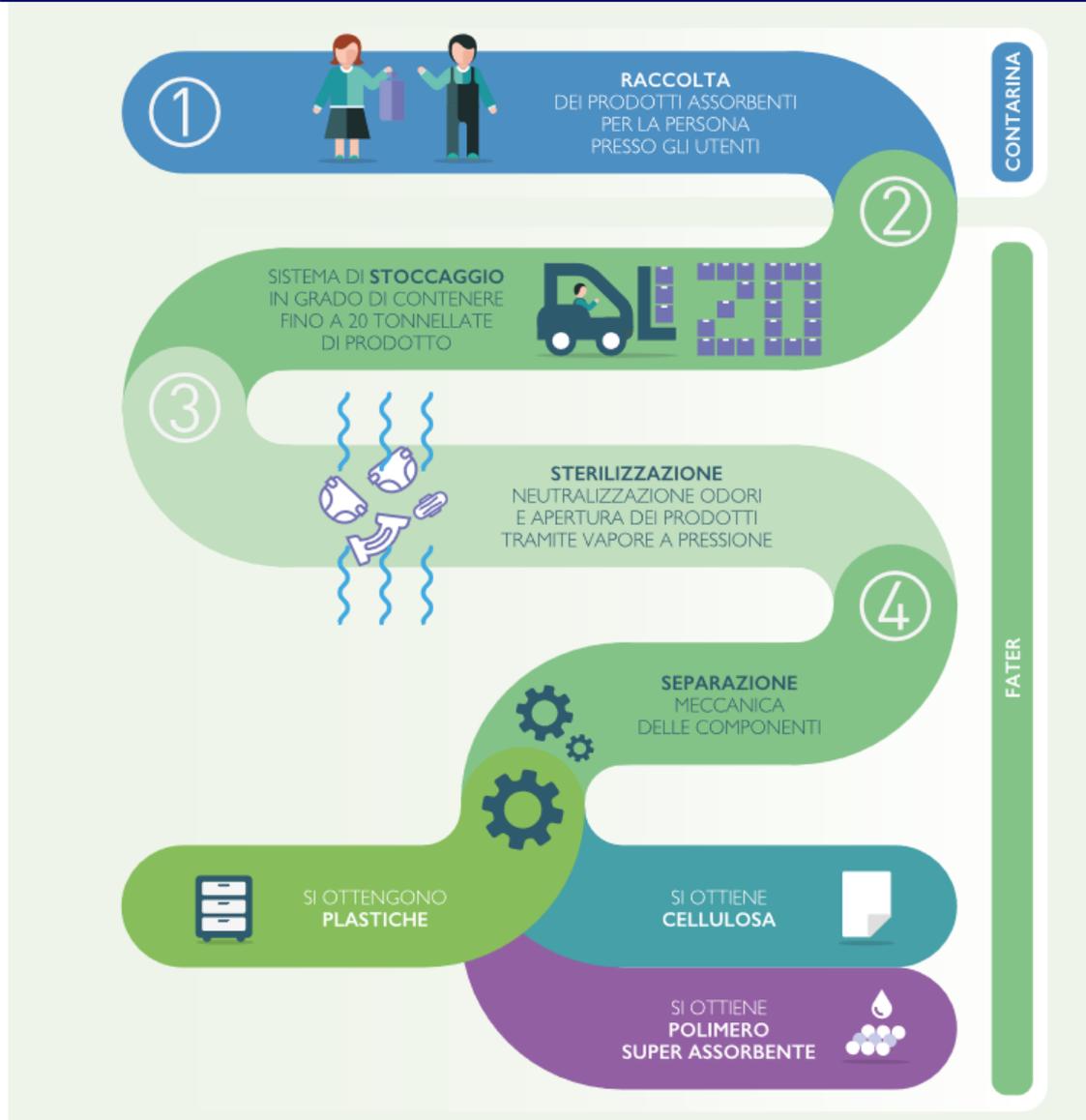
Il riciclo dei prodotti assorbenti

LINES
Pampers
TAMPAX

Fater

LINDOR
Tempo
DIGNITY

CONTARINA
SPA

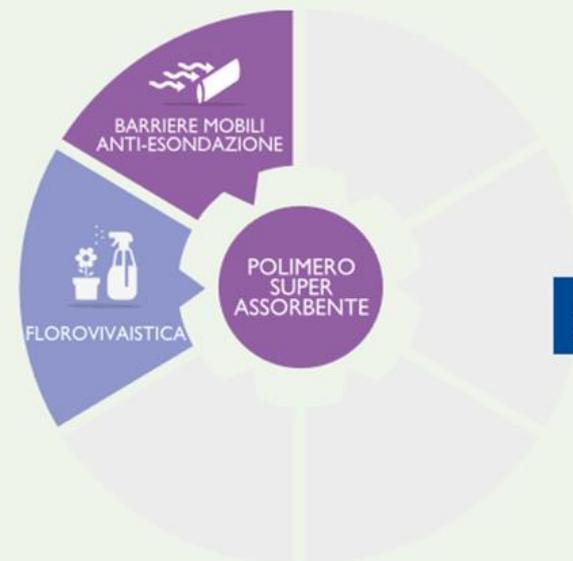


Impianto di Spresiano (TV) inaugurato nel 2015.

Applica tecnologia brevettata da Fater e sviluppata nell'ambito di un progetto europeo.

Riconosciuta dalla CE come Eco-Innovation 2011

APPLICAZIONI DELLE MATERIE PRIME SECONDARIE



Scarti agro-alimentari

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 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

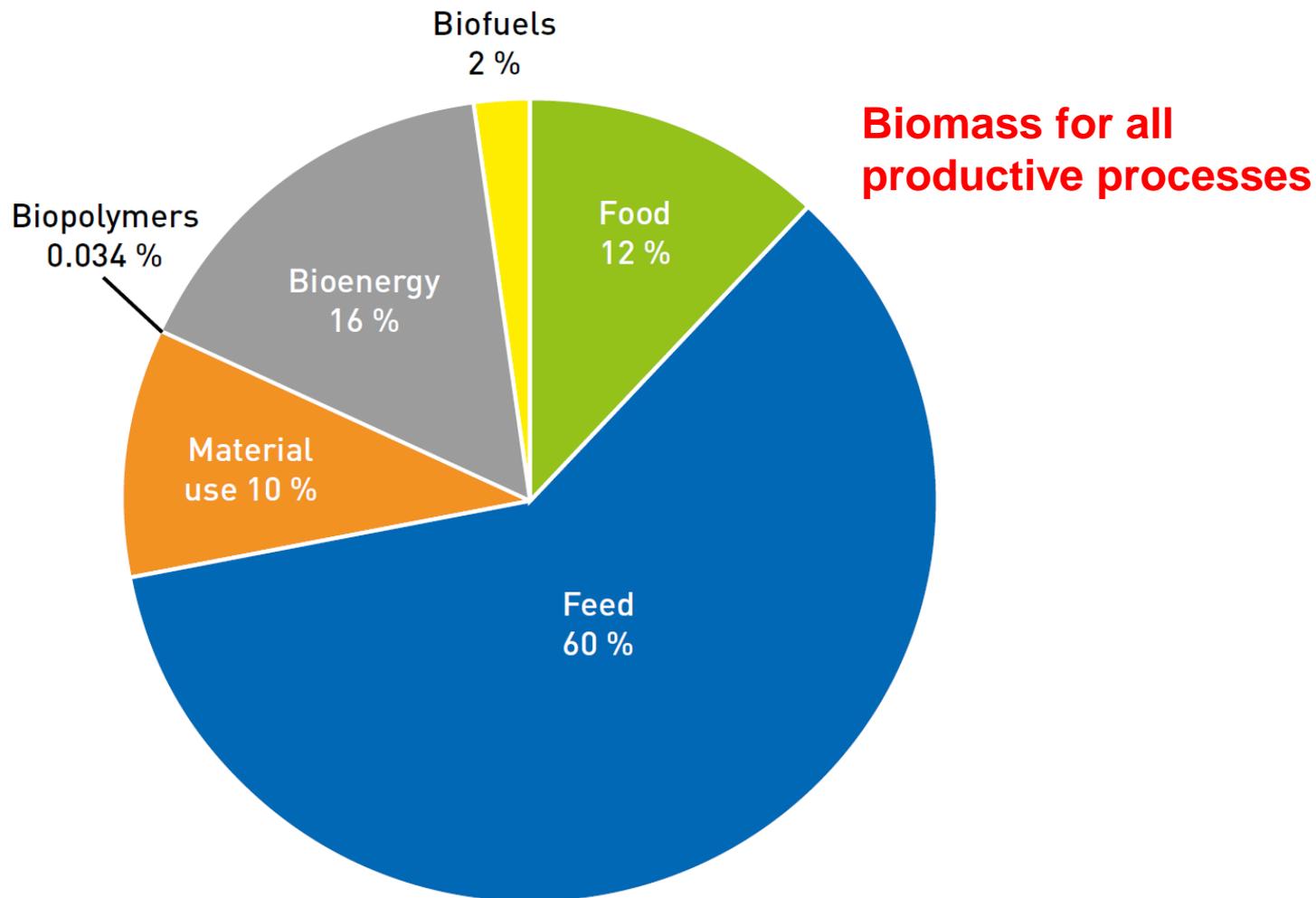
Alcune esempio tipo di scarti alimentari	contenuto di acqua (%)	contenuto carboidrati (%)	contenuto proteina (%)	contenuto olio/grasso
scarti di carne	41		24.6	69.9
scarti di pesce	73.9	–	57	19.1
farina di soia	10	29.9	42	4
farina di seme di lino	8	38	36	0.5
lievito di birra da birrerie	5	39.5	43	1.5
lievito idrolizzato	5.5	–	52.5	–
farina di pesce	8		65	3.8
Pharmamedia (derivato dall'embrio 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

Table 12 Composition of major food processing and municipal wastes and byproducts¹⁰⁰

Type of food waste	Water content (%)	Carbohydrate content (%)	Protein content (%)	Oil/fat content (%)
<i>Carbohydrate-rich wastes</i>				
Molasses, beet	23	65.1	6.7	—
Spent grains from breweries	80–83	9–11.6	3.2–4.6	1.5–2.4
Whey	92.7	4.9	0.9	0.9
Apple pomace	3.9–10.8	48–62	2.9–5.7	1.2–3.9
Orange waste (peel, pulp and seeds) (dry basis)	79	47	6.5	—
Cassava pulp (dry basis)	6.8	69.9	1.55	0.12
Waste bread (whole wheat and white bread)	33–43	41–51	8–13	3
Rice flour (e.g., waste streams from confectionary industries originally produced as food for infants)	5	86.1	7.3	1.1
Wheat bran (crude)	11	64.5	15.5	4.2
Pear pulp (dry matter)		62.8	5.1	1
Tomato pomace (dry basis)		25.4–50 (fiber)	15.4–23.7	5.4–20.5
Grape pomace without seeds (dry basis)	58.2–78.9	12.5–48.8	11.0–11.4	4.47–5.19
Lees from sherry wine		4.1 (sugars)	15.1	5.4
Potato peel (dry basis)	85	69.7	8	2.6
Potato tuber	83.3	12.5	2.6	0.1
<i>Protein and/or fat/oil rich wastes</i>				
Municipal meat waste (dry basis)	41		24.6	69.9
Municipal fish waste (dry basis)	73.9		57	19.1
Soybean meal	10	29.9	42	4
Linseed meal	8	38	36	0.5
Yeast from breweries	5	39.5	43	1.5
Yeast, hydrolysate	5.5	—	52.5	—
Corn steep liquor	50	5.8	24	1
Dried distillers soluble	8	45	26	9
Fish meal (anchovy), 65%	8	—	65	3.8
Blood	86	—	12	0.3
Meat and bone meal	8	—	50	8
Pharmamedia (derived from cottonseed embryo)	1	24.1	59.2	4
Peanut meal and hulls	9.5	23	45	5
Slaughterhouse waste	74	—	9	14

NUOVE FONTI DI PROTEINE SOSTENIBILI

5



NUOVE FONTI DI PROTEINE SOSTENIBILI

- Scarti agroalimentari
- Organismi cellulari
- Insetti

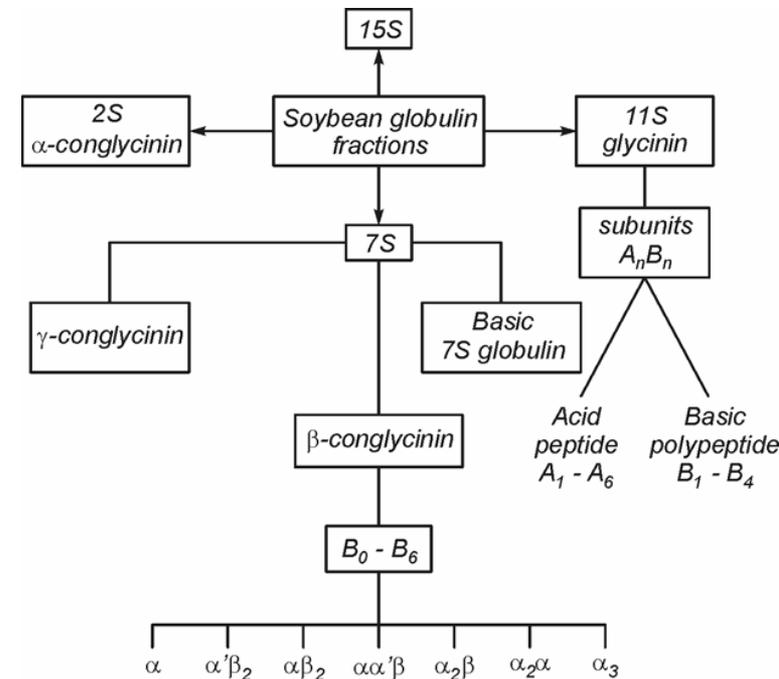
Huguette Tchokouadeu Zukwe
Tesi di Laurea in Farmacia, 2016

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)

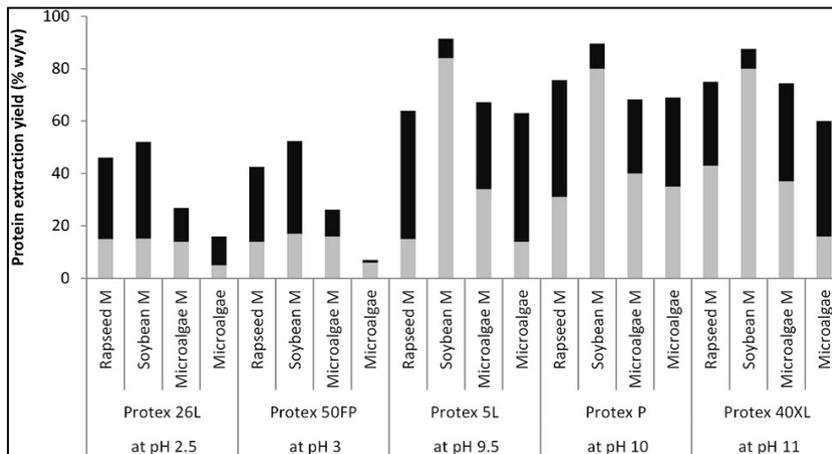
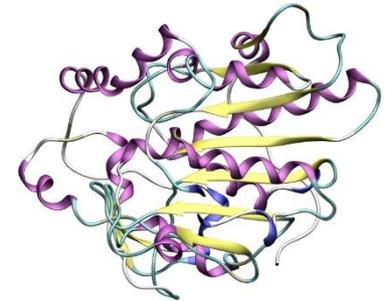
Esempi di proteine	%	Proprietà
Glicinina	35-40	Migliora le proprietà gelificanti, la solubilità delle proteine e la stabilità delle emulsioni
β -Conglicinina	25-30	Riduce colesterolo e trigliceridi del sangue



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

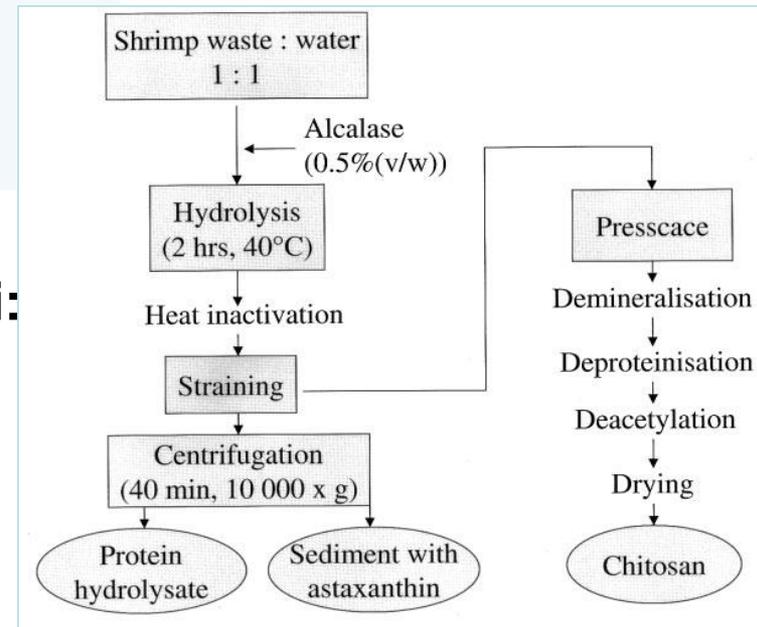
- La filiera del pesce produce dal 20% al 80% di scarti
- Sono fonte di proteine (58%) , lipidi (18%) e minerali

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



Valorizzazione scarti di pesce e crostacei:

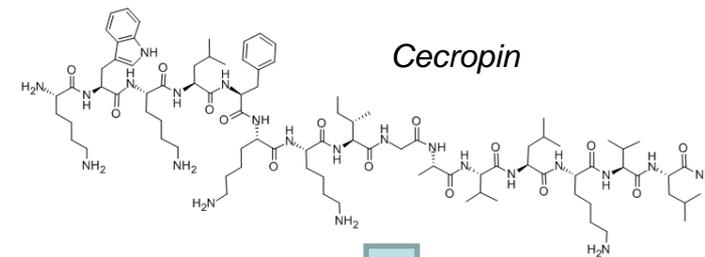
- farina di pesce
- idrolizzati proteici
- chitosano



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: inibitore 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



Antibiotico peptidico contro batteri resistenti agli antibiotici convenzionali

Siero di latte

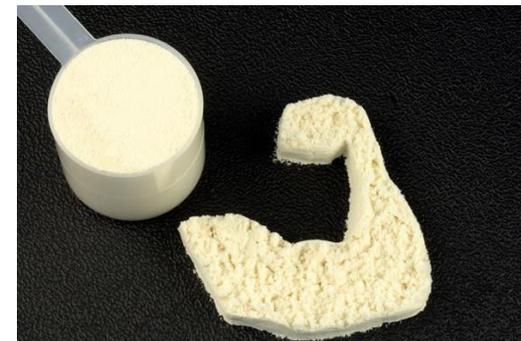
- Sottoprodotto della produzione del formaggio
- Produzione mondiale stimata a 180-190 milioni di tonnellate l'anno
- Inquinante ambientale (BOD= 27- 60g/L)
- Componenti proteici del siero:

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



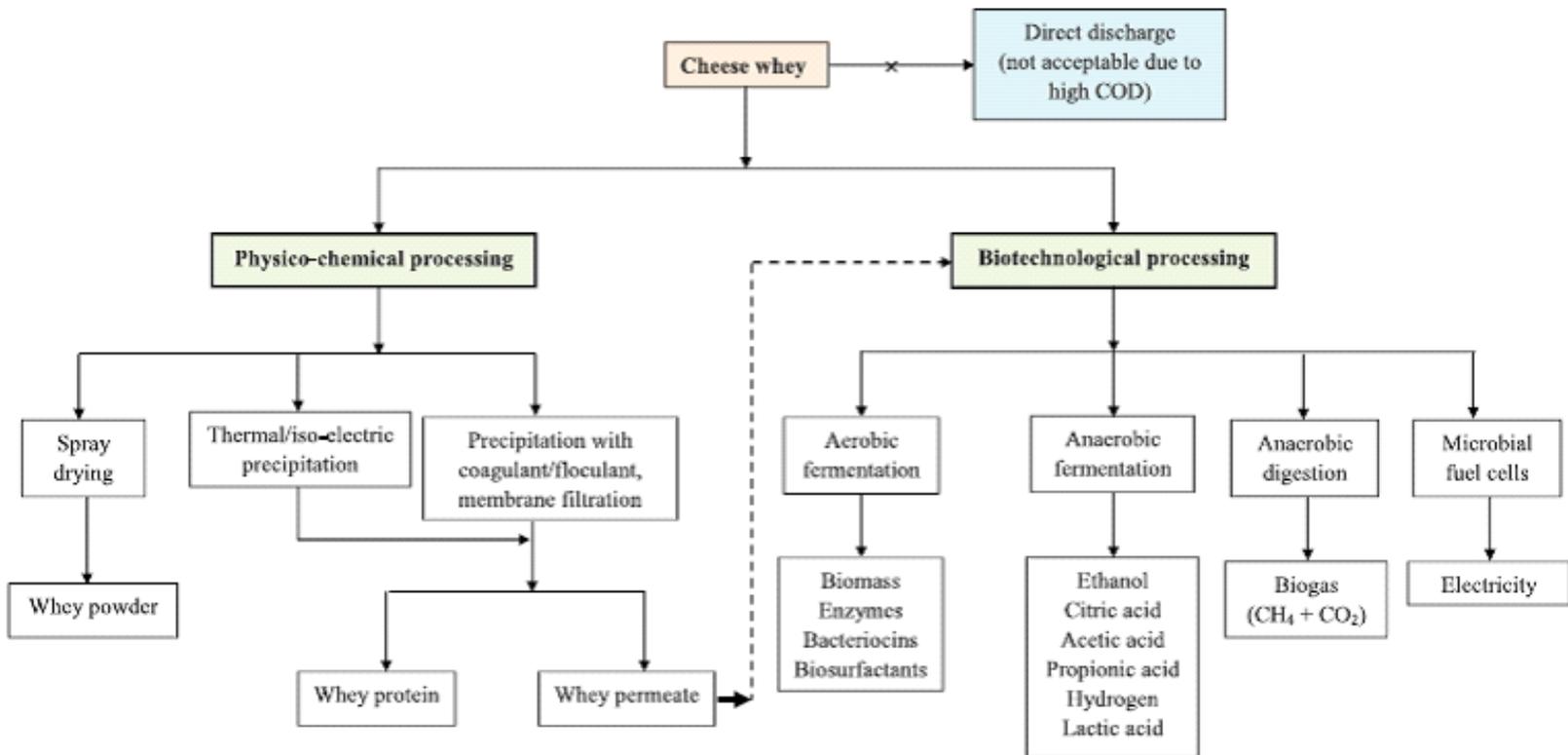
Esempi di applicazioni:

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



Siero di latte

- Valorizzazione del siero del latte come :
 - Concentrati di proteine (WPC)
 - Isolati di proteine (WPI)
 - Bioplastica



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

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 rheimhardii	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

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



GLI INSETTI COME FONTE DI PROTEINE SOSTEINIBILI 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 rifiuti organici**



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

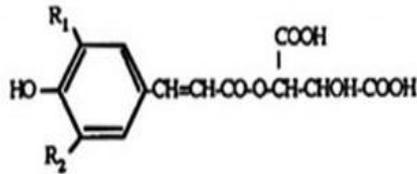
Biomolecole estratte da fonti vegetali con l'ausilio di enzimi

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

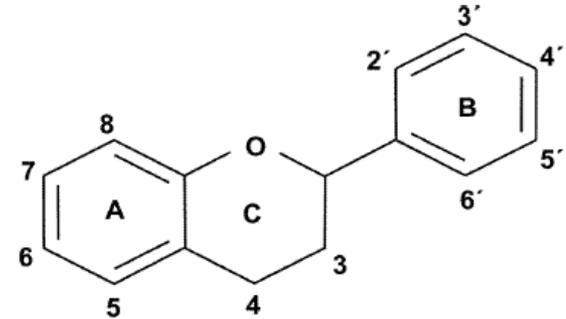
ACIDI FENOLICI



derivato dell'acido cinnamico + acido tartarico

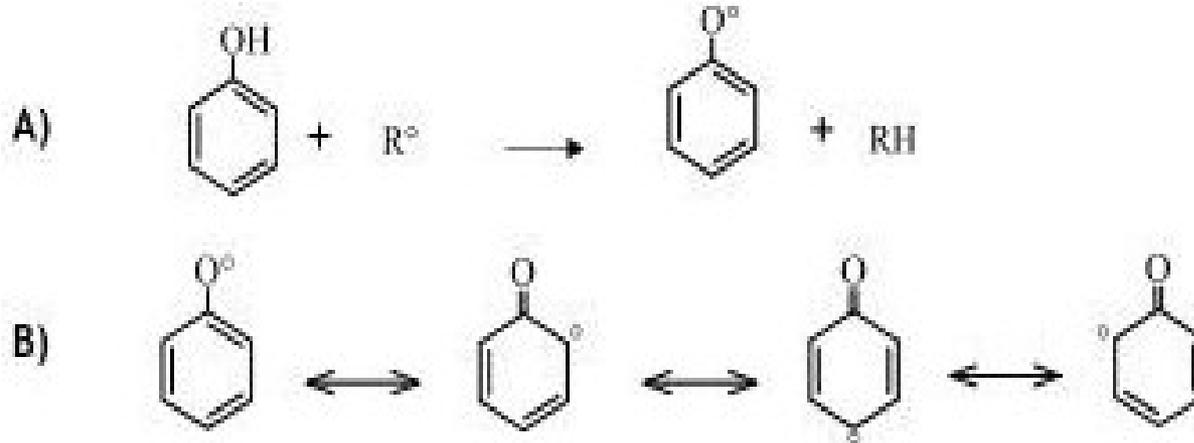
Derivato cinnamico	R ₁	R ₂	Composto
acido <i>p</i> -cumarico	H	H	acido cumariltartarico
acido caffeico	OH	H	acido caffeiltartarico
acido ferulico	H	OCH ₃	acido feruliltartarico

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.

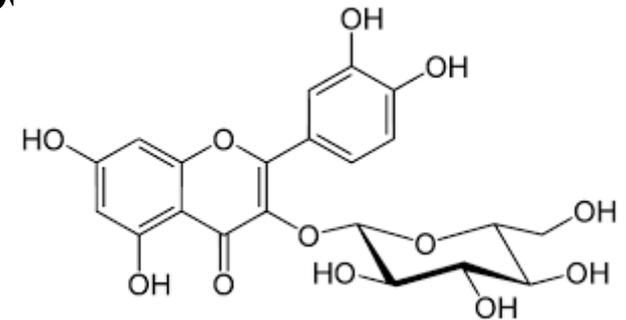
A) L'elettrone spaiato del fenossiradicale formato si delocalizza sull'anello aromatico, stabilizzando la molecola e rendendola meno reattiva.

Example:

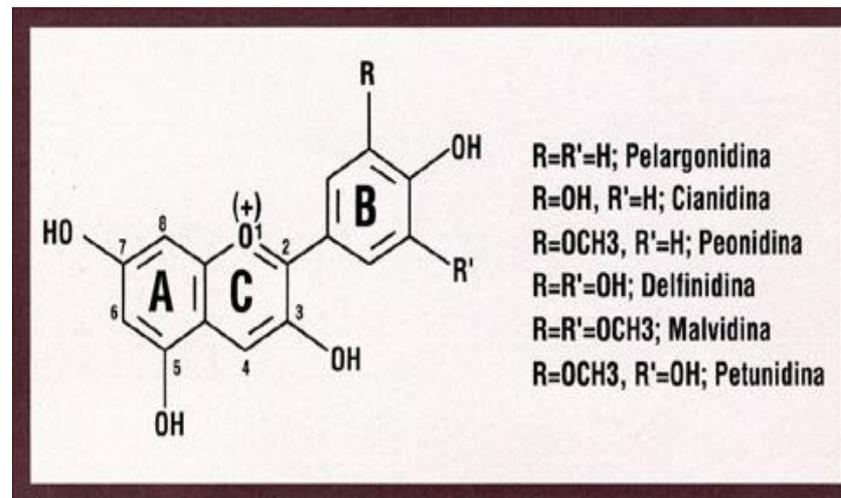
RED VINE LEAF EXTRACT

Vitis vinifera

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



anthocyanins





At Indena, we believe that an in-depth knowledge of active ingredients derived from medicinal plants and the search for excellence at all times are crucial for serving our customers in pharmaceuticals, health foods and personal care. Research and production technologies are the main focus of our mission, and the way we create a “value difference” for our partners.

And we’ve got more than 90 years of experience to prove it.

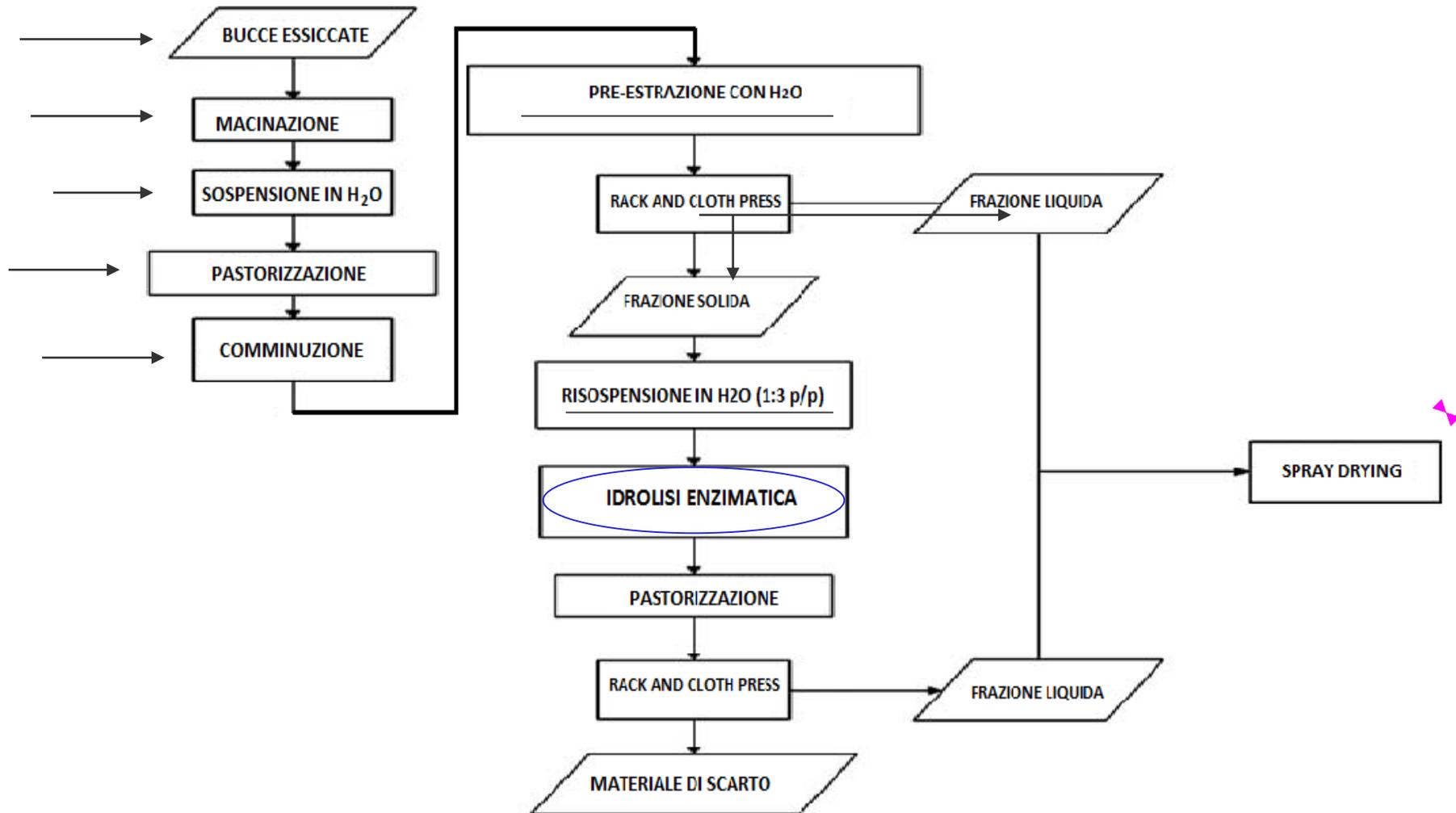
The hallmark of Indena is its commitment to research.

This, and the results it has achieved, have defined the history of Indena and, indeed, the market itself.

There are three sectors of excellence in Indena research:

- Process research: original advanced industrial production processes are designed and engineered for existing or new molecules, [often on behalf of our partner companies](#).
- Identification of new active principles derived from plants for [pharmaceuticals](#), [health foods](#) and [personal care](#).
- Set-up of proprietary formulations based on a combination of botanical derivatives ([read more](#)).

PROCEDURA PER L'ESTRAZIONE DI POLIFENOLI DALLA BUCCIA DELL'UVA



VANTAGGI DERIVANTI DALL'IMPIEGO DEGLI ENZIMI PER L'ESTRAZIONE DI BIOMOLECOLE DA FONTI VEGETALI

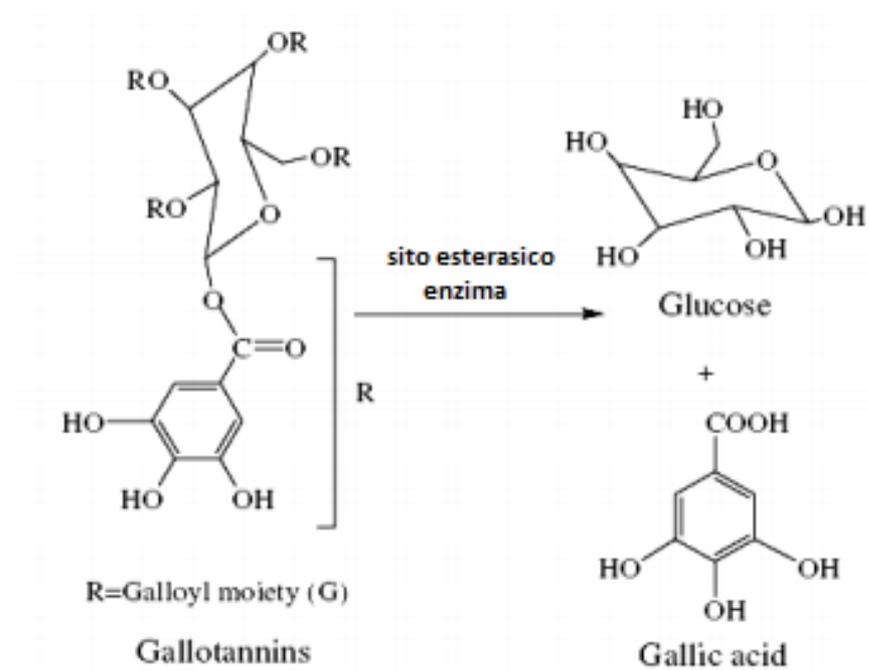
- **Alte rese di principi attivi estraibili**
- **Possibilità di utilizzare scarti di origine vegetale, ovvero sottoprodotti di industrie alimentari, come matrice di estrazione**
- **Limitati consumi energetici, permettendo di abbattere i costi dell'estrazione e causare minor impatto ambientale**
- **Minore l'utilizzo di solvente rispetto a metodi estrattivi tradizionali ed accorciare il tempo della procedura estrattiva**

CRITERI PER L'APPLICAZIONE DEGLI ENZIMI NEI PROCESSI ESTRATTIVI

- **Stabilire, in base al principio attivo da isolare, quale parte della pianta prendere come oggetto di estrazione**
- **Scegliere il solvente di estrazione più adatto in base alla natura del principio attivo**
- **Conoscere la percentuale dei vari componenti polisaccaridici che costituiscono la parete cellulare della matrice vegetale su cui effettuare l'estrazione**
- **Decidere quali miscele enzimatiche utilizzare per la degradazione della parete cellulare**
- **Controllare le condizioni ideali che permettano un maggior rilascio di principi attivi dalla matrice vegetale, come il corretto dosaggio dell'enzima in soluzione**

FLAVONOIDI

- FLAVANOLI
- FLAVONOLI
- ANTOCIANI
- **TANNINI**



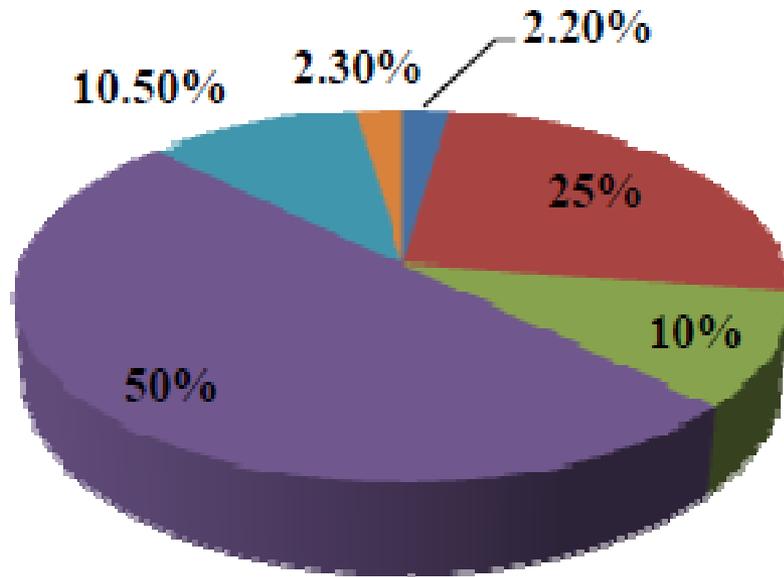
Valorization of coffee waste

1.3 x 10⁹ 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%)

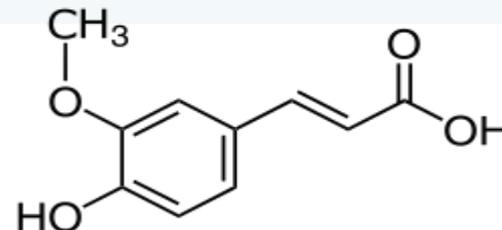
Lipids:

Triglycerides 75%

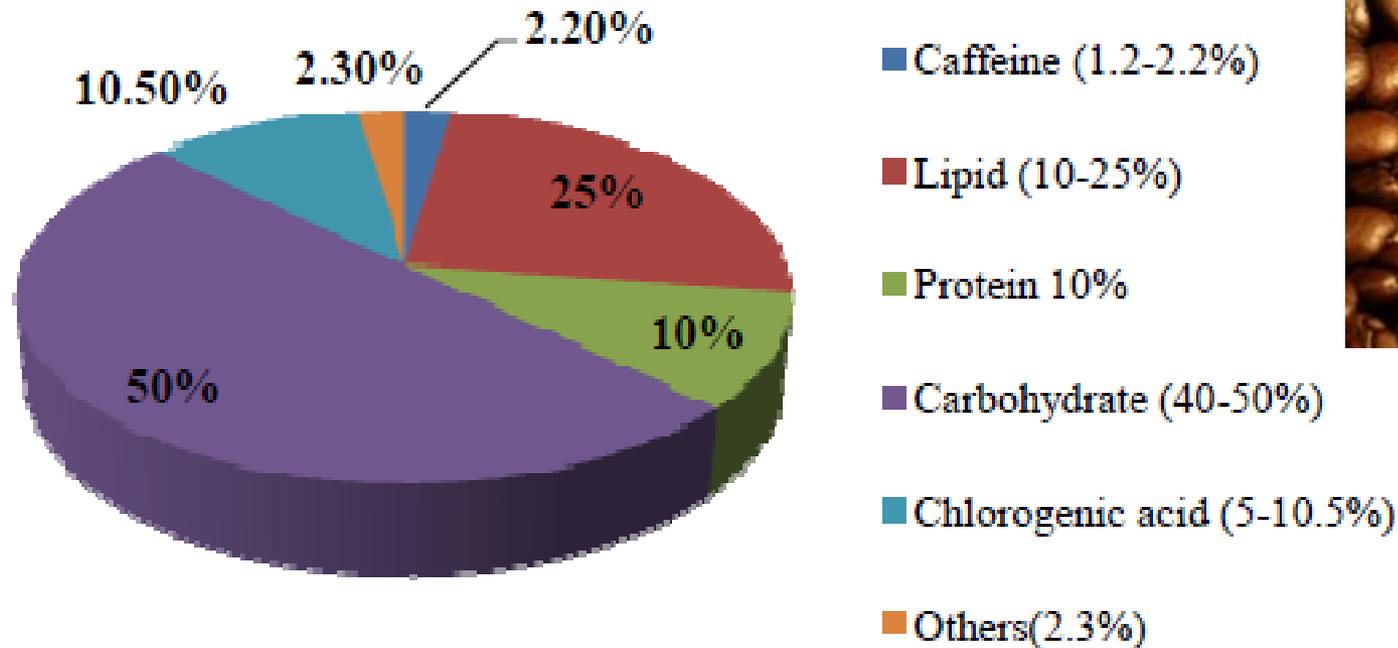
Esters of diterpenes or fatty ac. 18%

Tryptamine derivatives, sterols,...

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



coffee seed composition

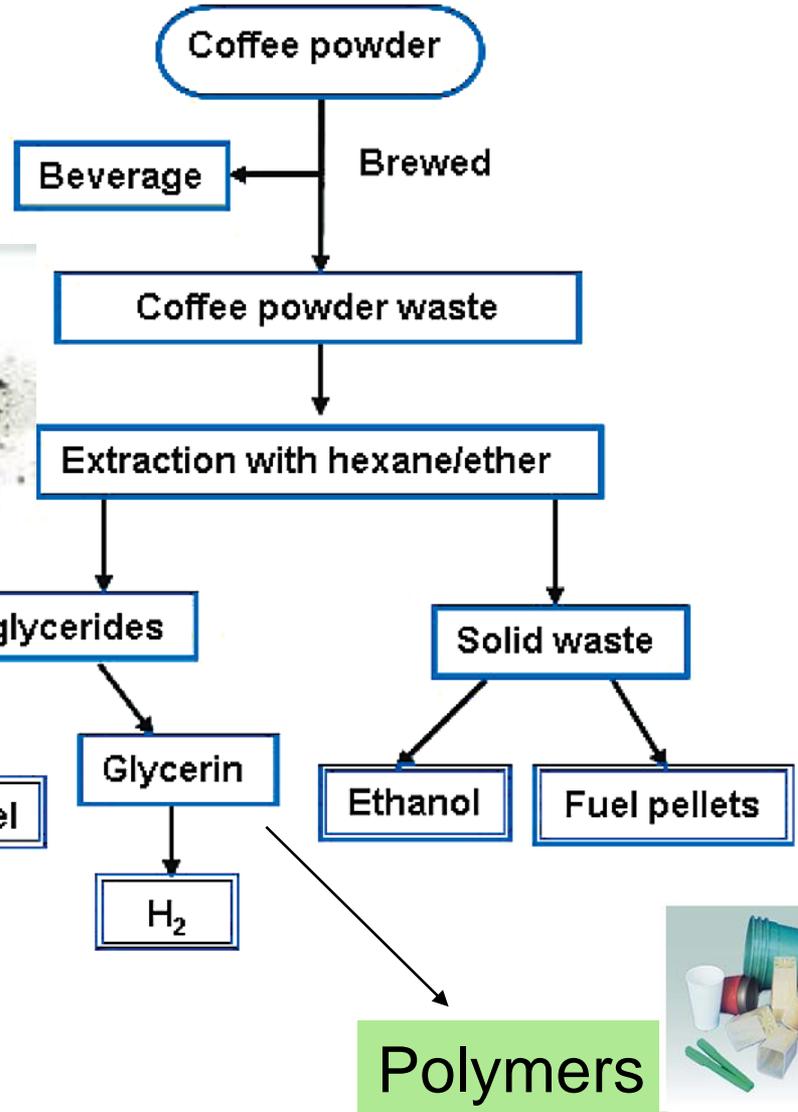


Carbohydrates:

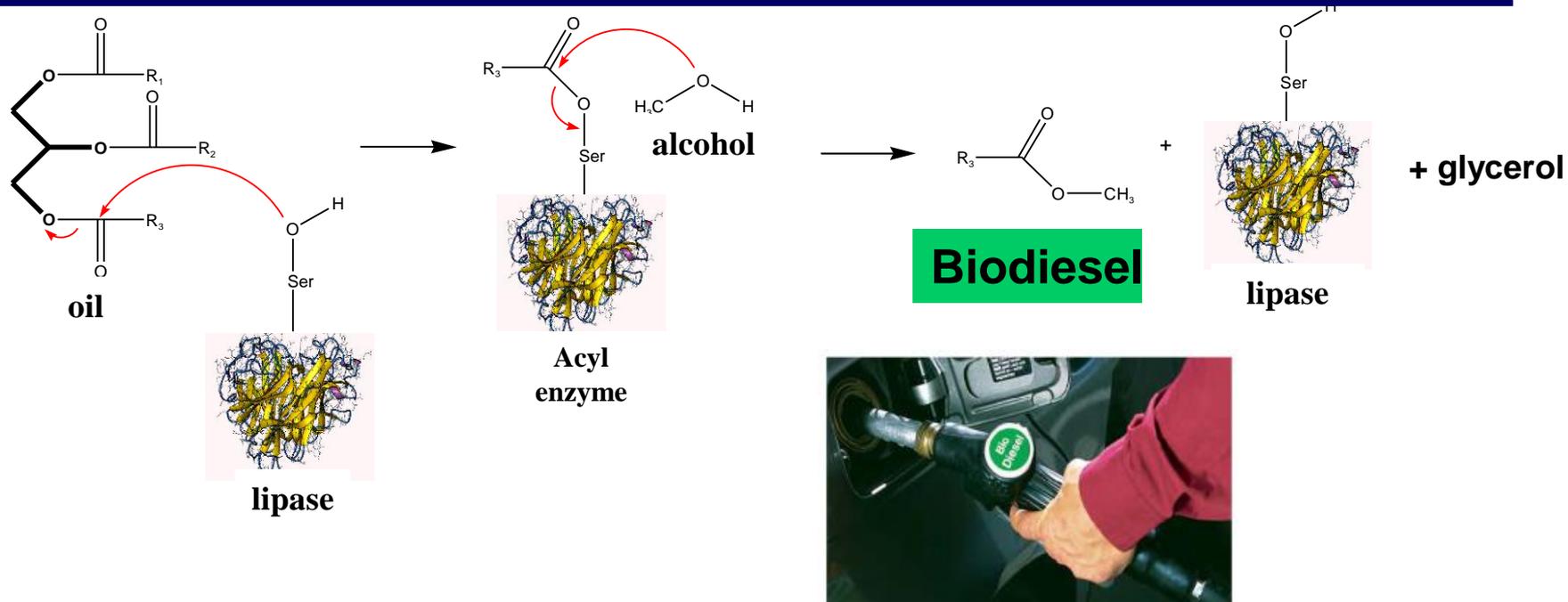
Soluble fraction: sucrose, galactomannans and arabinogalactans.

Insoluble cell constituents: cellulose, β -1,4-mannans, hemicellulose, arabinogalactan.

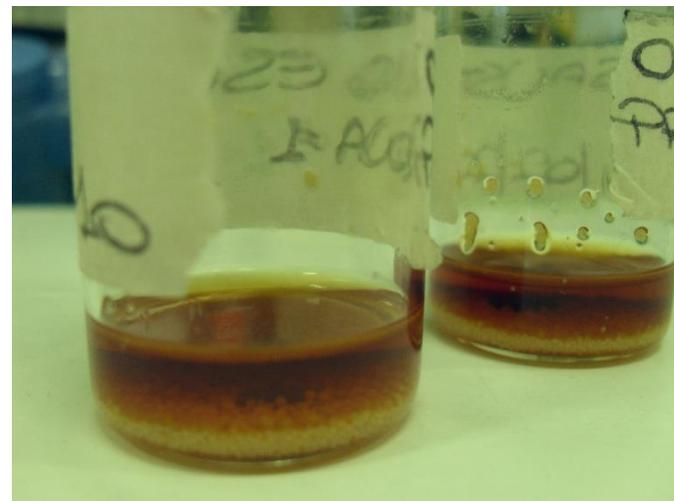
NO LIGNIN !!



Lipases for the transformation of fats and oils: enzymatic synthesis of biodiesel



- possibility of using waste oils and oils containing fatty acids
- use of stoichiometric amounts of the alcohols
- reduction of wastes
- mild and neutral reaction conditions
- higher purity of the glycerol obtained as secondary product



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.)

UK company turning coffee waste into furniture

Re-Worked makes material from waste coffee grounds collected from offices around the UK to make furniture for the same offices



- info@re-worked.co.uk
- <http://www.smile-plastics.co.uk>



<http://www.theguardian.com/sustainable-business/2015/may/05/the-uk-company-turning-coffee-waste-into-furniture>

How do we turn waste coffee into Gourmet Mushrooms?

<http://www.fungi-futures.co.uk/fungipress/wp-content/uploads/2011/11/growkit123.jpg>



The image is a promotional graphic for the GroCycle Grow Kit. On the left, a cardboard box is shown with a cluster of grey oyster mushrooms growing from a hole in its side. The box is printed with the GroCycle logo and the text 'GROW GOURMET MUSHROOMS FROM RECYCLED COFFEE GROUNDS'. To the right of the box, the text 'GroCycle Grow Kit' is displayed in a large, brown, sans-serif font. Below this, it says 'Made from waste coffee grounds' with a small green coffee cup icon. At the bottom right, there is a circular button with a dashed green border containing the GroCycle logo and the text 'CLICK HERE TO WATCH THE TIME-LAPSE VIDEO'. At the very bottom, a large brown banner contains the text 'Buy a unique gift and support our work'.

GroCycle
Grow Kit
Made from waste coffee grounds 

CLICK HERE TO WATCH THE TIME-LAPSE VIDEO

Buy a unique gift and support our work

BIOGAS



Biogas typically refers to a mixture of different gases produced by the biological decomposition of organic matter in the absence of oxygen. It is basically composed by **methane and carbon dioxide**, and it may have small amounts of **hydrogen sulfide, nitrogen and siloxanes**.

Biogas can be obtained from biomass (for definition see DIRECTIVE 2009/28/EC, article 2) eg. products, waste and residues from agriculture, or municipal waste.

Biogas is a renewable energy source since its production does not generate additional carbon dioxide.

The amount of carbon dioxide released when the primary bio-resource is converted to energy, is the same as the amount absorbed from the atmosphere in the growth of the bio-resource itself .

Furthermore, it can be produced by anaerobic digestion (AD) with anaerobic organisms in a closed system.



Cosa è il biogas oggi?

E una storia di successo:

- Terzo Biogas al mondo
- >1000 MW di potenza installata
- > 7500 GWh el prodotta (2014)
- 4,5 Miliardi € investiti in 5 anni
- 12.000 Posti di lavoro diretti e stabili
- > 30 Milioni m³ digestato per anno

- Ha aiutato le aziende agricole a sopportare le crisi dei mercati



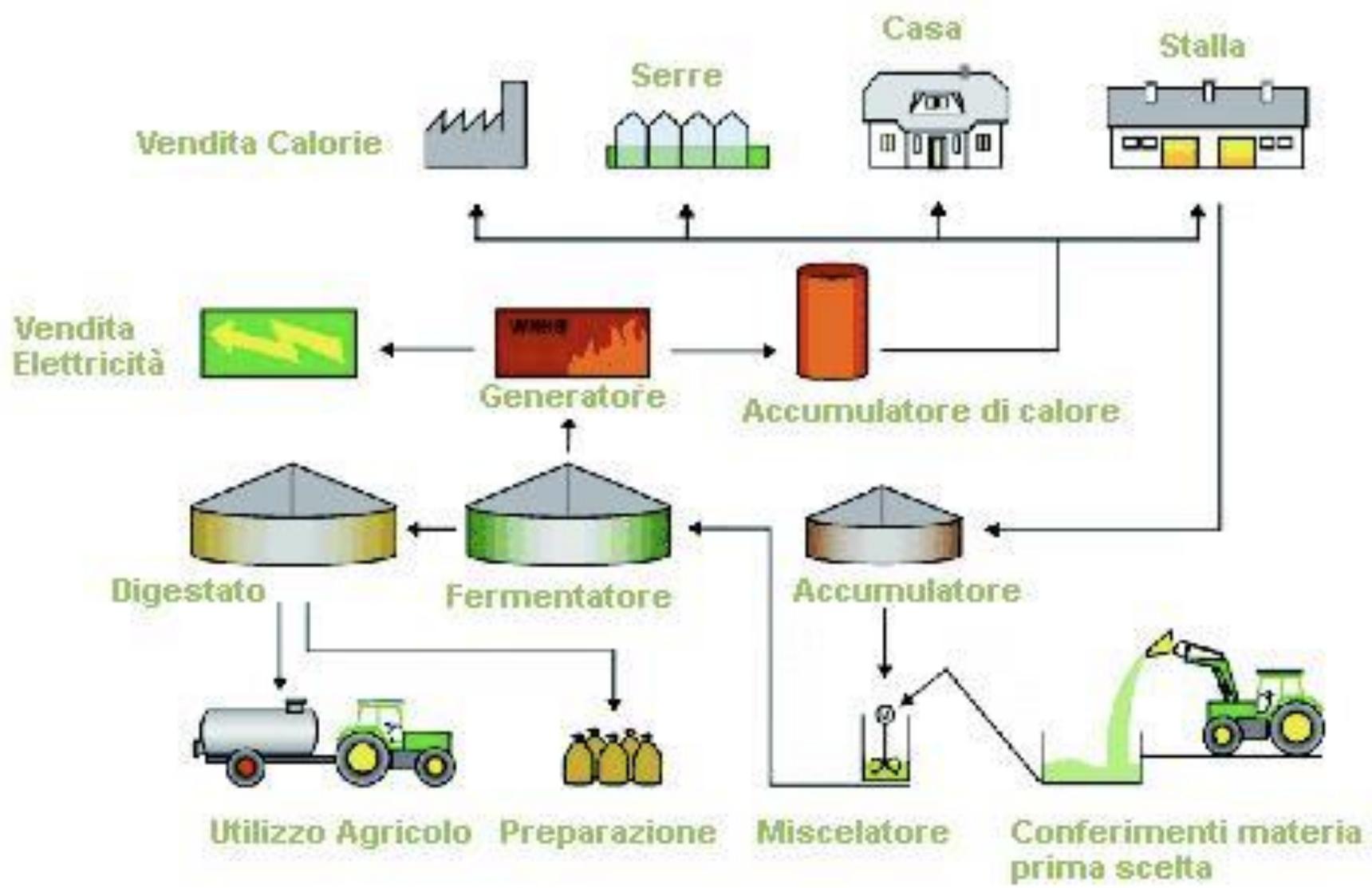


Biogas: una piattaforma agricola

Biogas refineries

- Funziona anche su scala piccola
- Flessibile sulle materie prime locali
- CAPEX e OPEX competitivi
- Restituisce carbonio e nutrienti ai terreni
- Permette di integrare la produzione agricola con la bioraffineria
- Diffusa sul territorio, già > 1200 impianti solo in Italia







BioLNG, BioCNG

- L'Italia è il più grosso mercato EU per metano per autotrazione
- Il metano è l'unico carburante davvero pulito per motore a scoppio
- Un'auto a Biometano emette (CO2) come un'auto elettrica caricata a energia rinnovabile
- Il motore a metano è già Euro6 ed emette molto meno NOx dei benzina
- Il LNG contribuirà a ridurre il consumo di diesel sia per le automobili che per i camion
- Il LNG è anche un ottimo carburante navale (sul mar Baltico e sul Danubio le nuove navi devono essere a LNG) in quanto consente una navigazione pulita e taglia i costi di gestione delle navi

Wärtsilä: LNG will dominate container in 10 years

SUPPLIERS: Wärtsilä has secured orders for the company's two first LNG driven container ships, and the engine manufacturer believes that the environmental ships will completely dominate the container market in 10 years.

Anaerobic digestion

performed by a **microbial consortium**, which has the ability to self acclimate to the inherent variability of the feedstock composition.

AD process can be affected by several factors, such as the technical characteristics of the plant and of its management, the feedstock characteristics and the activity of the microorganisms involved in the different degradation steps.

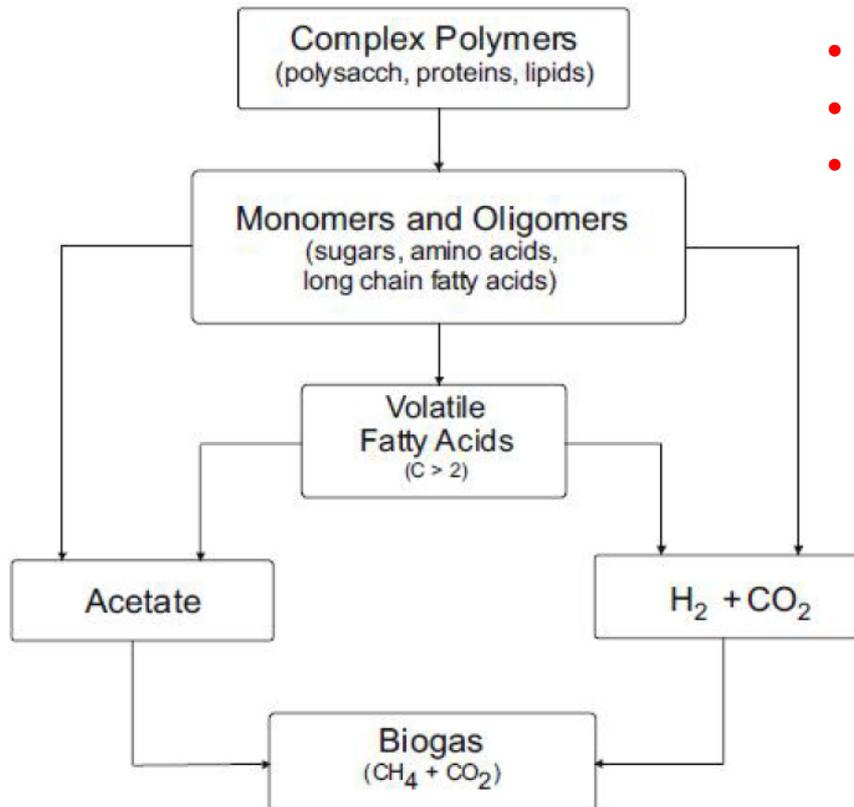
The conversion of organic matters into biogas involves four different processes:

- **hydrolysis,**
- **acid formation,**
- **acetogenesis**
- **methane production.**

In these different stages, which are however carried out in parallel, **different groups of bacteria collaborate by forming an anaerobic food chain where the products of one group will be the substrates for another.**

Furthermore, the biogas can be cleaned and upgraded to natural gas standards, when it becomes bio-methane.

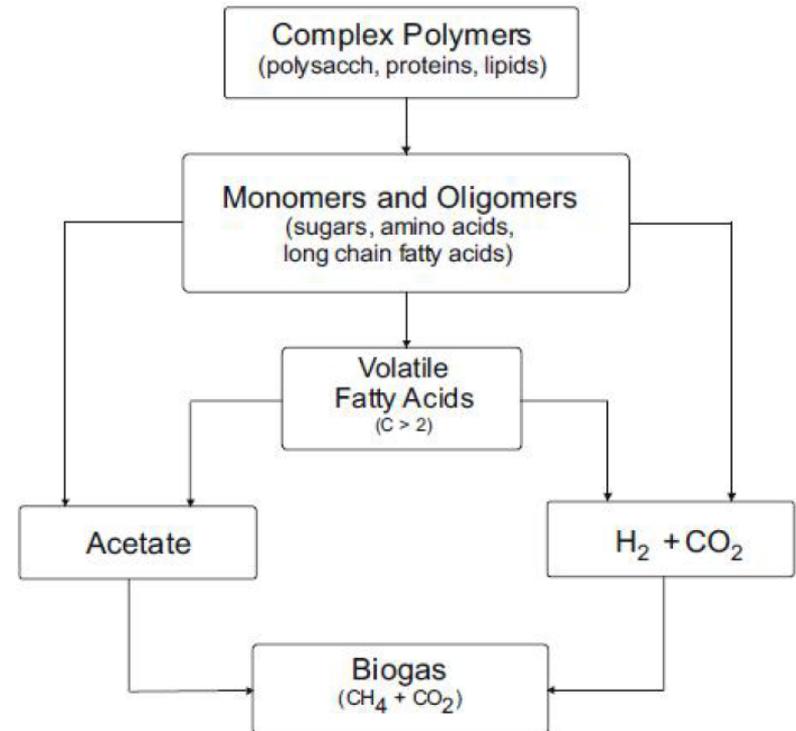
Methane fermentation is a complex process, which can be divided into four phases: hydrolysis, acidogenesis, acetogenesis and methanogenesis. In each individual phase, different groups of anaerobic microorganisms are involved. Hydrolyzing and fermenting microorganisms are responsible for the initial attack on polymers and monomers and produce mainly acetate and hydrogen and varying amounts of volatile fatty acids (VFA) such as propionate and butyrate.



- **hydrolysis,**
- **acid formation,**
- **acetogenesis**
- **methane production.**

Volatile fatty acids are converted into **acetate and hydrogen** by hydrogen-producing acetogenic bacteria.

At the end of the degradation chain, different groups of **metanogenic bacteria** are involved in the **methane production from acetate and from hydrogen and carbon dioxide**.



4. BIOGAS COMPOSITION AND PURIFICATION TECHNIQUES

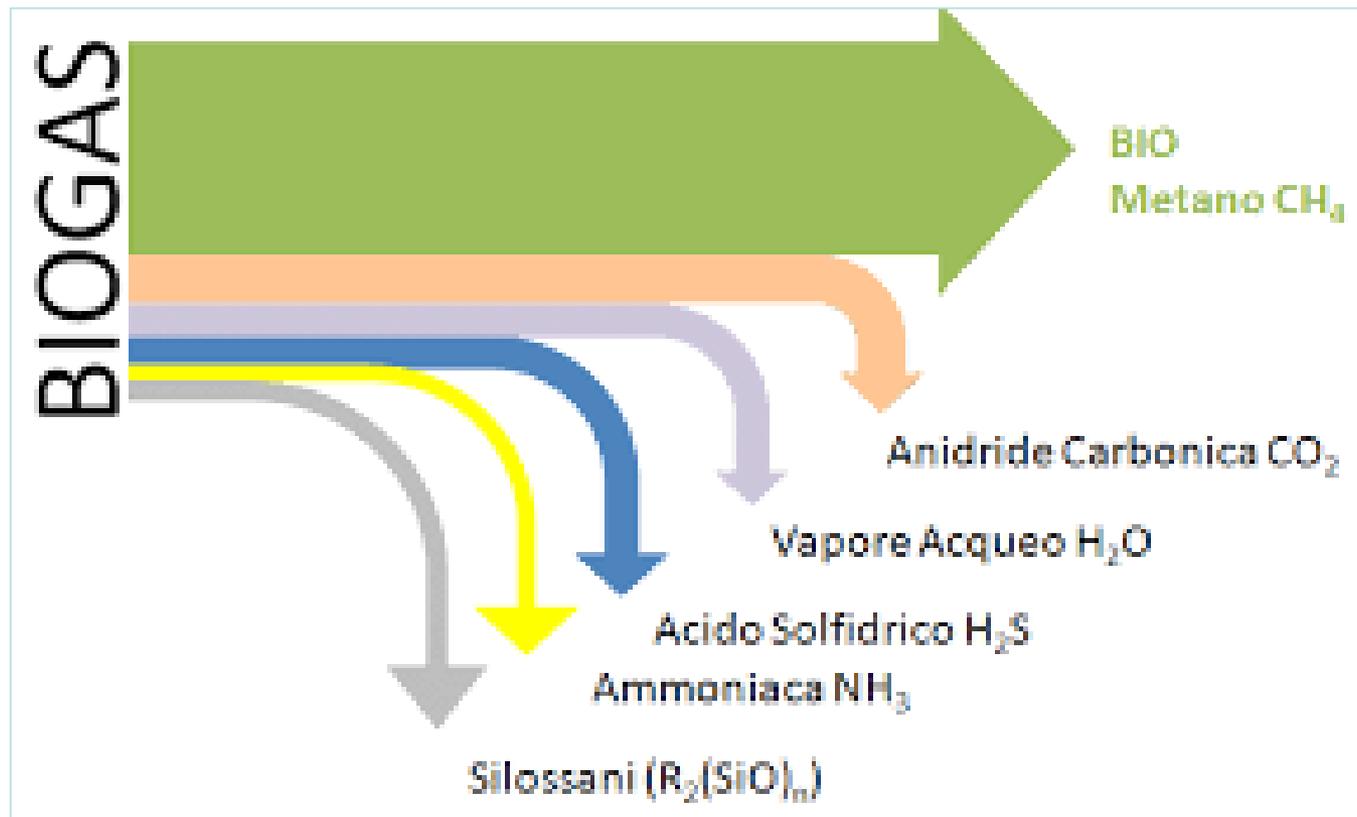
The composition of biogas depends on the substrate composition, as well as the conditions within the anaerobic reactor (temperature, pH, and substrate concentration).

The most relevant compounds present in the biogas are reported in the table below (Figure 2), in their relative most common percentages.

Typical Composition of Biogas		
COMPOUND	MOLECULAR FORMULA	PERCENTAGE
Methane	CH ₄	50–75
Carbon Dioxide	CO ₂	25–50
Nitrogen	N ₂	0–10
Hydrogen	H ₂	0–1
Hydrogen Sulphide	H ₂ S	0–3
Oxygen	O ₂	0–0

Figure 2
Typical composition
of biogas.

Relevant energetic key parameters are also reported in the table below (Figure 3).



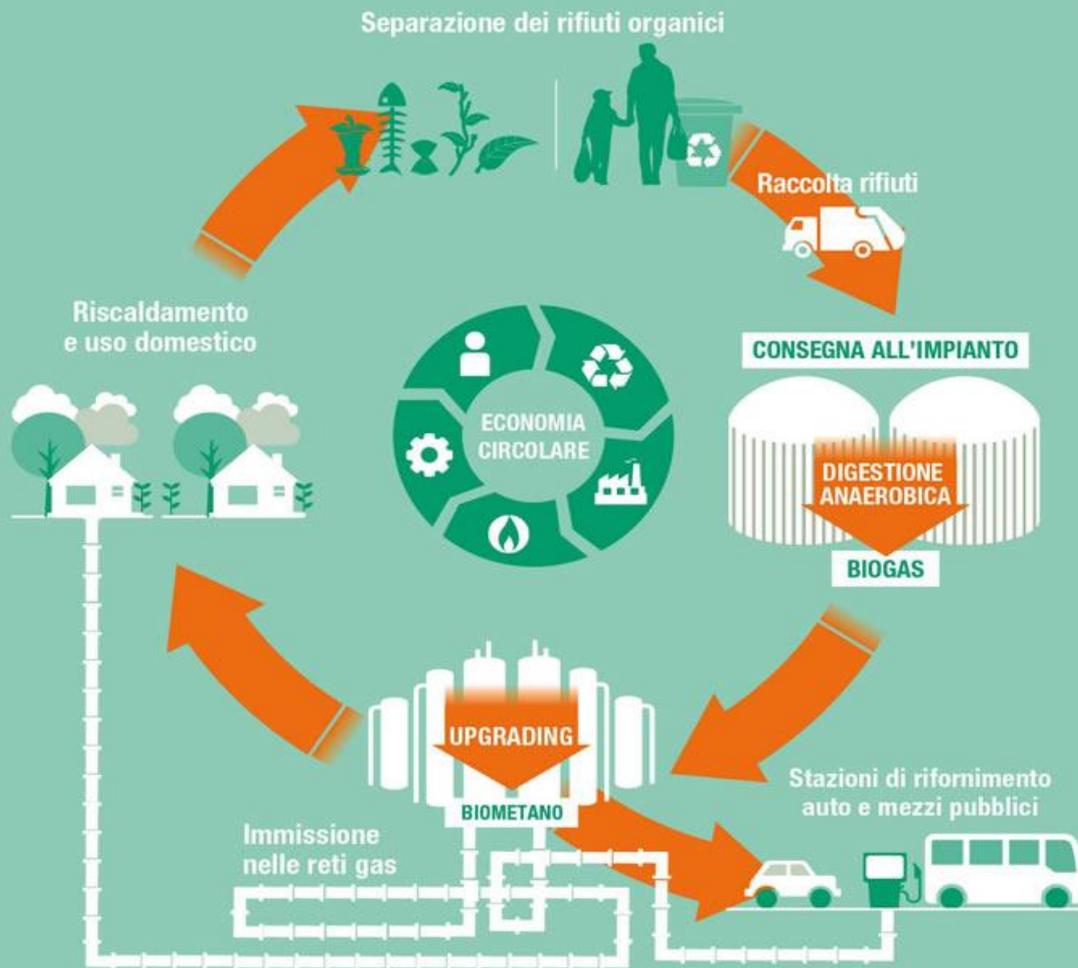
<http://ha.gruppohera.it/>

**Impianto produzione Biometano di
Sant'Agata Bolognese**



Dalla raccolta differenziata dell'organico al biometano

- *produzione, a regime, di 20.000 tonnellate di fertilizzante naturale di alta qualità*
- *7,5 milioni di metri cubi di biometano, combustibile rinnovabile al 100%.*



ALLA SCOPERTA DEL NUOVO IMPIANTO DI BIOMETANO DI SANT'AGATA BOLOGNESE: COSTRUZIONE E FUNZIONAMENTO

Dal rifiuto al gas: più naturale di così!
L'impianto di Sant'Agata Bolognese trasformerà i rifiuti organici in biometano da immettere in rete

[GUARDA IL VIDEO](#)

Si parte dalle famiglie con gli **scarti** provenienti dalla cucina di casa, cioè il rifiuto organico separato per la raccolta differenziata, e si torna al territorio, grazie **all'immissione in rete del gas prodotto**, per alimentare mezzi privati o del trasporto pubblico o per usi domestici, come cucinare o riscaldarsi, con immediati benefici per la qualità dell'aria.

Dai rifiuti organici il biometano, combustibile rinnovabile al 100%

Già da anni Hera produce biogas per la generazione di energia elettrica rinnovabile, attraverso i biodigestori e le discariche, ora però si tratta di raffinarlo per farne del biometano perfettamente analogo a quello che alimenta i mezzi o scorre nei tubi di casa.

Nel nuovo impianto di S. Agata Bolognese i rifiuti organici saranno soggetti a un processo di biodigestione anaerobica per la produzione di biogas. In sostanza il rifiuto organico, triturato e vagliato, **rimarrà per circa 21 giorni in 4 digestori orizzontali, chiusi ermeticamente, dove idonei microrganismi compiranno il processo di digestione producendo biogas, costituito da metano e anidride carbonica, che verrà sottoposto a una operazione di “upgrading” (purificazione) attraversando in controcorrente acqua pressurizzata: l’anidride carbonica si scioglierà separando così il metano.** Si otterrà quindi biometano, un gas con una percentuale di metano superiore al 95%, una fonte di energia completamente rinnovabile.

Al termine del processo di digestione, alla parte solida organica in uscita verrà aggiunto materiale lignocellulosico per ottenere una massa compatta che sarà avviata a una fase di compostaggio da cui si ricaverà compost di qualità, utilizzabile come terriccio per vasi o fertilizzante in agricoltura.

Con il biometano si evita l'utilizzo di 6.000 tonnellate di petrolio all'anno

Da 100.000 tonnellate annue di rifiuti organici della raccolta differenziata, a cui si sommeranno 35.000 tonnellate dalla raccolta di verde e potature, sarà possibile ricavare a regime 20.000 tonnellate di compost e 7,5 milioni di metri cubi di biometano, evitando un utilizzo di combustibile fossile pari a oltre 6.000 tonnellate equivalenti di petrolio annue pari a 14.600 tonnellate di CO2 evitate.

Il biometano potrà così diventare carburante per i veicoli a metano e per il trasporto pubblico locale, grazie a partnership con aziende di trasporto pubblico locale e i cittadini potranno muoversi su **automezzi totalmente alimentati dal nuovo combustibile green**. Si tratta di un'iniziativa quindi che, se replicata, può rappresentare un contributo importante per la strategia energetica nazionale e per il raggiungimento dei target europei del 20-20-20.

The use of enzymes in the context of flavors and fragrances

Compounds that find widespread application in food, beverages, cosmetics, detergents and pharmaceutical products

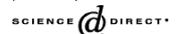
world-wide industrial size estimated at US\$ 16 billion



Review

TRENDS in Biotechnology Vol.23 No.4 April 2005

Full text provided by www.sciencedirect.com



Biocatalytic preparation of natural flavours and fragrances

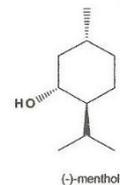
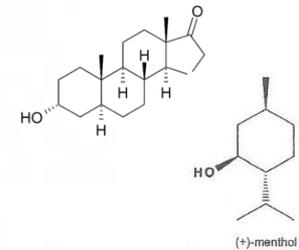
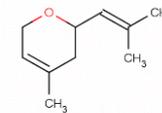
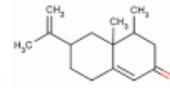
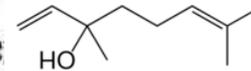
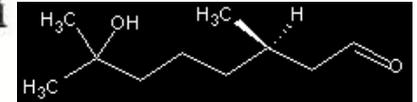
Stefano Serra¹, Claudio Fuganti² and Elisabetta Brenna²

¹C.N.R. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Chimica del Riconoscimento Molecolare, Sezione A. Quilico' (Institute of Chemistry of Molecular Recognition, A. Quilico section), Via Mancinelli 7, I-20133 Milano, Italy

²Dipartimento di Chimica, Materiali ed Ingegneria Chimica 'Giulio Natta' del Politecnico (G. Natta Department of Chemistry, Materials and Chemical Engineering), Via Mancinelli 7, I-20133 Milano, Italy

Chirality and odor

Compound	Odour description
7-Hydroxy-6,7-dihydro-citronellal	(+): Lily of the valley with green minty notes (-): Sweet lily of the valley note
Linalool	(+): Sweet, petigrain (-): Woody, lavende
Nootkatone	(+): Grapefruit (-): Woody, spicy
Nerol oxide	(+): Green, floral (-): Green, spicy, geranium
Androstenone	(+): Odourless (-): Sweaty, urine, strong, musky
Menthol	(-): Sweet, fresh, minty, strong cooling effect (+): Dusty, vegetable, less minty, less cooling



'Natural' flavours

Recent US and European legislations have meant that 'natural' flavour substances can only be prepared either by **physical processes (extraction from natural sources)** or by **enzymatic or microbial processes**, which involve precursors isolated from nature.

This classification created a dichotomy in the market because compounds labelled 'natural' become profitable products whereas other flavours that occur in nature but are produced by chemical methods must be called '**natureidentical**' and are less appreciated by consumers.

These differences have stimulated much research aimed at developing new biotechnological processes for these valuable compounds.

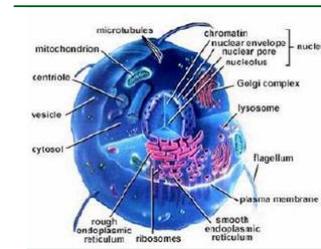
CE 1334/2008

EC Flavor directive 88/388/EEC

US Code of Federal Regulation 21 CFR 101.22

The 'natural' routes for flavour production are:

- the bioconversions of natural precursors using biocatalysis,
- de novo synthesis (fermentation) and isolation from plants and animals.

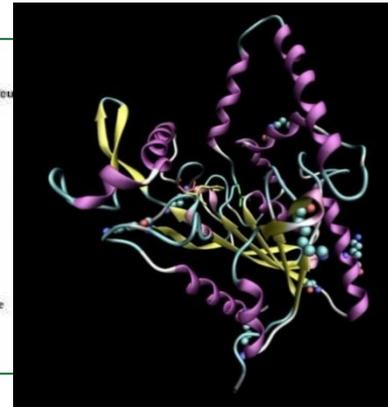
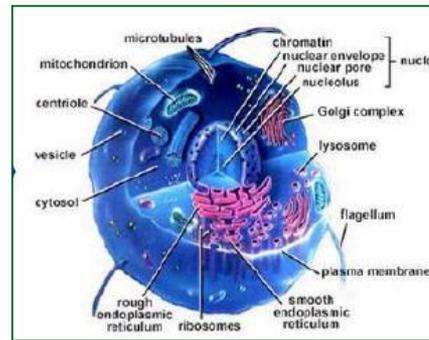


Although from the chemist's point of view there is no difference between a compound synthesized in nature and the molecule produced in the laboratory (i.e. **nature identical**) the price of a flavour sold as **natural** is often significantly higher than a similar one prepared by chemical synthesis.

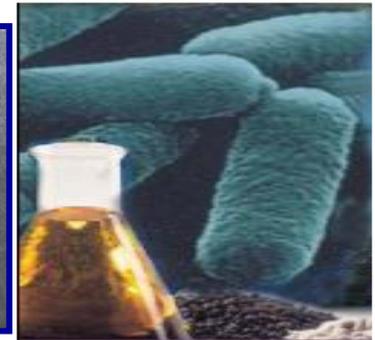
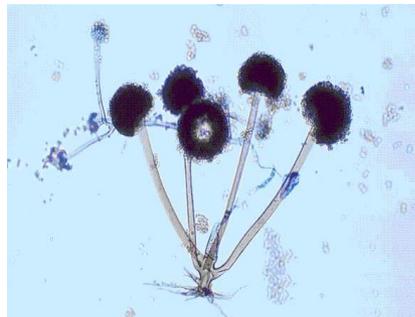


Biotechnological methods for the synthesis of natural fragrances and flavors

- Biocatalysis
 - Enzymes
 - Whole cells



- Biosynthesis and fermentation
 - Fungi,
 - moulds,
 - bacteria



Biotechnological methods for the synthesis and production of flavors and fragrances

Some examples

➤ Vanillin



➤ Menthol



➤ Grey Amber (Ambergris)



➤ Irones



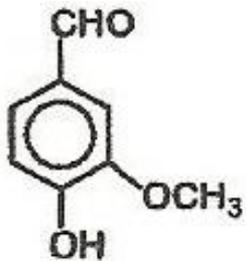
Vanilla planifolia, Orchidaceae

This compound occurs in the pods of tropical Vanilla orchids (mostly *Vanilla planifolia*) at levels of 2% by weight, but less than 1% of the global market is covered by the extracted compound.

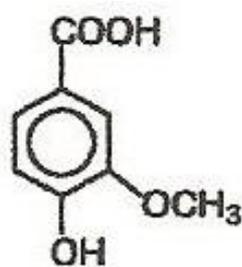


Principal NATURAL COMPONENTS

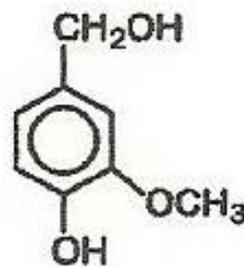
Vanillin



Vanillic acid



Vanillyl alcohol



Consumed: 12.000 t

Request: 15.000 t

Produced by extracton: 20 t

Produced by biotechnology: 1-10 t

The rest obtained by chem. synthesis

Cost

→ \$1200-4000/kg

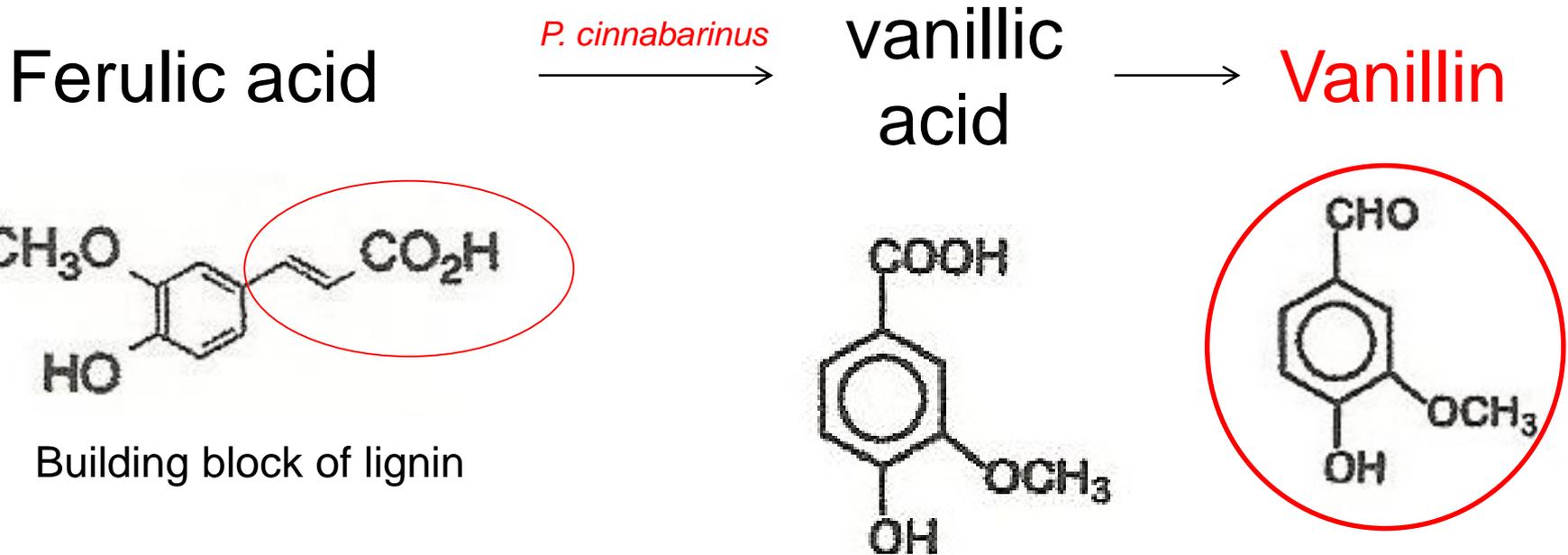
→ \$1000/kg

→ \$15/kg

Examples of studies for the production of vanillin via biotechnological routes

<i>Micro-organism</i>	<i>Substrate</i>	<i>Product</i>	<i>Author</i>
<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>	Ferulic acid	Vanillin	Falconnier <i>et al</i> 1994
<i>Aspergillus niger</i>	Ferulic acid	Vanillin	Lesage-Meessen <i>et al</i> 1996
<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>			
<i>Pseudomonas acidovorans</i>	Ferulic acid	Vanillin	Toms and Wood 1970
<i>Corynebacterium glutamicum</i>	Ferulic acid	Vanillin	Labuda <i>et al</i> 1993
<i>Paecilomyces variotii</i>	Ferulic acid	Vanillin	Rahouti <i>et al</i> 1989
<i>Pestalotia palmarum</i>			
<i>Spirulina platensis</i>	Ferulic acid	Vanillin	Ramachandra Rao <i>et al</i> 1996
<i>Haematococcus pluvialis</i>	Ferulic acid	Vanillin	Usha Tripathi <i>et al</i> 1999
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Ferulic acid	Vanillic acid	Andreoni <i>et al</i> 1995
<i>Escherichia coli</i>	Ferulic acid	Vanillin	Otuk 1985
<i>Alcaligenes paradoxus</i>	Ferulic acid	Vanillin	Krishnamohan and Khanna 1994
<i>Streptomyces setonii</i>	Ferulic acid	Vanillin	Sutherland <i>et al</i> 1983
<i>Fomes fomentarius</i>	Ferulic acid	Vanillin	Ishikawa <i>et al</i> 1963
<i>Polyporus versicolor</i>	Ferulic acid	Vanillin	Rosazza <i>et al</i> 1995
<i>Rhodotorula rubra</i>	Ferulic acid	Vanillic acid	Huang <i>et al</i> 1993
<i>Corynebacterium glutamicum</i>	Eugenol	Vanillin	Tadasa and Kayahara 1983
<i>Pseudomonas spp</i>	Eugenol	Vanillin	Rabenhorst 1996
<i>Serratia spp</i>	Eugenol &	Vanillin	Rabenhorst 1991
<i>Enterobacter spp</i>	Isoeugenol		
<i>Arthobacter globiformis</i>	Eugenol	Vanillin	Cooper 1987
<i>Serratia marcescens</i>	Vanillin	Vanillin acid	Prestelo <i>et al</i> 1989
<i>Streptomyces viridosporus</i>	Vanillin	Vanillic acid	Pomento and Crawford 1983
<i>Aspergillus niger</i>	Vanillylamine	Vanillin	Yoshida <i>et al</i> 1997
<i>Escherichia coli</i>	Vanillylamine	Vanillin	
<i>Pycnoporus cinnabarinus</i>	Vanillic acid	Vanillin	Lesage-Meessen <i>et al</i> 1997
<i>Proteus vulgaris</i>	<i>m</i> -Methoxytyrosine	Vanillin	Casey and Dobb 1992
Stilbene dioxygenase	Isorhaponin	Vanillin	Hagedorn and Kaphammer 1994
Lipoxygenase	Coniferyl aldehyde	Vanillin	Markus <i>et al</i> 1992
	Ferulic acid	Vanillin	Mane and Zucca 1992
<i>Brettanomyces anomalus</i>	Ferulic acid	Vanillin	Edlin <i>et al</i> 1995
	Caffeic acid		
	Coumaric acid		
<i>Penicillium simplicissimum</i>	Vanillyl alcohol	Vanillin	Fraaije <i>et al</i> 1997

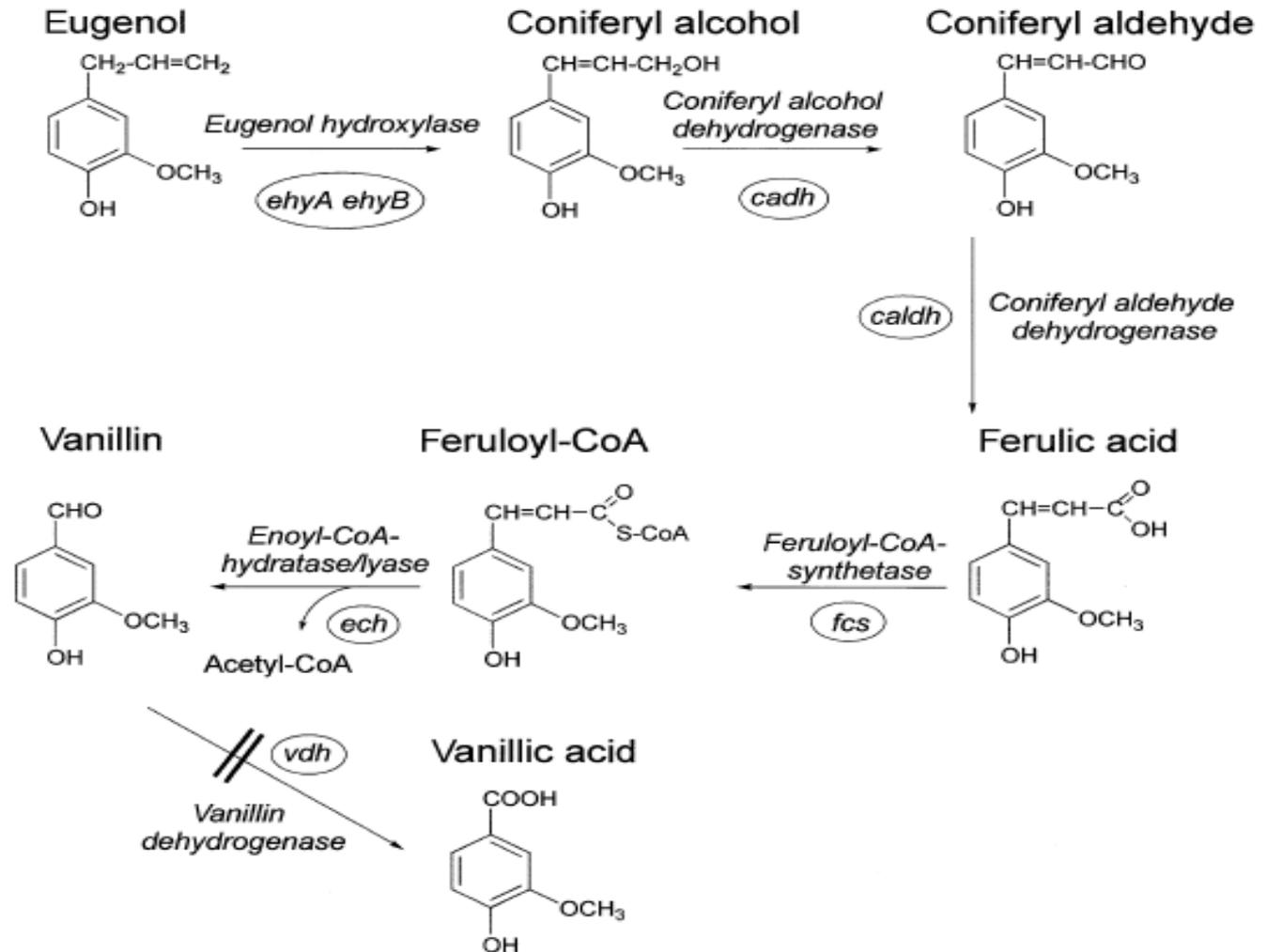
Production of vanillin through bioconversion of lignin components



- *Pycnoporus cinnabarinus* degrades side chain of ferulic acid to obtain vanillic acid that is then reduced to vanillin

Production of vanillin by means of *Pseudomonas* sp. (engineered)

From essential oil of clove, nutmeg, cinnamon, basil



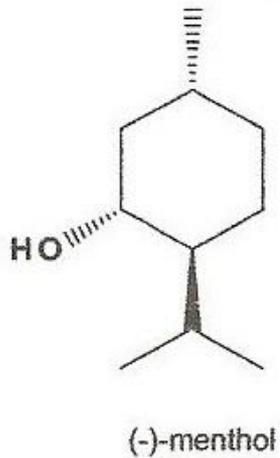
L'ingegneria genetica è stata applicata con successo per produrre vanillina tramite diretta conversione di eugenolo usando ceppi metabolicamente ingegnerizzati di *Pseudomonas*.

Però questo processo non è sfruttato in Europa a causa della negativa percezione pubblica dell'uso di microorganismi geneticamente modificati per la sintesi di composti ad uso alimentare.

A proposito di *Pseudomonas*, l'intera via da eugenolo ed acido ferulico a vanillina è stata sequenziata: inibendo il gene *vdh* (*vanillin dehydrogenase* – vanillina deidrogenasi), tale microorganismo può essere utilizzato per produrre vanillina partendo da eugenolo, composto naturale economico.

Menthol

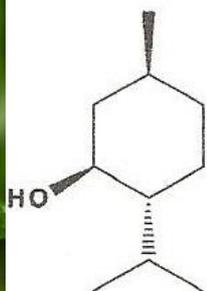
Genus *Mentha*, *Lamiaceae*



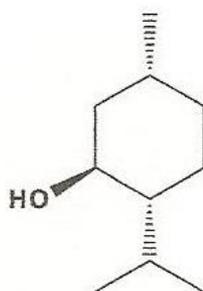
Mentha piperita, *M. arvensis*, *M. spicata*
main specie used for extraction

estimated world
production of menthol:
11 800 tons.

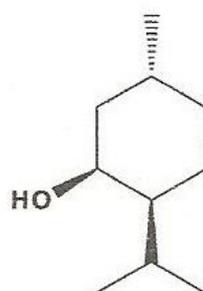




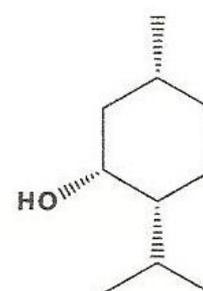
(+)-menthol



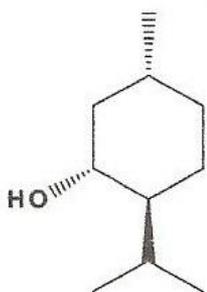
(+)-isomenthol



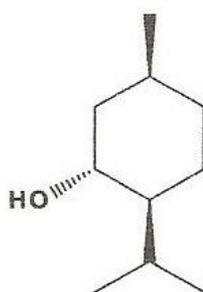
(+)-neomenthol



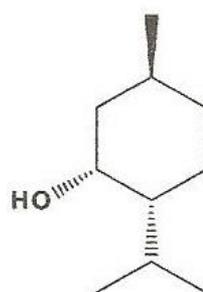
(+)-neoisomenthol



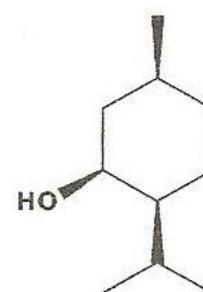
(-)-menthol



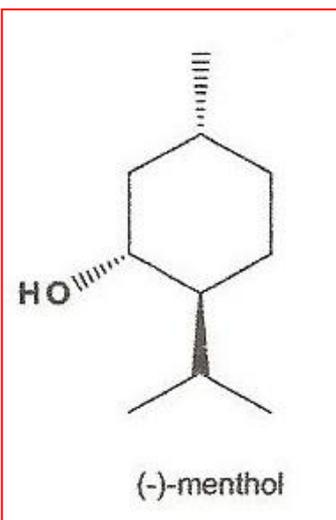
(-)-isomenthol



(-)-neomenthol



(-)-neoisomenthol



The desired organoleptic properties of this monoterpene are related to its absolute configuration and from the eight possible isomers, only the natural (-)-(1R,3R,4S) isomer is suitable as a flavourant. In 1998, the estimated world production of menthol was **11 800 tons**.

Extraction and crystallization

The majority of (-)-menthol is still obtained by **freezing** the oil of *Mentha arvensis* to crystallise the menthol present.

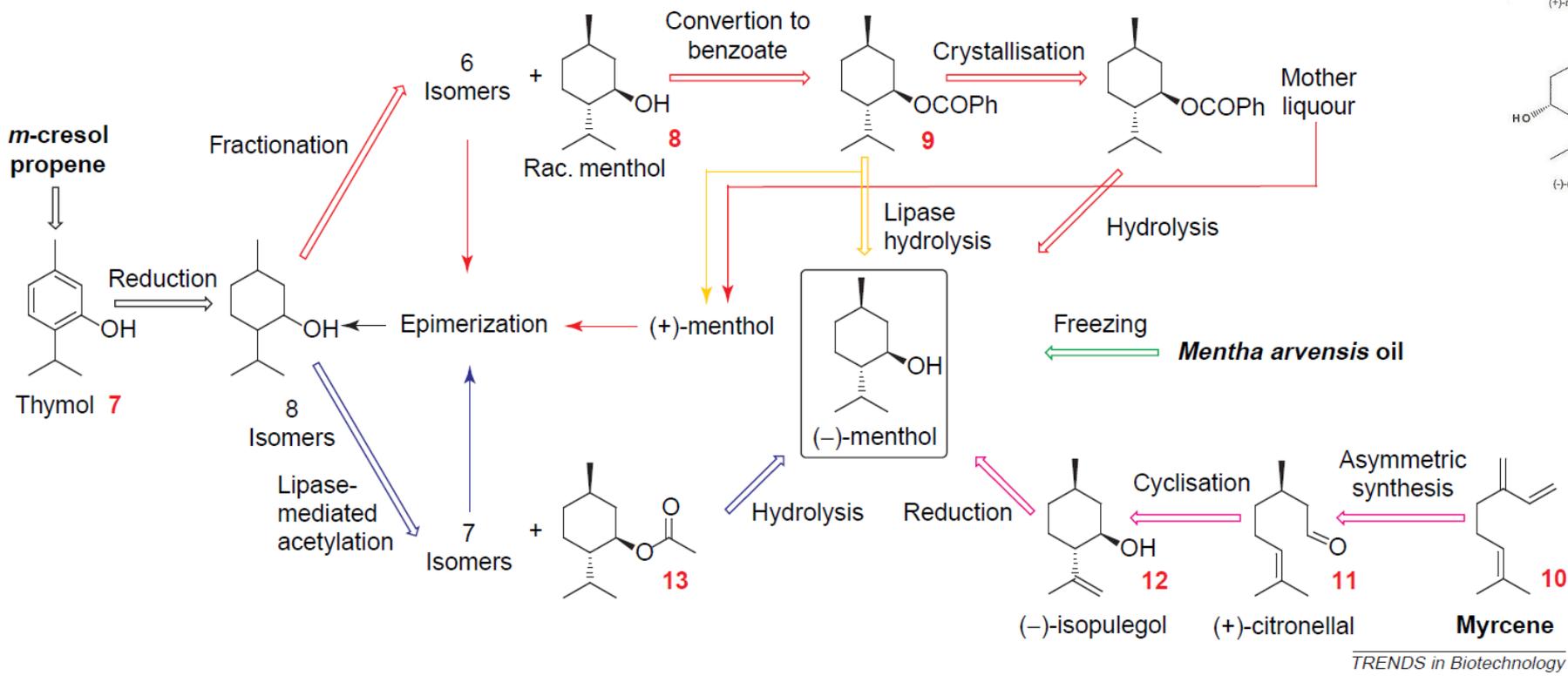
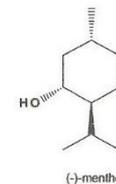
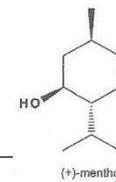


Figure 2. Industrial production of (-)-menthol. Red, green and violet arrows indicate Haarmann and Reimer, extractive and Takasago processes, respectively. Yellow and blue arrows indicate the new biocatalytic processes of Haarmann and Reimer and AECl, respectively.

Although the biocatalytic routes have yet been commercialised, they are based on the well-established route of racemic menthol preparation and will certainly be developed further.

Fragrances for parfumes

➤ Grey Amber (Ambergris)



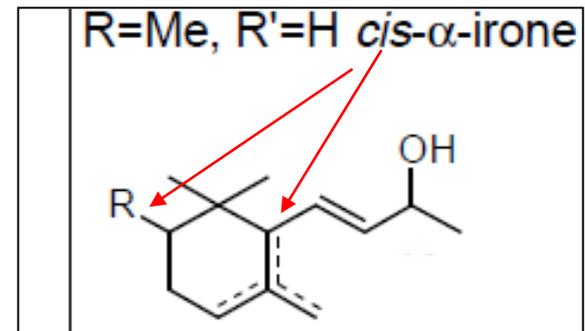
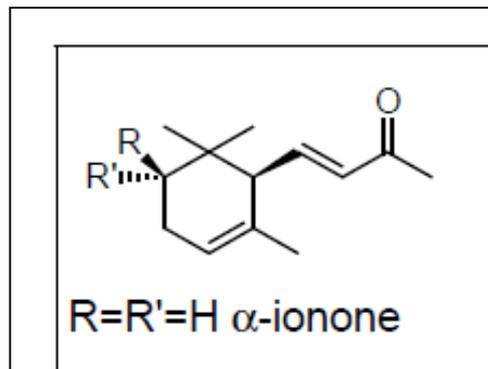
➤ Iris (Irones)



Although these natural products are expensive, they are still used in fine formulations because they give better results compared with the corresponding synthetic materials.

The odorous principles components of these raw materials are the norterpenoid ionones and irones.

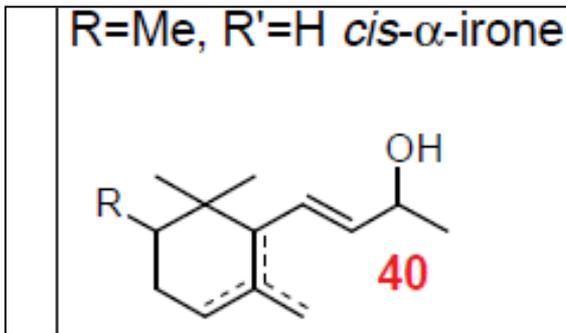
This superiority is due to the complexity of the natural isomeric mixture in which each component might show different olfactory features.



Iris, Iridaceae

(rhizomes: modified subterranean stem)

Ionones have been found in several plants, whereas **irones** were formed during ageing and manufacturing of the iris rhizomes.



Iris absolute: 40000-50000 €/kg

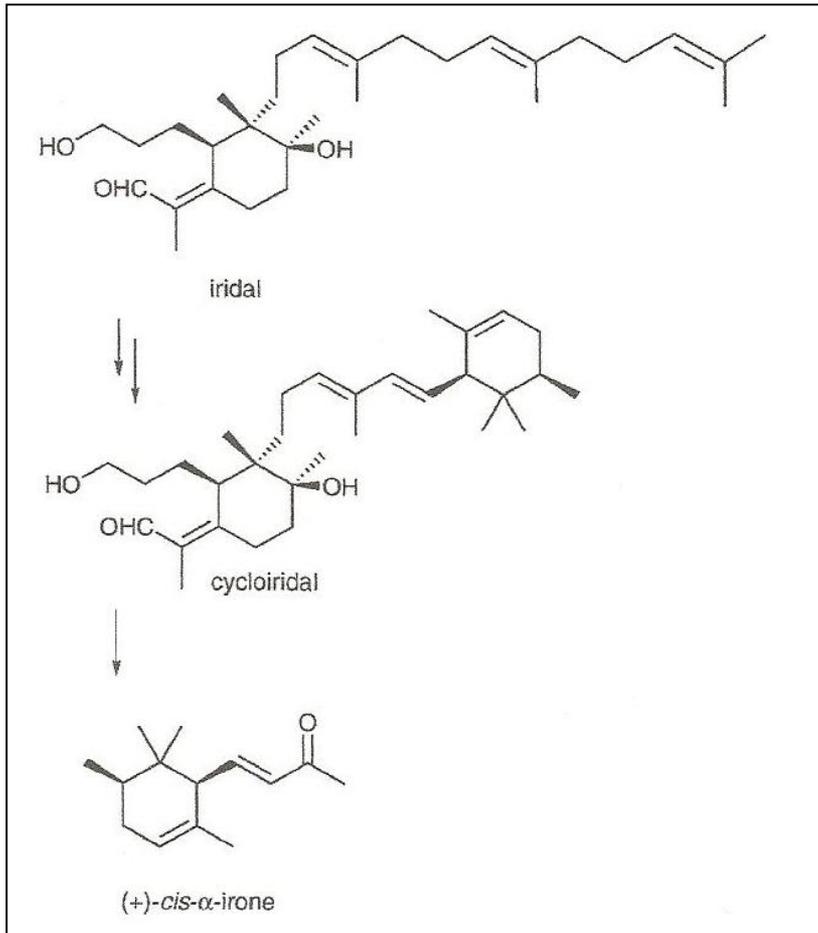
Chanel No. 19

Traditional method: 400 mg/ kg after 3 years drying

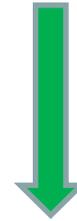


Patented biotechnological method

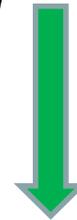
Traditional method: 400 mg/kg after 3 years drying



Iris rhizomes



Serratia liquefaciens +
Pseudomonas maltophilia



irones

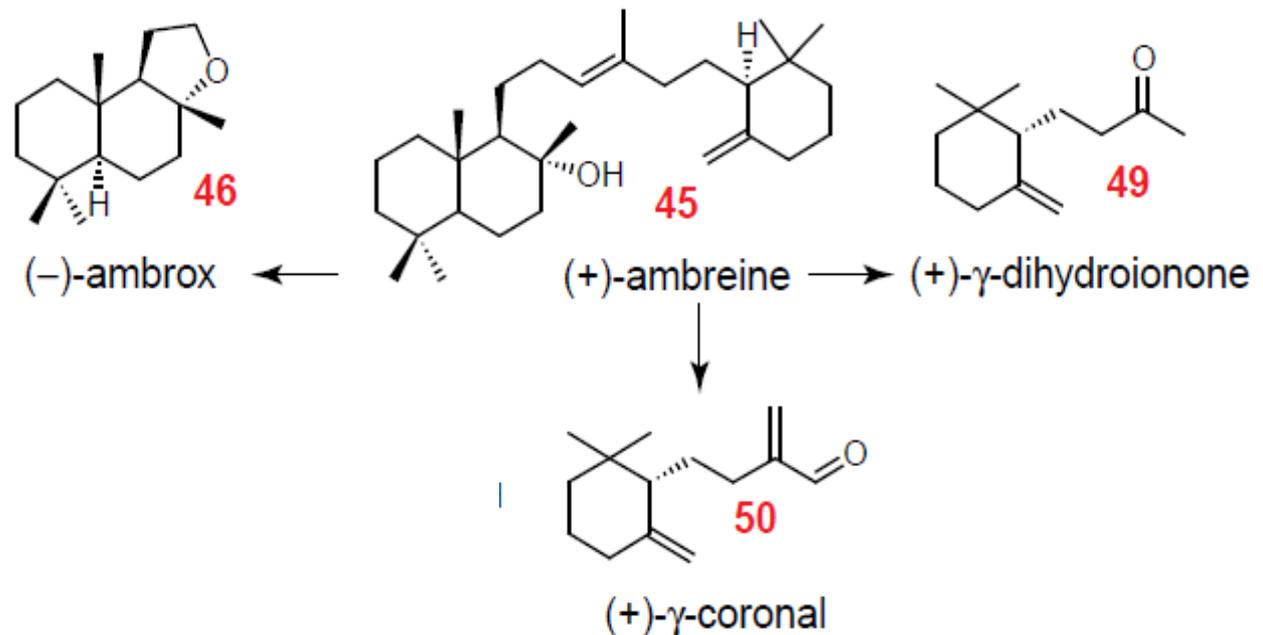
1 g/kg after 8 days

Grey amber (ambergris)

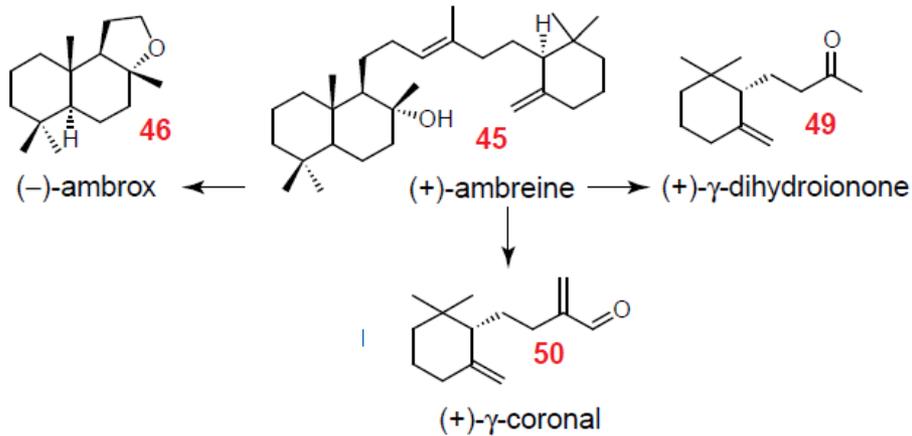


Ambergris is a secretion found in the intestinal tract of the sperm whale. (*Physeter catodon macrocephalus*)

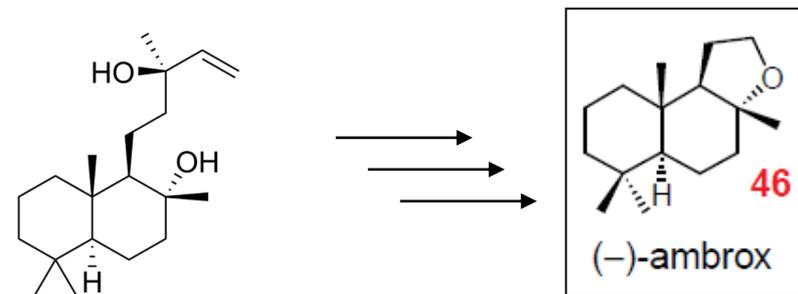
This secretion contains the odourless triterpene ambreine (45) that on exposure to sunlight, air and seawater, undergoes a degradative process deriving compounds that are responsible for the complex odour of ambergris.



Grey amber (ambergris)



The most appreciated one is the tricyclic ether (-)-ambrox (46), which is currently produced by semisynthesis from sclareol, a diterpene present in clary sage.



sclareol