



Dipartimento di Chimica Industriale  
«Toso Montanari»  
UNIVERSITA' DI BOLOGNA



# Dalla Bioraffineria alla Biocosmesi: l'esperienza di PHENBIOX srl

**Leonardo Setti**

**Dipartimento di Chimica Industriale "Toso Montanari"**  
**C.I.R.I. ENERGIA&AMBIENTE**

**EXPOCHIMICA**

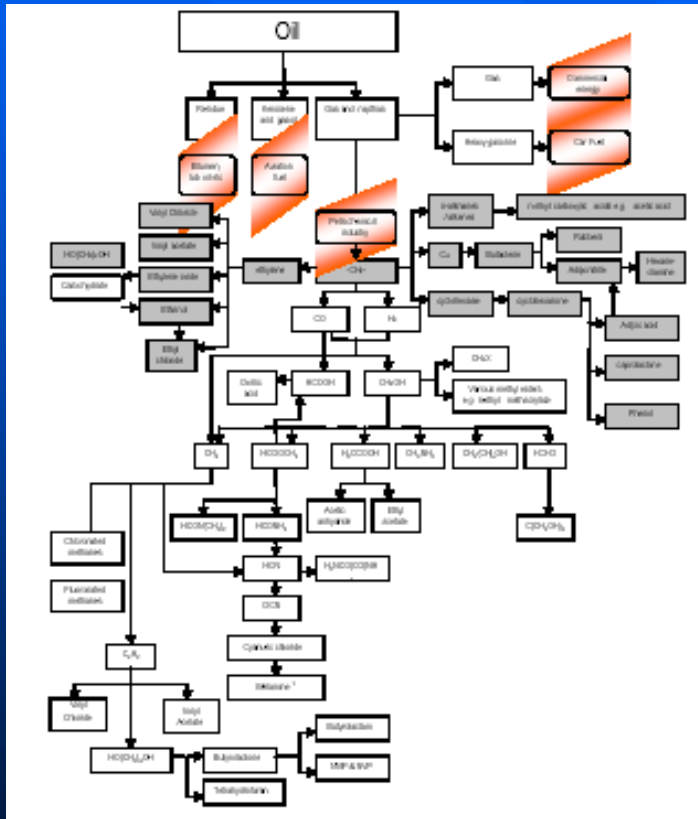
MOSTRA CONVEGNO DELLA CHIMICA SPECIALISTICA IN ITALIA

25-26-27 NOVEMBRE 2015  
SAN LAZZARO DI SAVENA - BOLOGNA  
UNAWAY HOTEL

# Industrial Chemistry

Primary resource: petroleum

Refining

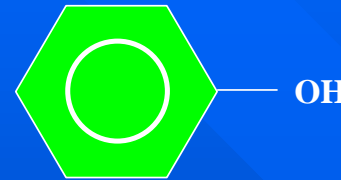


Fine chemicals

**Building block**

**Functionalised**

**Non-functionalised**



Ethylene  
Propylene  
Butadiene  
Benzene  
Toluene  
.....

R



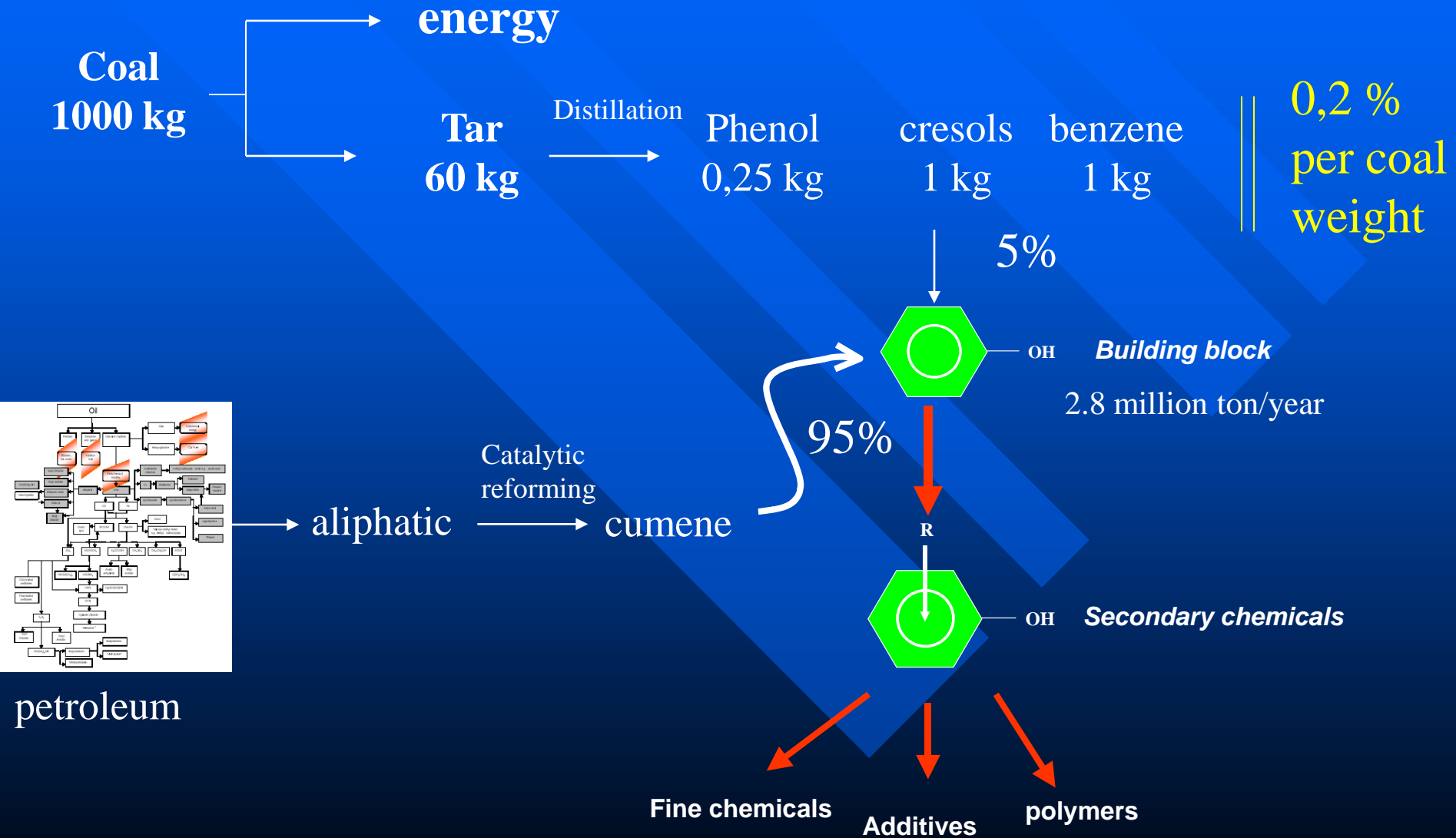
**Secondary chemicals**

Additives

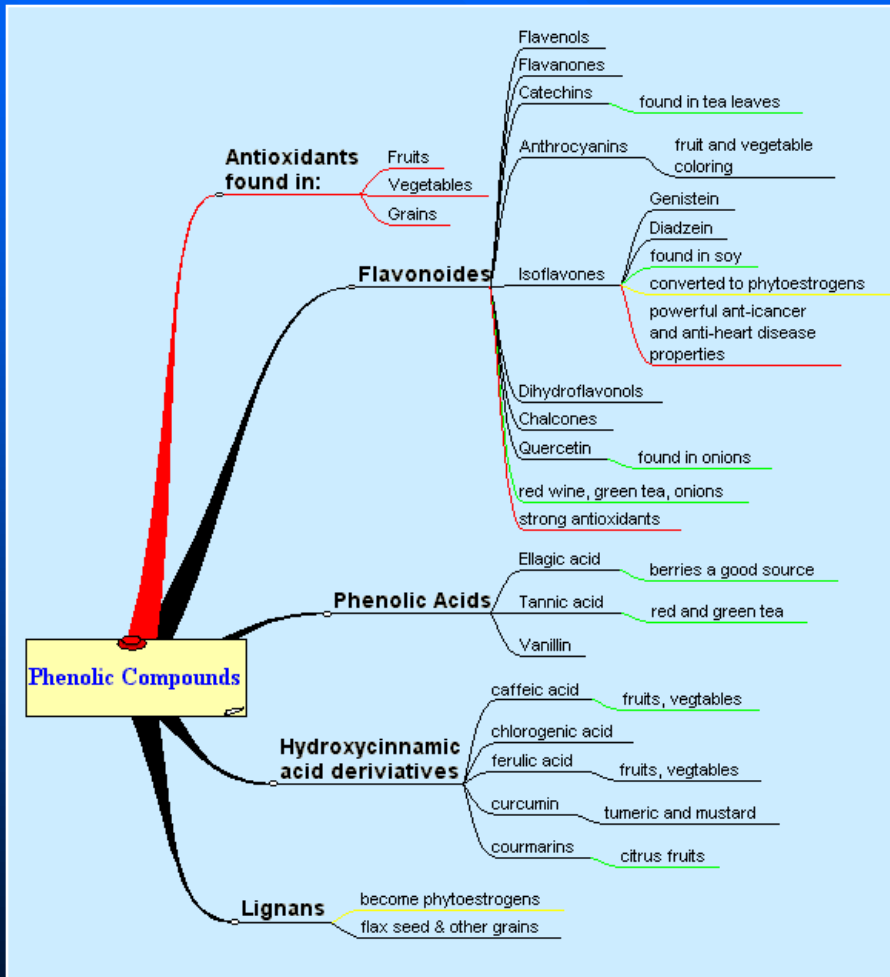
polymers

# Refining as a "WHOLE RESOURCE APPROACH"

## Industrial Chemistry



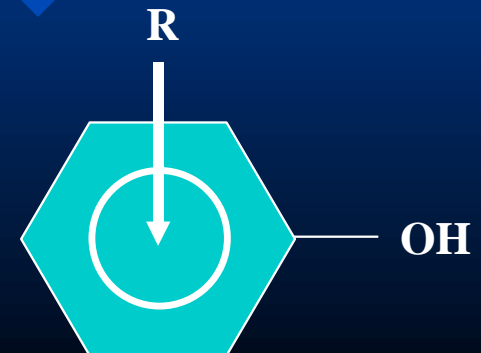
# Biomass is an interesting alternative resource for phenolic compounds



Phenols present an ubiquitous nature in terrestrial higher plants and ferns while they are essentially absent in lower organisms and in animals

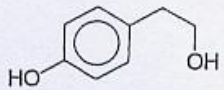
The phenolic biosynthetic pathway was the major early event in the development of land plants.

**3 – 8 % by weight of biomass**

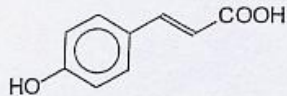


# Secondary chemical building blocks from biomasses

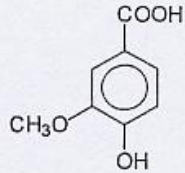
## Olive



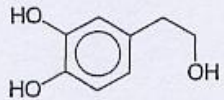
Tyrosol



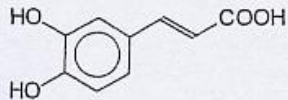
*p*-Coumaric acid



Vanillic acid



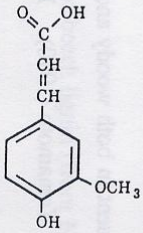
Hydroxytyrosol



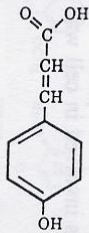
Caffeic acid

## Cereals

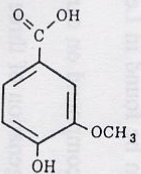
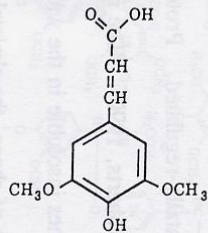
Ferulic Acid



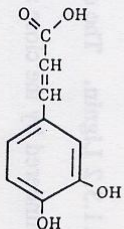
*p*-Coumaric Acid



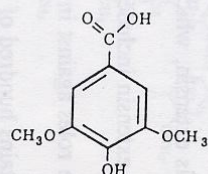
Sinapinic Acid



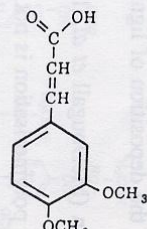
Vanillic Acid



Caffeic Acid

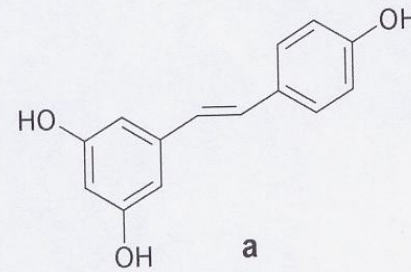


Syringic Acid

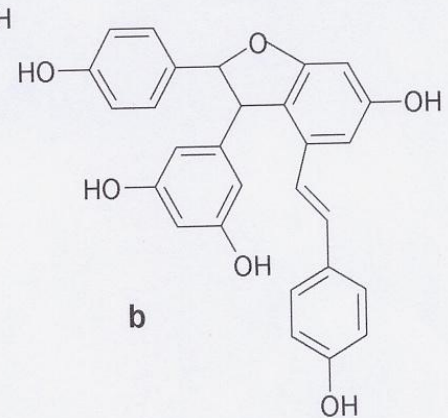


3,4-Dimethoxycinnamic Acid

## Grape

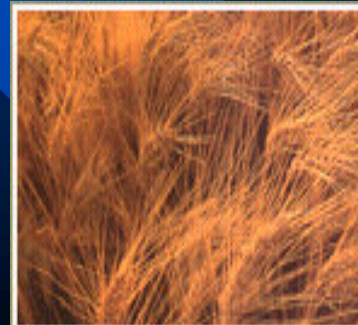


a



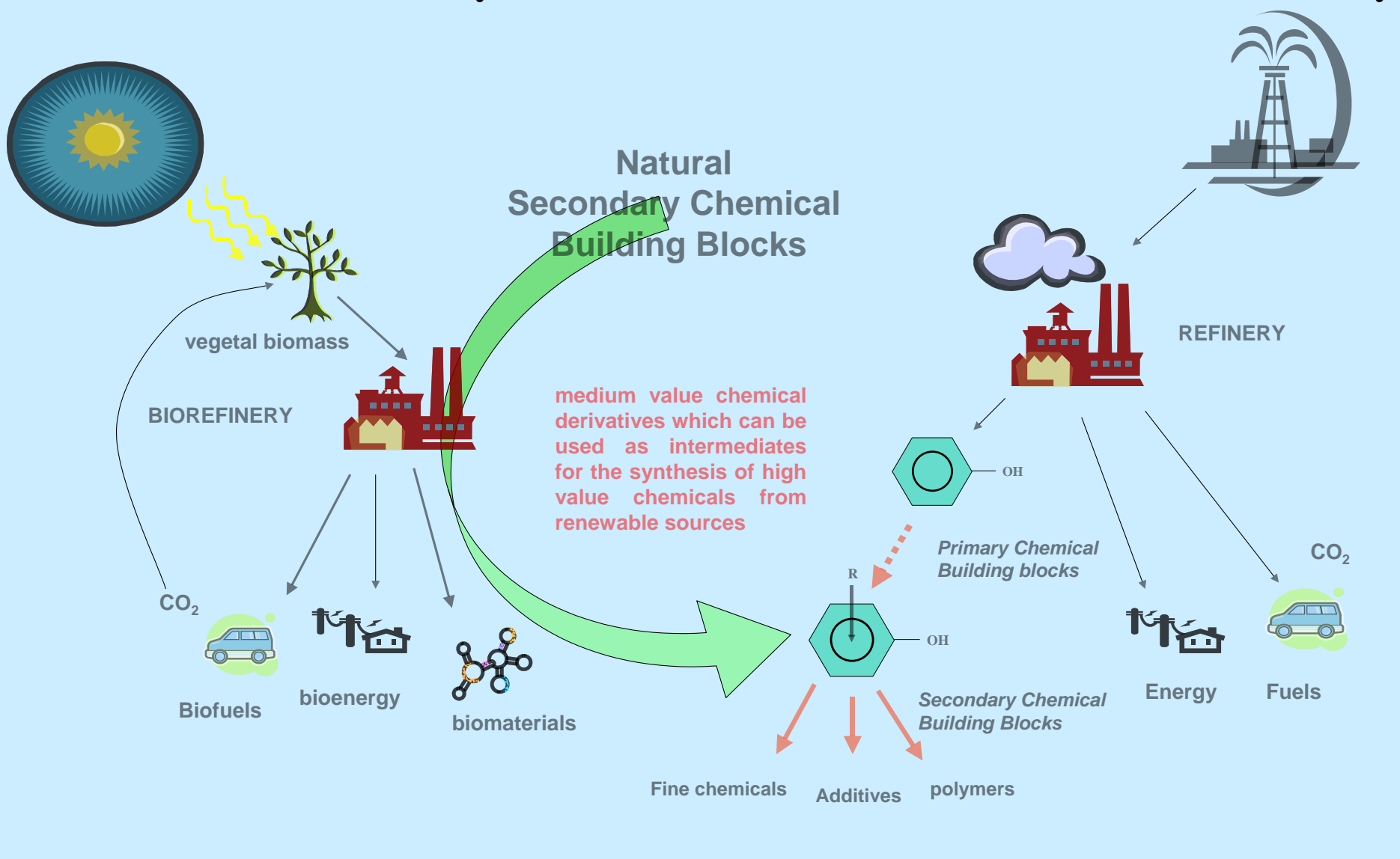
b

resveratrol



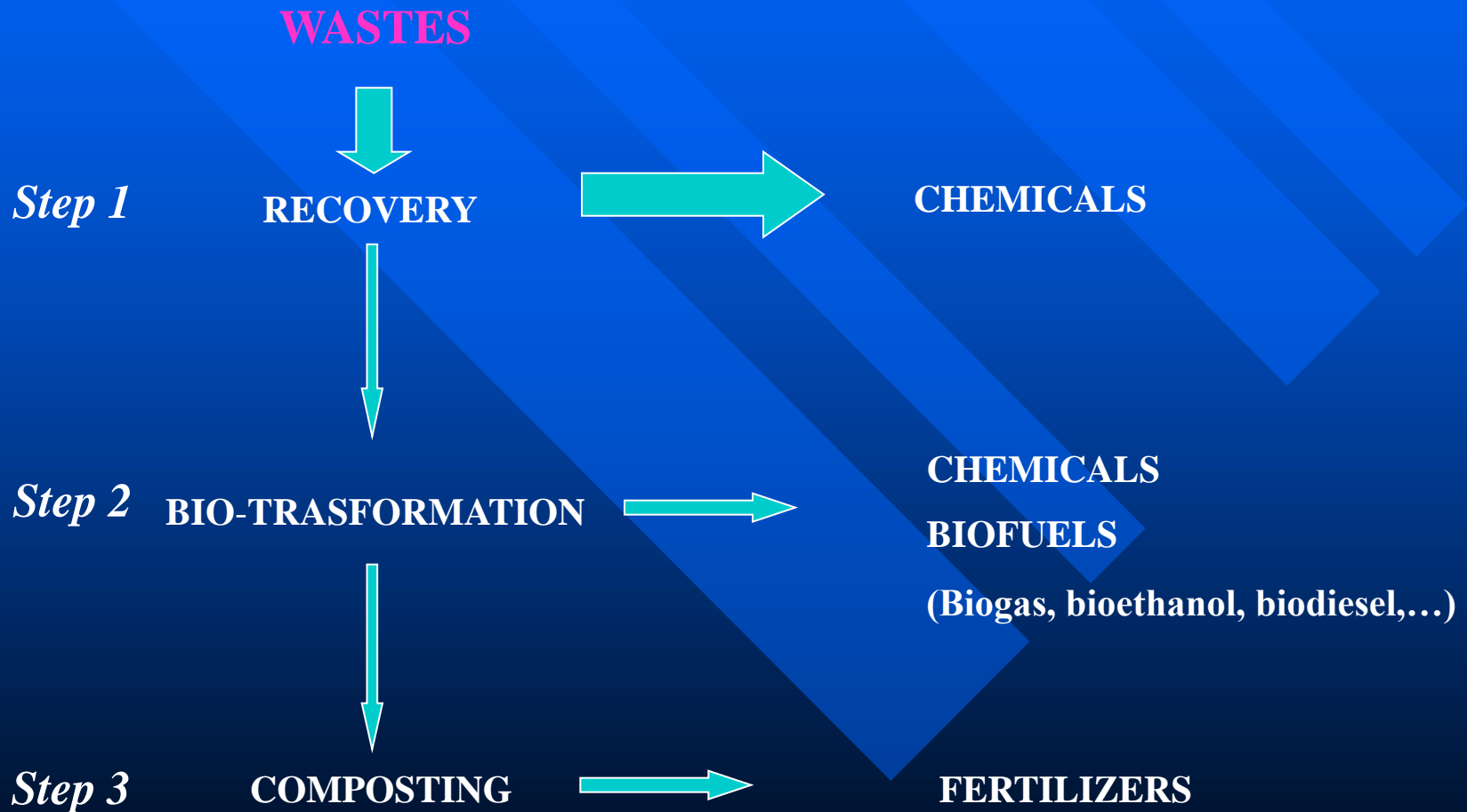
# Bio-based Industrial Chemistry

# Industrial Chemistry



# Integrated valorization process of biorefining

## “Whole Crop Approach”



# Biophenols from agro-food italian wastes



## Olive milling waste waters

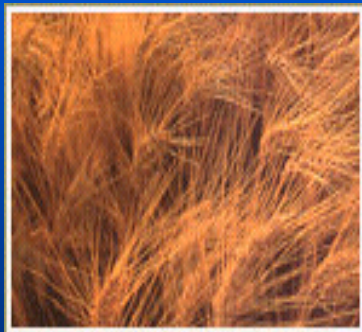
1,5 Million Ton/y

Progetto Europeo FAIR CT 97 3039  
"Natural antioxidants from olive  
milling process"



20000 Ton

OLEUROPEIN  
HYDROXYTYROSOL



## Bran

1.7 Million Ton/y

PIATTAFORMA  
ENERGIA  
AMBIENTE



11200 Ton

FERULIC ACID  
*p*-CUMARIC ACID



## Winemaking wastes

1 Million Ton/y

PIATTAFORMA  
ENERGIA  
AMBIENTE



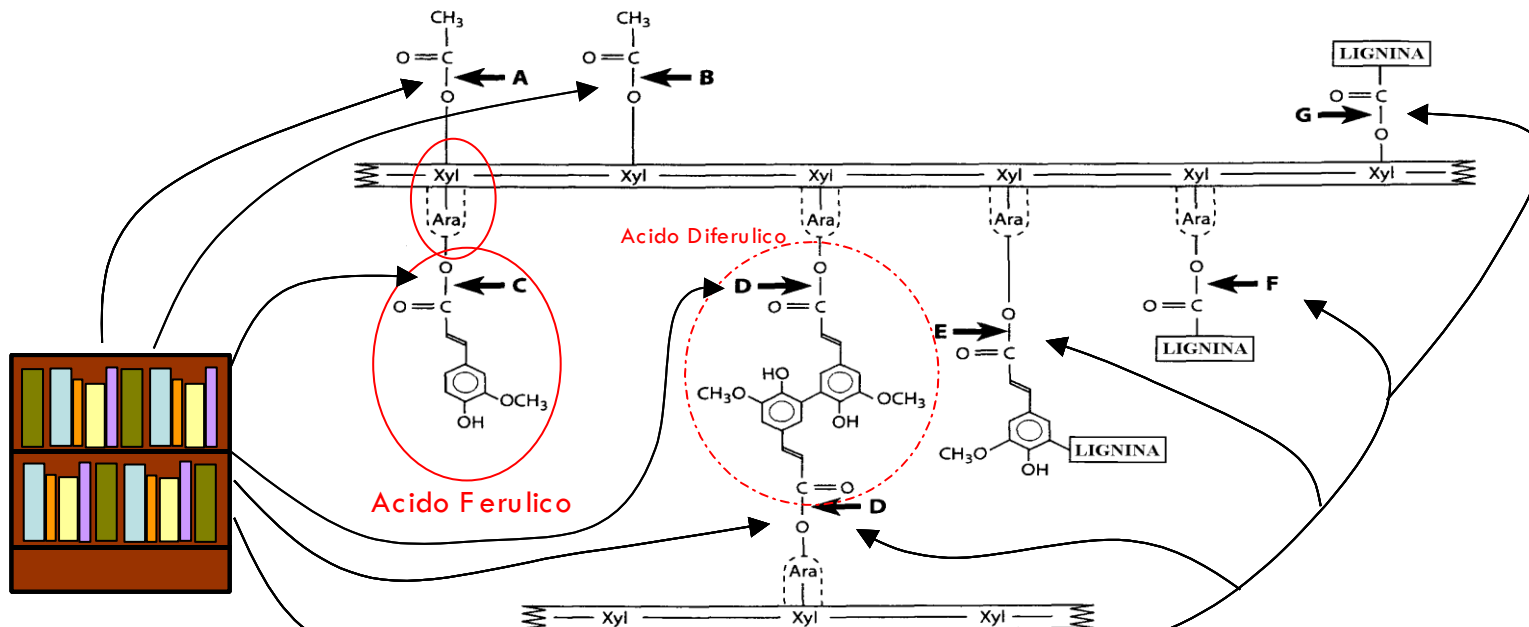
30000 Ton

ANTHOCYANINS  
CATECHINS.....

# Biomass Wastes are constituted by plant cell walls: complex structures in which phenols are intrapped in different ways



We need a library of “molecular scissors” such as xylanases, cellulases, arylesterases... for releasing the phenols



# Controlled bioliquefaction

HOW THE MOLECULAR CUTS OF OUR TECHNOLOGIES WORK ON PLANT STRUCTURES






Sugars



Active principles



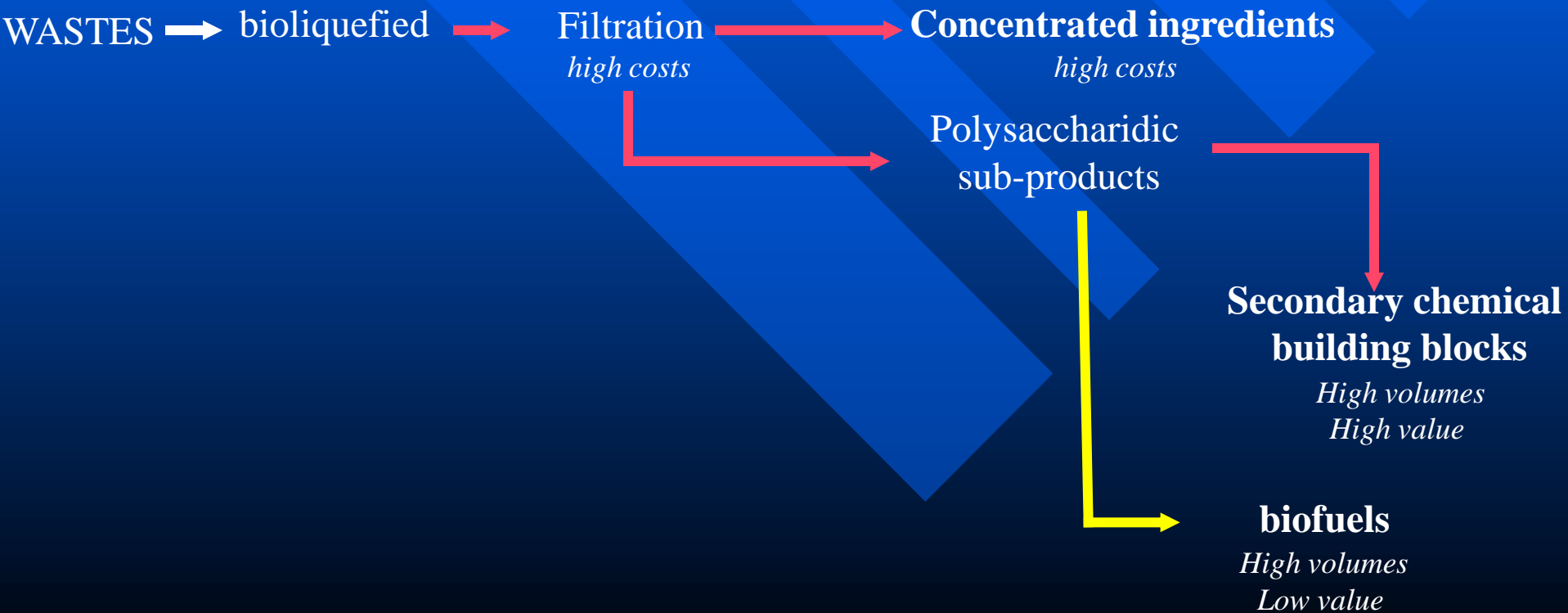
Vegetal active principles can be:

- part of the polysaccharidic network (not extractable with conventional solvents techniques); 
- physically entrapped (partially extractable with conventional solvents techniques) 
- Chemically bound to the polysaccharidic network (not extractable with conventional solvents techniques). 

The **biocatalysers** perform targeted molecular cuts in order to release the active principles from the vegetal structures

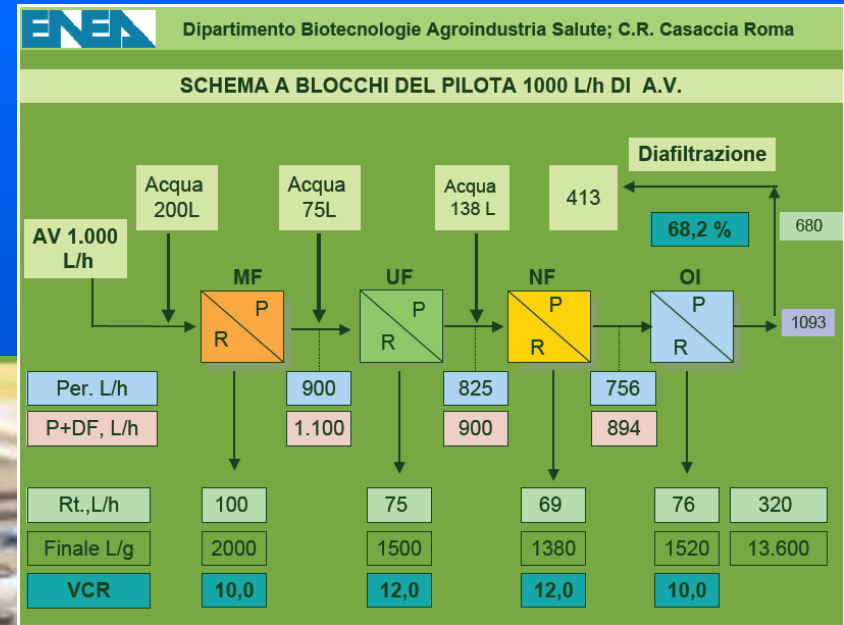


# Streams for waste biorefining

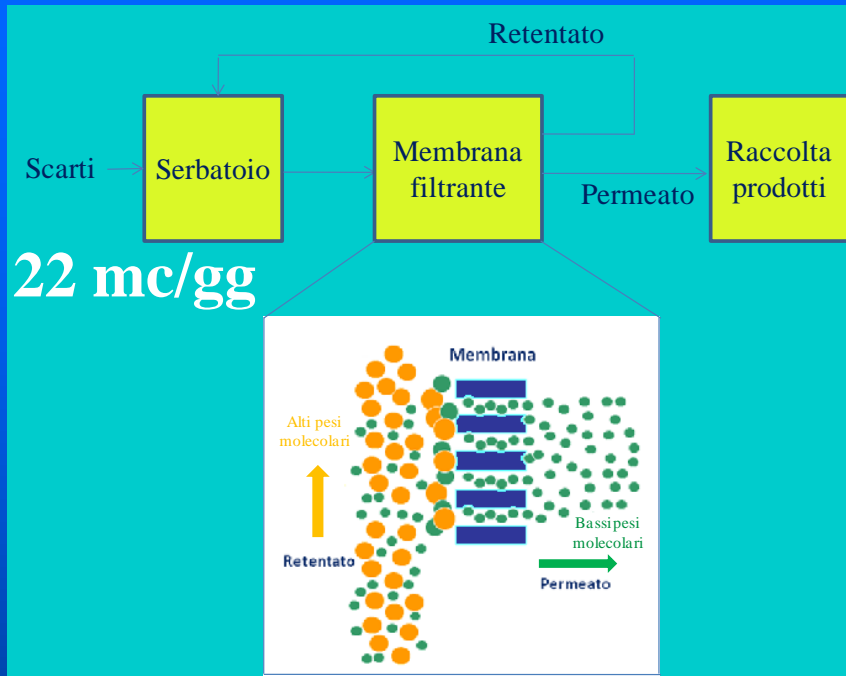


# Processi di filtrazione a membrana (ENEA, 2006)

## Acque di vegetazione delle olive



# Processi di filtrazione a membrana (Costi e ricavi)



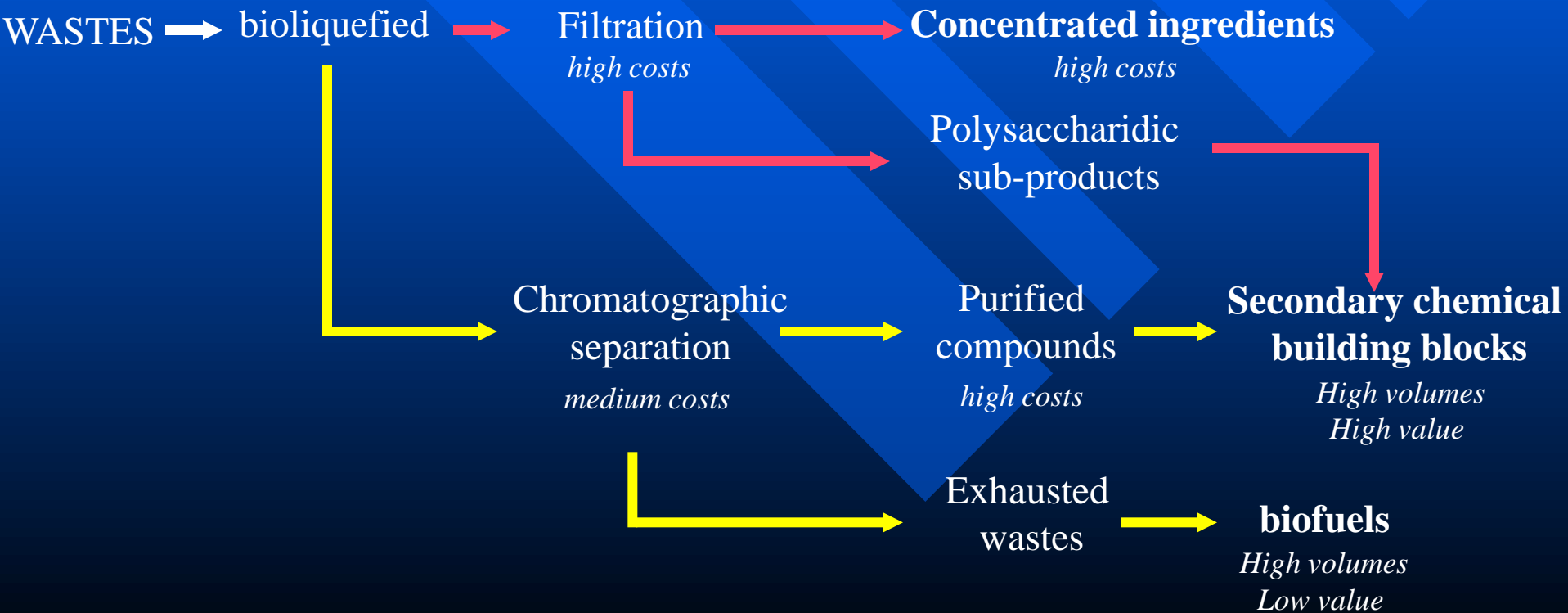
**3,05 kg/gg di idrossitirosolo**  
**Costo: 462 euro / kg = 1409 euro/gg**  
**Ricavo: 350 euro/kg = 1067 euro/gg**



**1137 Nmc/gg di biogas = 2909 kWhel/gg**  
**Costo: 109 euro / gg**  
**Ricavo: 814 euro/gg**

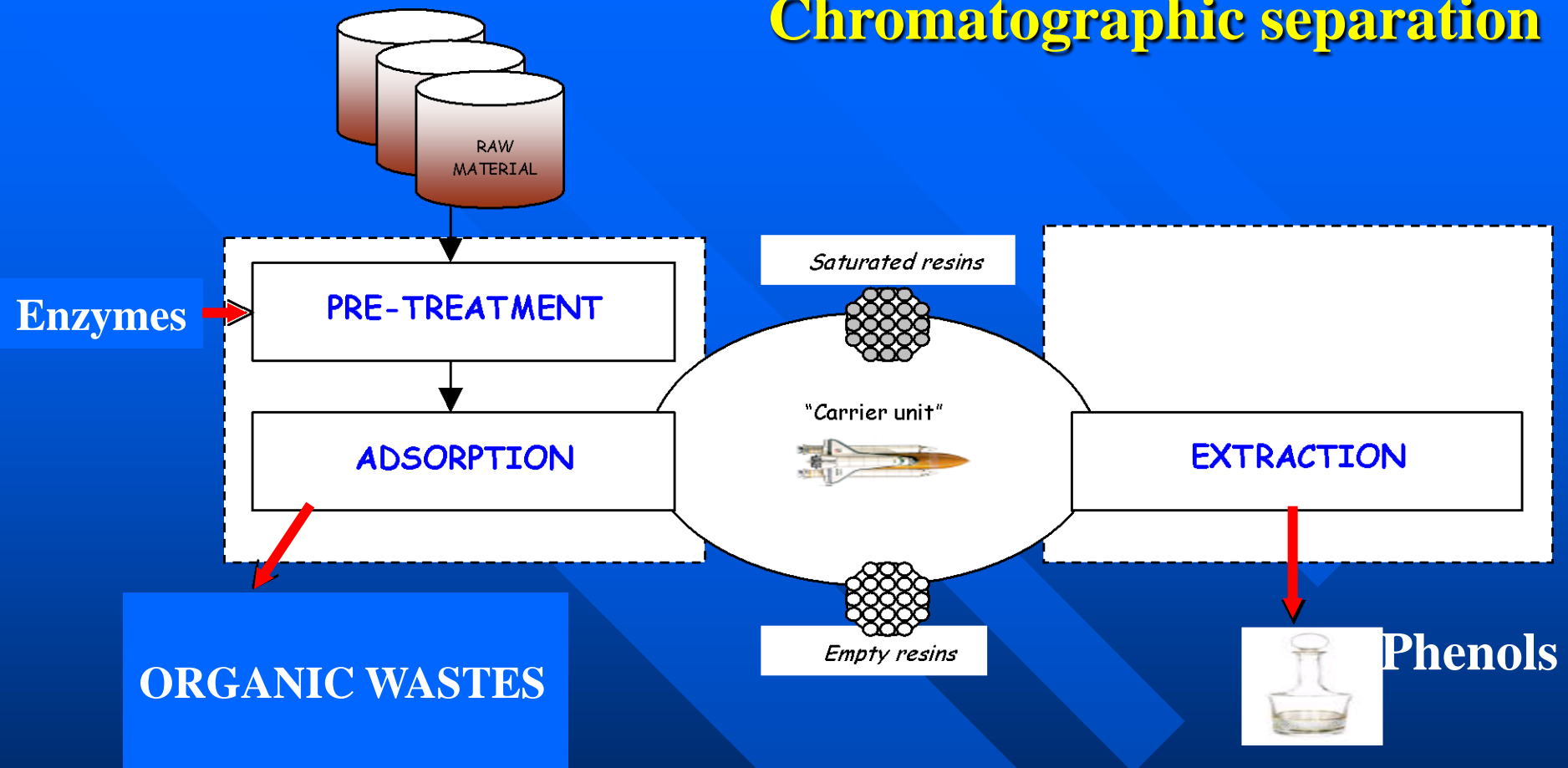
**TOTALE**  
**Costi: 1518 euro/gg**  
**Ricavi: 1881 euro/gg**

# Streams for waste biorefining



# SHUTTLE BIOREFINERY

## Chromatographic separation

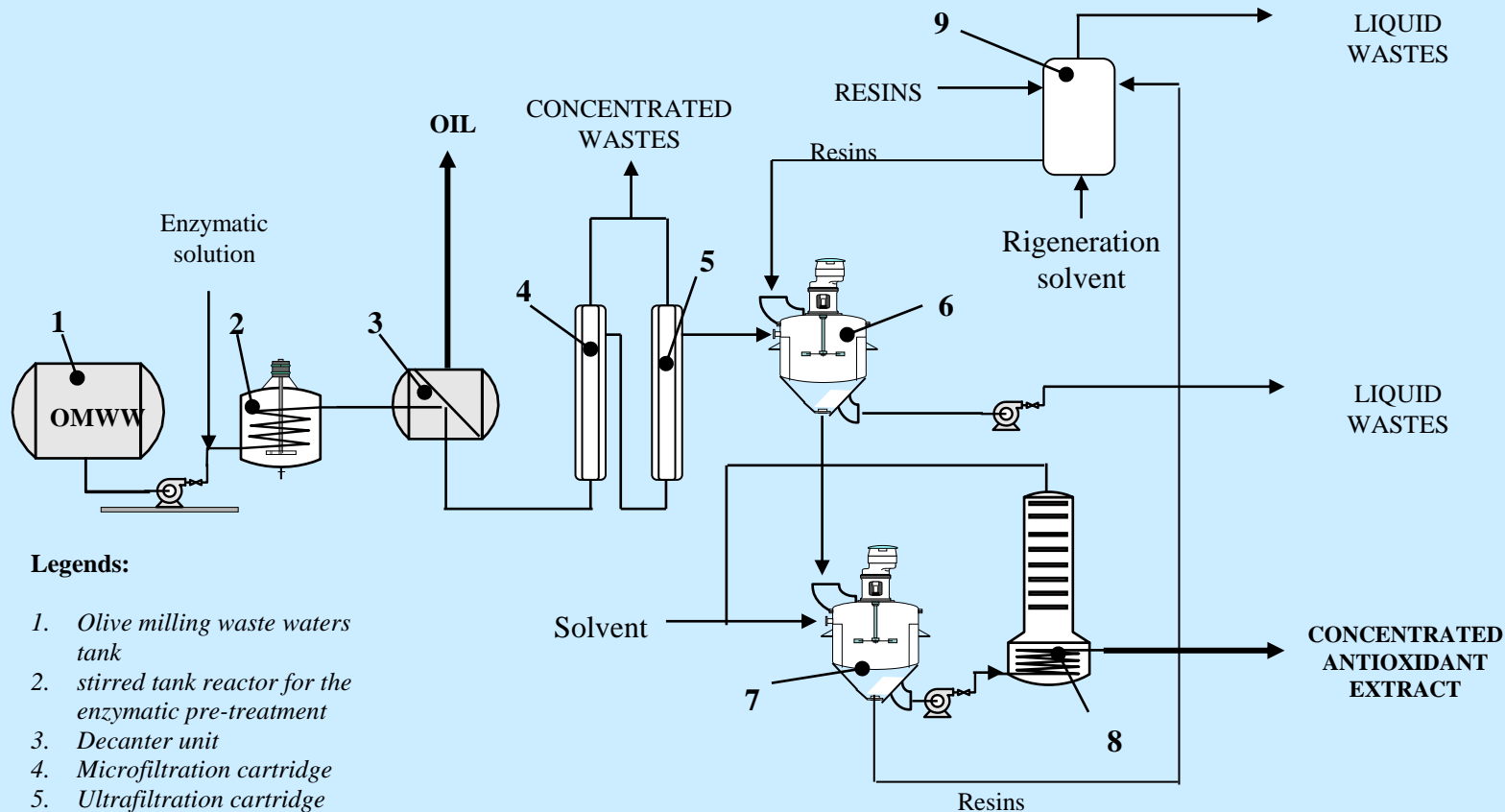


Pifferi PG., Setti L., Bordado J.  
Plant for the treatment of waste waters  
European Patent WO 03/004419 A1

European Project FAIR CT 97 3039  
"Natural antioxidants from olive milling  
process"



# Scheme of the technological process at a pilot scale (1 m<sup>3</sup>/d) of olive milling waste waters



## Legends:

1. Olive milling waste waters tank
2. stirred tank reactor for the enzymatic pre-treatment
3. Decanter unit
4. Microfiltration cartridge
5. Ultrafiltration cartridge
6. Stirred tank for the adsorption step
7. Stirred tank for the desorption step
8. Distillation unit
9. Column for the resin regeneration

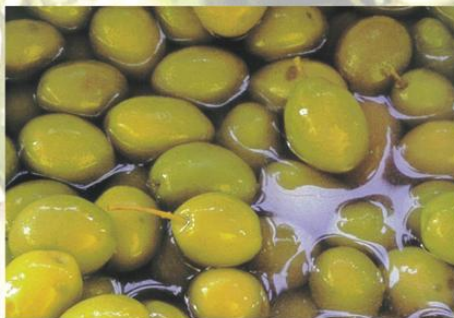
European Project FAIR CT 97 3039  
“Natural antioxidants from olive  
milling process”



# VITAFOODS - 5th International Exhibition & Conference on Nutraceuticals and Functional Foods - Geneve 2002

Tuyap Technology (Istanbul, Turkey)

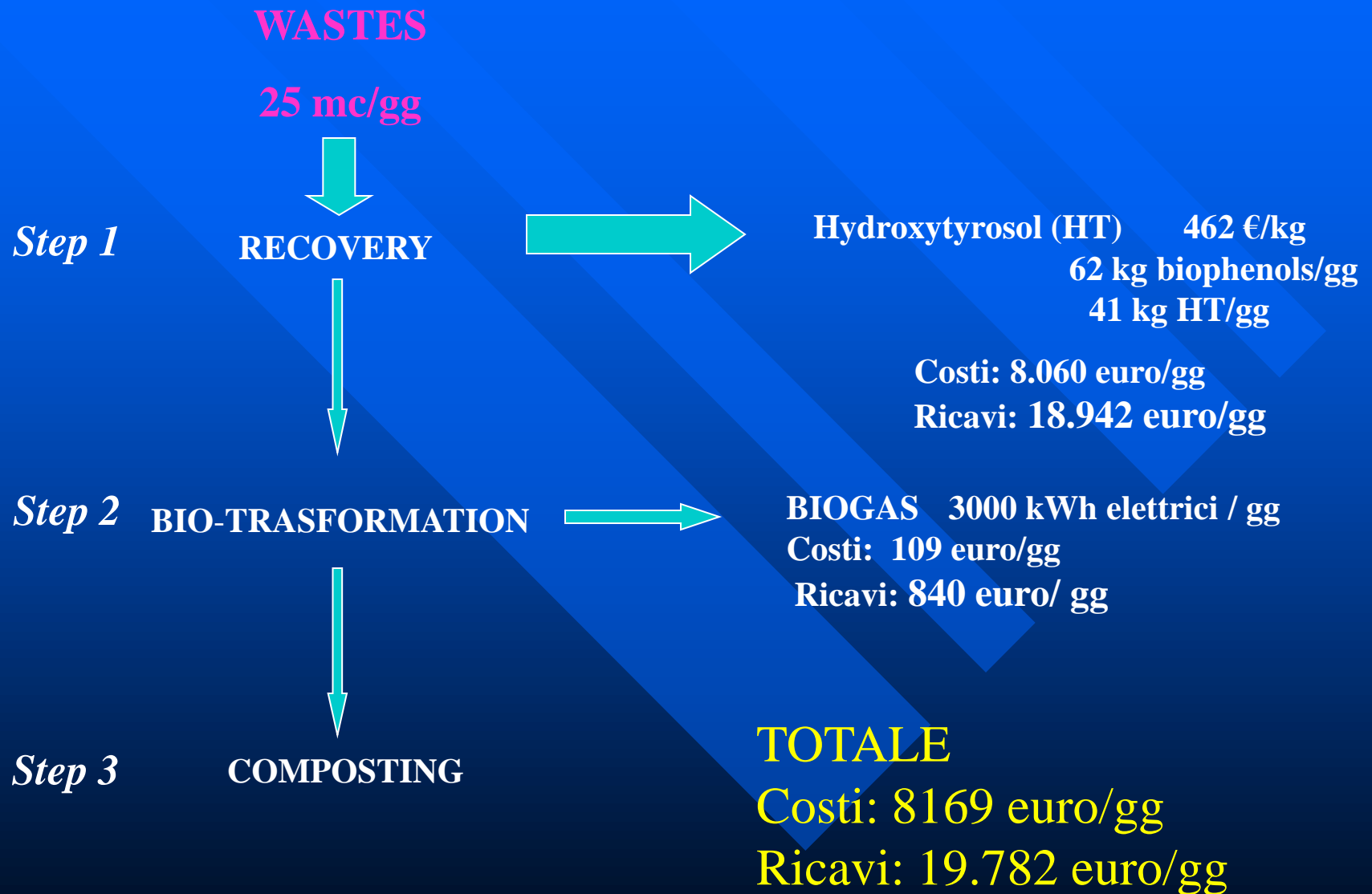
**“Natural Antioxidants  
from Olive”  
produced by  
Tüyap Technology**

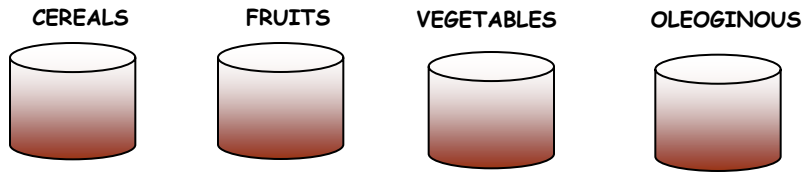


**TÜYAP Technology**

Biophenols	Extract from batch (g/l)	Concentrated extract (g/l)
OH-tyrosol	0.45-0.7	4.01-4.74
Tyrosol	0.15-0.23	0.96-1.28
Luteolin	0.04-0.05	0.2-0.34
Elendic acid analogues	0.53-0.77	6.28-6.87
Caffeic acid analogues	0.011-0.012	0.13-0.24
Total biophenols	1.01-1.52	10.53-11.21

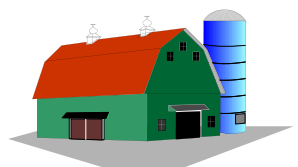
# Integrated valorization process of biorefining of olive milling waste waters





# AGRO-FOOD BIOMASS in EU

1.5 billion ton/year



Food making factory

## PHENBUSTER BIOREFINERY for chemical building blocks

↓  
WASTES 250 million ton/year in EU

waters

solids



Food making factory



Biorefinery

→ POLYSACCHARIDES  
PROTEINS

→ BIOPHENOLS

Biotransformations

Polymers

→ FOOD&COSMETIC

Industrial catalysis

Chemical transformations

→ Products

BIOGAS



BIOETHANOL

Chemical building blocks

Industrial Chemistry and Biochemistry

End users

5 million ton /year

## **UNA OFFERTA DI**

5 milioni di ton di natural secondary chemical building blocks

## **UNA PRODUZIONE DI**

2,8 milion di ton di fenolo come primary chemical building block

# **A beautiful world, however, the show was not going on!**

## **Why?**

Il costo dei natural secondary chemical building blocks sono ancora troppo elevati per un mercato vasto.

Ora, le quantità potenziali di natural secondary chemical building blocks saturerebbero il mercato di riferimento facendone crollare i prezzi.

Le quantità di scarti agro-alimentari sono comunque enormi e richiedono mercati aventi una fortissima domanda come quelli energetici.

Si può abbassare il costo dei biofenoli se copriamo parte delle spese producendo energia, esattamente quello che facciamo per i chemical building blocks derivanti dalla petrolchimica.

Se dovessimo estrarre petrolio soltanto per produrre chemicals, i costi della chimica industriale sarebbero probabilmente molto più elevati

**MANCA UNA FORTE DOMANDA**

1° assunto semplice: un sottoprodotto agro-alimentare è ancora di principio alimentare se non ha subito particolari modificazioni

2° tecnologia: abbiamo maturato un know-how per produrre bioliquefatti da matrici vegetali

**SOTTOPRODOTTI**



nutraceutici

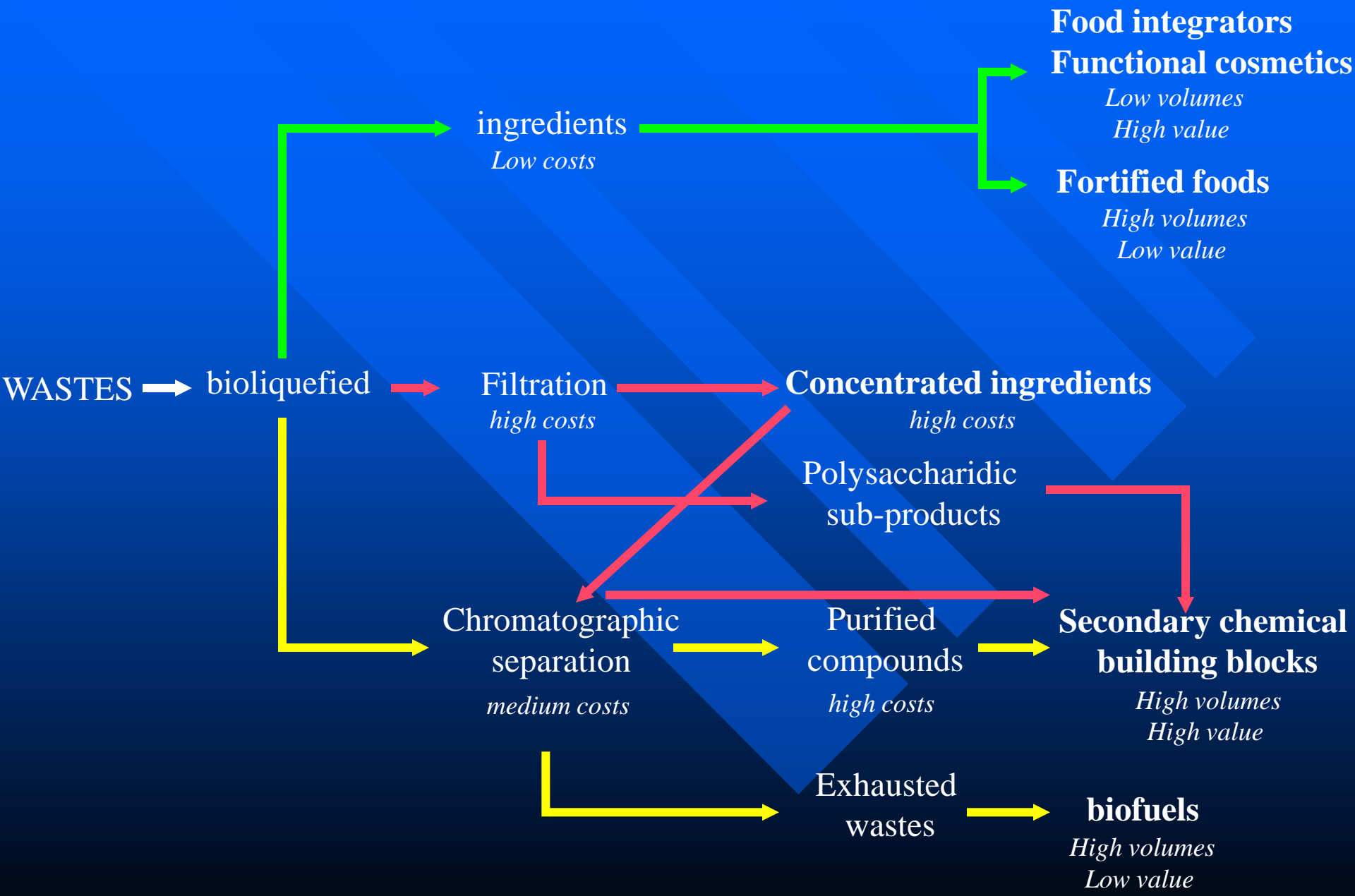


cosmeceutici



Mercato mondiale da circa 30 miliardi di euro

# Three stream for waste biorefining



# INGREDIENTS

University of Bologna  
Spin-off  
enterprise



PhenbioX's innovative technologies covers all the bioactivity needs with the typical Mediterranean products.



## UVIOX®

Produced with fresh red grape skins

Rich of **proanthocyanidins**, **gallate polyphenols** and **catechins** positively affecting blood circulation



## OLEOX®

Obtained from fresh olives

Very rich of **hydroxytyrosol** with anti-inflammatory and antimicrobial effects



## CRUOX®

Extracted from wheat bran

Rich of **ferulic acid**, an effective UV screen easily absorbed on skin, and **simple** and **complex sugars** with moisturizing property



PhenbioX performs an accurate selection of raw materials derived by certified biological agriculture.

PhenbioX's products are:

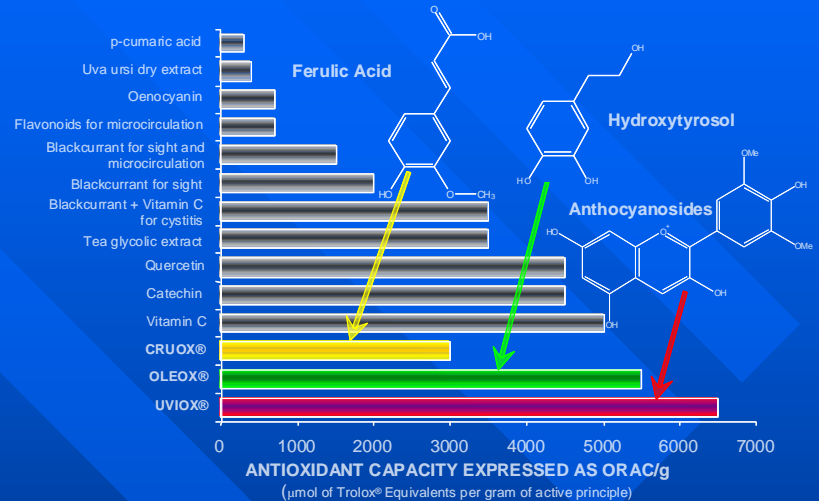
- Innovative
- Effective
- Safe (aqueous therefore Solvent Free)
- Environmental friendly
- Pleasant

[www.phenbioX.it](http://www.phenbioX.it)

## UVIOX® OLEOX® CRUOX®

Are mixes of different natural biophenols with high antioxidant capacity and specific bioactivity able to satisfy any need of bioactivity, obtained with innovative food grade technologies.

### COMPARISON OF ANTIOXIDANT CAPACITY OF PHENBIOX PRODUCTS WITH SOME DIFFUSES PRODUCTS CONTAINING PHENOLS



### SUGGESTED USES:

COSMETIC	FOOD	PARAPHARMACEUTIC
Face-body Creams	Nutraceuticals	Cosmetoceutics Medical devices Activators
Sun screens	Functional foods	
Hair products	Fortified foods	
Detergents	Active drinks	
Body care products	Integrators	

### Natural biophenols tomorrow.....

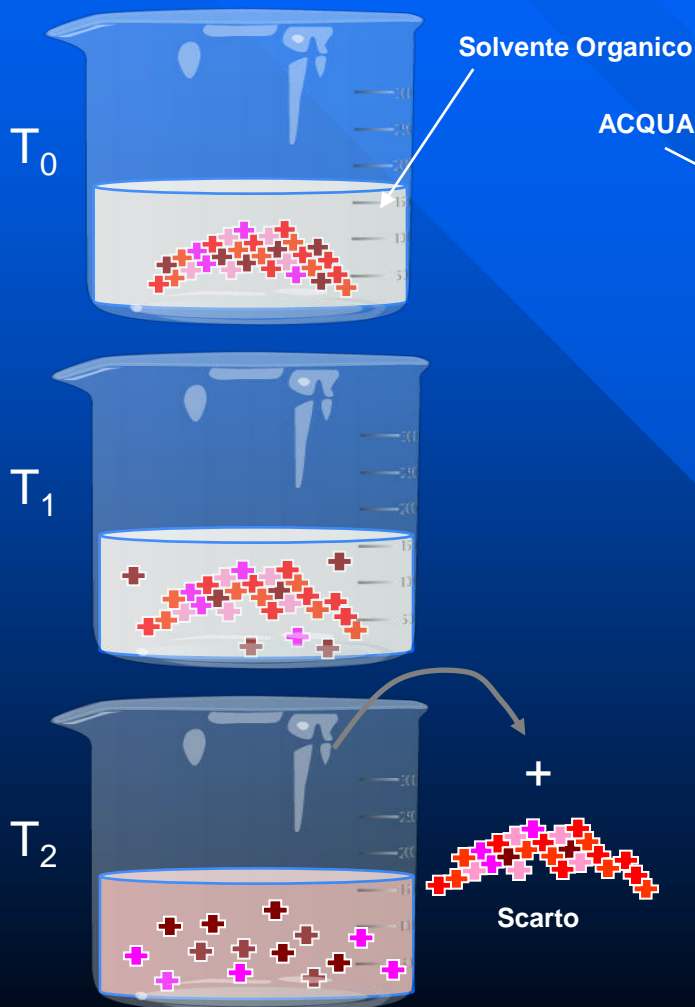
The high effectiveness against degenerative diseases and tumors as well as the virtually inexistent adverse reactions make natural biophenols object of deep investigations. Therefore, these molecules could play, in a close future, a relevant role as novel active principles of natural derivation.



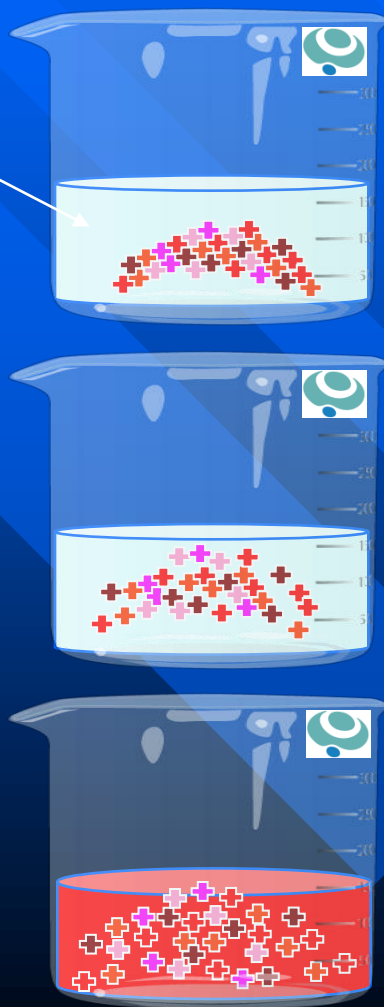
## La tecnologia Esclusiva di BIOLIQUEFAZIONE CONTROLLATA

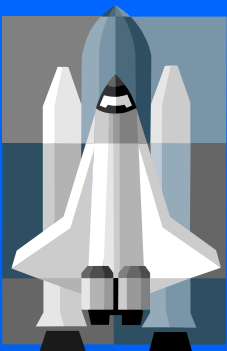
Sviluppata da Phenbiox all'interno dei laboratori del  
*Dip. di Chimica Industriale e dei Materiali  
dell'Università di Bologna*

### ESTRAZIONI CON SOLVENTI



### BIOLIQUEFAZIONE PHENBIOX





1997-2001  
↔

Progetto Europeo FAIR CT 97 3039  
Natural antioxidants from olive  
milling process



2005-2006



2006-2007



Impresa costituita  
27 / 11 / 2006

Alessandro Filippini  
Dario Zanichelli  
Francesco Carloni



■ IL BOOSTER SINERGICO CHE HA PERMESSO LA NASCITA DI PHENBIOX



Incubata nel Dipartimento di Chimica Industriale “Toso Montanari” dell’Università di Bologna per la sua attività di ricerca e sviluppo.

## Riconoscimenti

2007 - Prime 30 iniziative europee di rilevanza regionale dal rilevamento effettuato nel progetto europeo RUISNET (Regional University Industry NETwork)

2008 - premio nazionale “Giovane Impresa Innovativa 2007” indetto da Unioncamere con cui è stato finanziato un dottorato di ricerca presso l’Università di Bologna

2010 – Premio Melik dall’Università degli Studi di Ferrara per gli studi sul bioliquefatto di noce verde nell’ambito del 30° Congresso COSMAST in Scienze e Tecnologie Cosmetiche

## Brevetti: 2

## Distribuzione

Italia

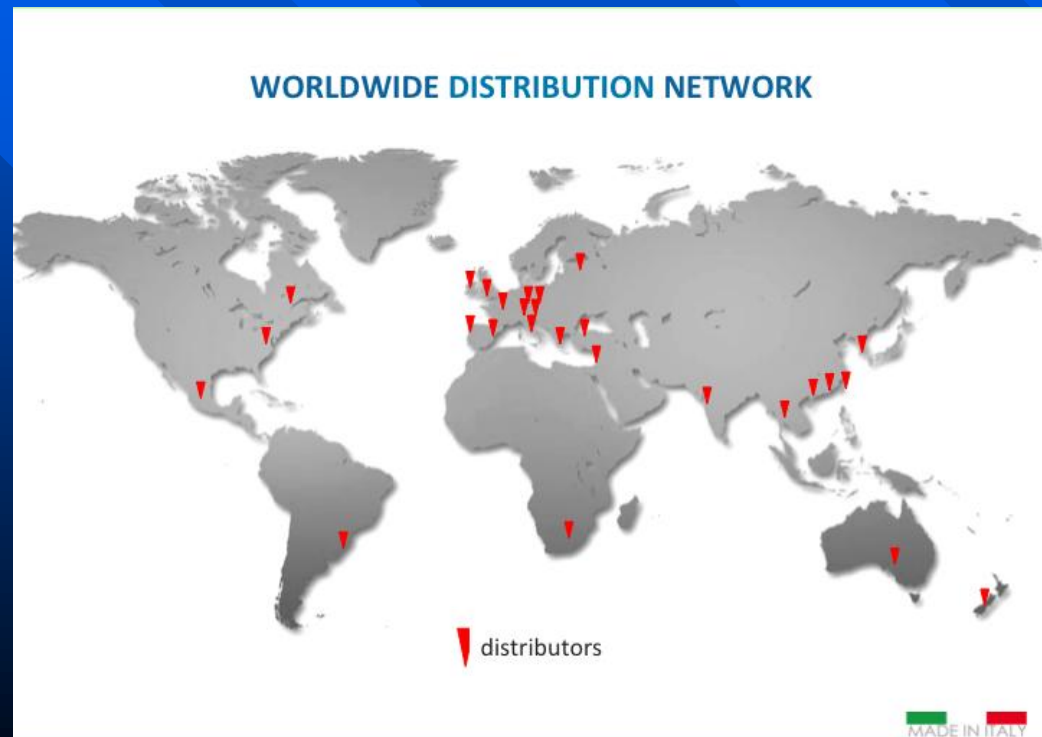
Germania

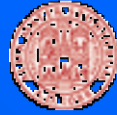
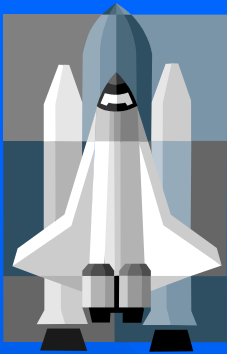
Spagna

USA

Brasile

Cina



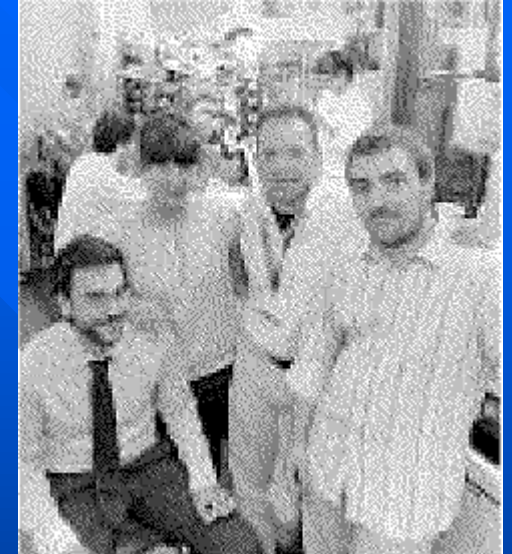


Dipartimento di Chimica Industriale e dei Materiali  
ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

2006-2008



2009-2010



*Frescosmesi*

Impresa prevista costituzione  
Gennaio 2011

Ilaria Cavallo  
Elena Ansaloni

## ■ IL BOOSTER SINERGICO PER LA NASCITA DI FRESCOSMESI

Produzione e commercializzazione di biocosmetici naturali a forte radicazione territoriale e ad elevato contenuto di principi attivi (oltre il 5%)

EATATLY  
alti cibi



*cibo per il corpo*



BIO  
COSMESI



DALLE ECCELLENZE ALIMENTARI BIOLOGICHE E DA  
PRESIDI SLOW FOOD® AI COSMETICI PER IL CORPO



Presidio Slow Food

PER LA PRIMA VOLTA NELLA STORIA DELLA FITOCOSMESI, VI PRESENTIAMO  
IL PRODUTTORE DELL'ECCELLENZA ALIMENTARE DALLA QUALE SI RICAVA IL PRINCIPIO ATTIVO



#### AZIENDA AGRICOLA BARBOLINI

##### DA VINACCE DEL LAMBRUSCO

L'Azienda Agricola Barbolini, fondata a fine ottocento a Casalbo di Formigine (Modena), è da oltre un secolo sinonimo di Lambrusco. Da alcuni anni l'azienda si dedica anche all'agricoltura biologica, nel rispetto della salute e dell'ambiente.



#### PRODUTTORI MELE ROSA DEI MONTI SIBILLINI

##### DA BUCCE DELLE MELE

L'Associazione Produttori Mele Rosa dei Monti Sibillini Presidio Slow Food® riunisce i piccoli agricoltori che tengono in vita questa particolare varietà autoctona, difendendo la biodiversità locale e le pratiche tradizionali ad essa legata.



#### CASEIFICIO SOCIALE SANTA RITA

##### DA SIERO DEL LATTE

Situato a Pompeano di Serramazzoni (Modena), a 800 metri d'altitudine, il Caseificio riunisce nove aziende agricole biologiche a conduzione familiare. Gli allevatori conferiscono il latte di Vacca Bianca Modenese, Presidio Slow Food®, per la produzione di Parmigiano-Reggiano

#### ACETO BALSAMICO DEL DUCA

##### MOSTO

L'azienda Aceto Balsamico del Duca di Adriano Grosoli di San Vito di Spilimbergo (Modena) nasce nel 1891 grazie a uno dei prodotti simbolo del territorio. Oggi la famiglia Grosoli continua l'attività nel segno della tradizione e nel rispetto dell'ambiente.



#### CONSORZIO TUTELA LIMONE INTERDONATO

##### BUCCE DEL LIMONE

Il Consorzio Tutela Limone Interdonato Presidio Slow Food® riunisce i produttori della provincia di Messina che ancora coltivano il limone autoctono. Grazie all'attività del Consorzio è salvaguardata la biodiversità locale e la cura del territorio.



#### FATTORIA DEI GESSI

##### RESIDUI DI MOLITURA

La Fattoria dei Gessi è sulle prime colline di Cesena (Forlì-Cesena) e produce Olio Extravergine di Oliva da varietà Selvatico, Correggiolo e Leccino. La fattoria è completamente biologica e produce anche vino con il marchio Altavita.



Distribuito  
a Torino e  
Bologna  
2011

# Il bioliquefatto come nutraceutico

## ESEMPIO DEL LICRUFIB:

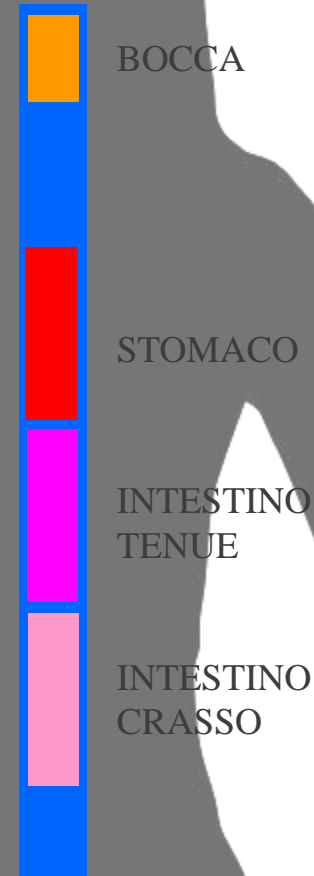
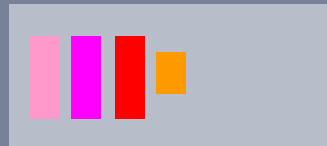
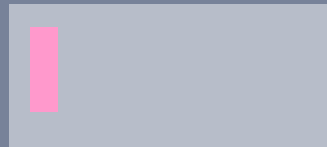
## PRODOTTO A BASE DI CRUSCA LIQUIDA COME CASO STUDIO SULLA BIODISPONIBILITA'

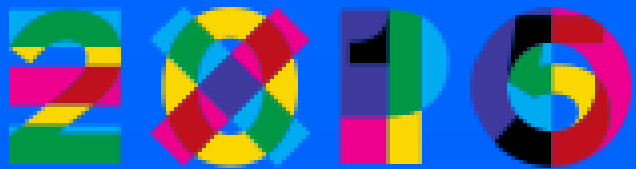
### crusca di grano:

mangiando crusca di grano pentosani e acido ferulico vengono liberati in parte nell'intestino crasso dove quindi diventano parzialmente biodisponibili

assumendo **crusca di grano idrolizzata enzimaticamente** pentosani e acido ferulico sono già biodisponibili e quindi possono agire su tutti i livelli dell'apparato digerente

### i livelli della biodisponibilità





**VARVELLO 1888**

**Sponsor Cluster Cereali&Tuberi**

MILANO 2015



**Farine integrate con bioliquefatto di crusca:  
tutto il valore nutrizionale della crusca senza  
vedere e sentire la crusca**



**Farine speciali integrate con estratti di Polpa  
d'Oliva e di Uva Rossa : azione antiossidante  
più forte adatta a prodotti da forno**

**pangiovane**



**pizzagiovane**

**dolcegiovane**

# Premio Mascagni 2015 - UNINDUSTRIA

## "Dateci le bucce di pomodoro: ne faremo creme di bellezza"



**PHENBIOX srl – 2006**

**7 dipendenti**

**1000 mq di spazio aziendale**

**1,3 milioni euro di fatturato 2015**

**30 mila euro investimento iniziale**

Nel 2006, l'invenzione della "bioliquefazione" di due neo-laureati, di un dottore in ricerca e di un ricercatore dell'Università non è rimasta 'pagina gialla' su una tesi di dottorato ma ha dato vita a un'azienda.

# Premio Mascagni 2015 - UNINDUSTRIA

"Foto vere stampate sulle torte? Così il sogno è diventato realtà"



**22 dipendenti**

**6000 mq di sito aziendale**

**8,4 milioni di fatturato 2015**

**30 mila euro investimento iniziale**

**LESEPIDADO srl - 1999**

Nel 1998 era il sogno di un chimico industriale, un ricercatore dell'università, un informatico e altri tre amici. Ne parlarono durante un bagno in piscina e decisero di avventurarsi. Dall'unione dei loro nomi è nata Lesepidado: Leonardo, Sem (Simone), Piero, Davide e Domenico.

# Quando il lambrusco diventa una crema: «Le sue bucce fanno bene alla pelle»



**FRESCOSMESI srl – 2011**

**2 dipendenti**

**500 mq di spazio aziendale**

**140 mila euro di fatturato 2015**

**30 mila euro investimento iniziale**

Nel 2011, una neo-laureata, un dottore in ricerca e un ricercatore dell'Università vanno all'assalto del mercato biocosmetico





## **CENTRO PER LE COMUNITA' SOLARI** **Maggio 2015**

**4 persone**  
**70 mq di spazio aziendale**  
**20 mila euro investimento iniziale**



Un neo-laureato in economia e un ricercatore dell'Università si mettono insieme sognando di realizzare delle città solari. A distanza di 6 mesi sono già 250 le famiglie nella Città Metropolitana di Bologna che pensano sia possibile.

**MA QUESTA E' UN'ALTRA STORIA**