ISTITUTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE CHIMICHE GIULIO NATTA

Economia circolare in salsa algale: dagli scarti ai biomateriali

Gianluca Ottolina
Istituto di Scienze e Tecnologie Chimiche "Giulio Natta" (SCITEC)

12 Novembre 2026
Innovhub:Stazioni Sperimentali per l'Industria
Economia circolare in azione: come si costruisce la bioeconomia

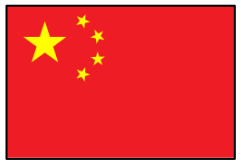
Lombardy Green Chemistry Association



ᑲᐃᔭ ᐊᑎᑕᒥᒃ ᑭᑳᐧᐃ x ᑭᐟᔪ

Kâwiya pwâtamihk kîkwây

Non sprecare nulla (onora l'animale)



它的叫声, 其余都能吃

Tā de jiào shēng, qí yú dōu néng chī

Tranne il suo grugnito,
tutto il resto si può mangiare



В хозяйстве всё пригодится

V khozyaystve vsyo prigoditsya

In un'azienda agricola (o in casa) tutto torna utile



नारियल का पेड़ सब कुछ देता है

Nariyal ka ped sab kuch deta hai

L'albero del cocco dà tutto



미역은 뿌리부터 잎까지 버릴 것이 없다

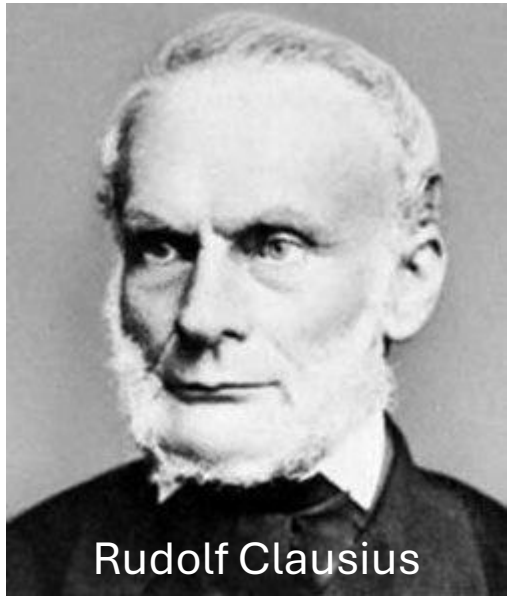
Miyeok-eun ppuri-buto ip-kkaji beoril geosi eopda

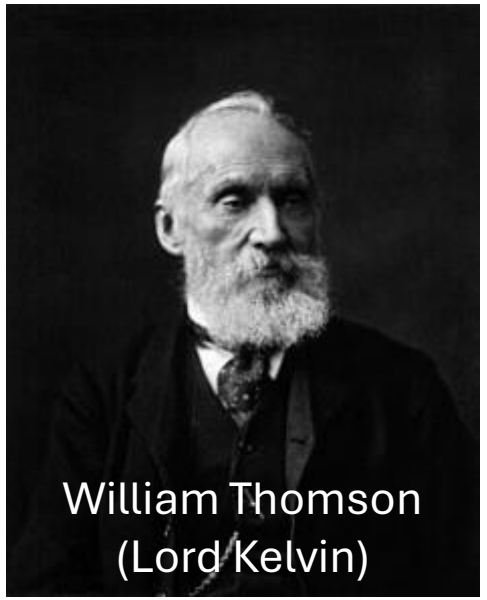
Dell'alga miyeok, dalla radice alle foglie, non c'è nulla da buttare

L'economia circolare non è così circolare !!!!

$$k_B \ln \Omega > 0$$


Sadi Carnot


Rudolf Clausius


William Thomson
(Lord Kelvin)


Ludwig Boltzmann

ma dobbiamo fare del nostro meglio

Salsa algale

— ULTIMORA

Mare verde e schiume sulla costa tirrenica calabrese: continua monitoraggio Arpacal

Pubblicato: 25 Luglio 2026 alle 18:55

IN ESTATE

Schiume e acqua verde o giallastra in mare: cosa sta succedendo sul litorale. Spiega l'Arpa

I chiarimenti dopo le numerose segnalazioni per i fenomeni che sono stati registrati negli ultimi giorni su tutta la cosa laziale con particolari situazioni anche a Latina e Scauri





Maree verdi — Green tides

La rapida proliferazione di macroalghe verdi nelle acque costiere eutrofiche, nota come *maree verdi*, provoca una grave ipossia, danneggiando gli ecosistemi marini e le economie costiere. Valorizzare questa biomassa marina sottoutilizzata nell'ambito di una bioraffineria sostenibile ***potrebbe*** mitigare il problema ambientale.

Cosa possiamo ricavare dalle alghe?

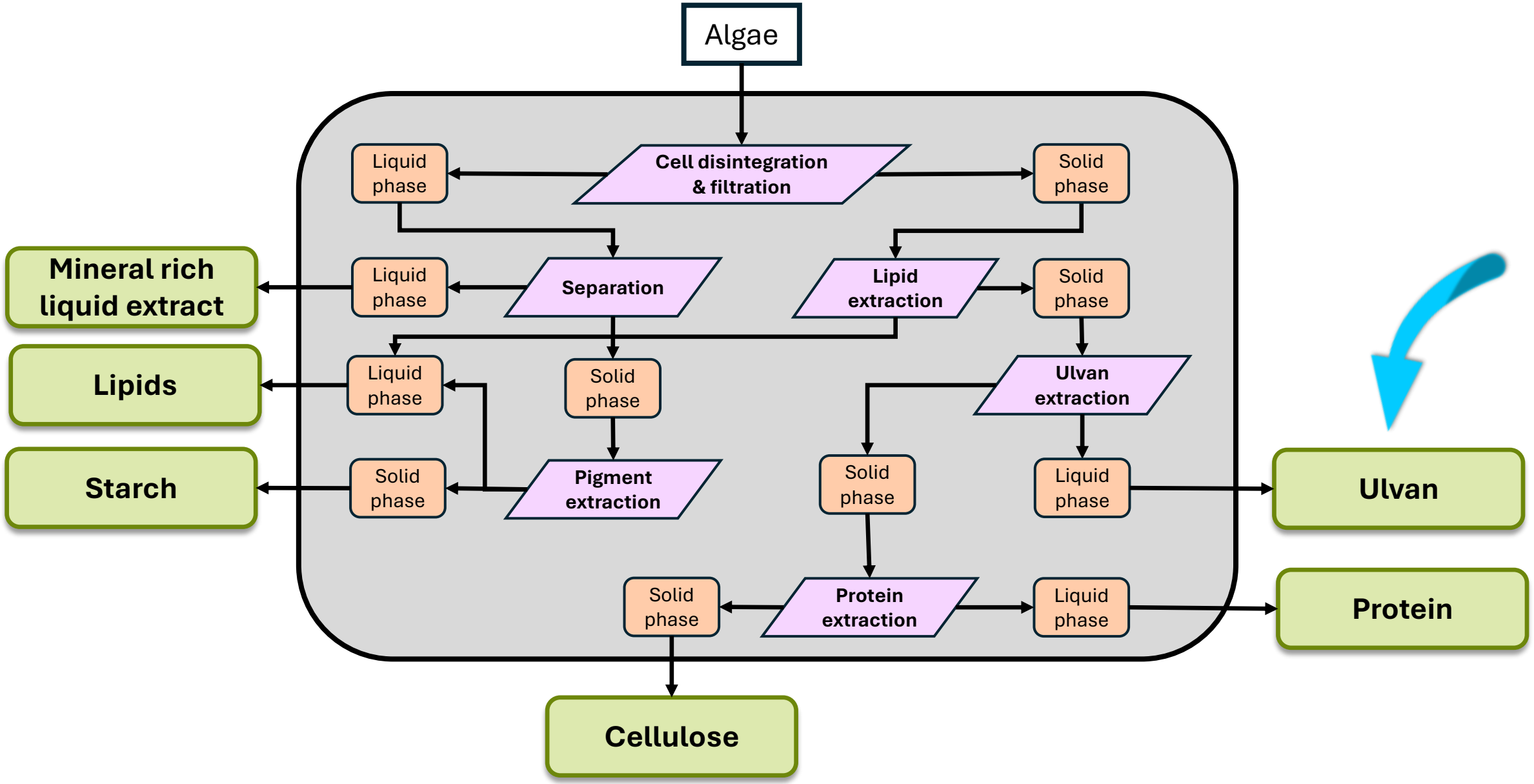
Dalle **microalghe** e **macroalghe**, si possono ottenere numerose classi di composti ad alto valore aggiunto per i settori alimentare, nutraceutico, farmaceutico, cosmetico, energetico e dei biomateriali.

Concetto di bioraffineria algale

In un approccio di **bioraffineria integrata** si cerca di valorizzare tutte le frazioni della biomassa.

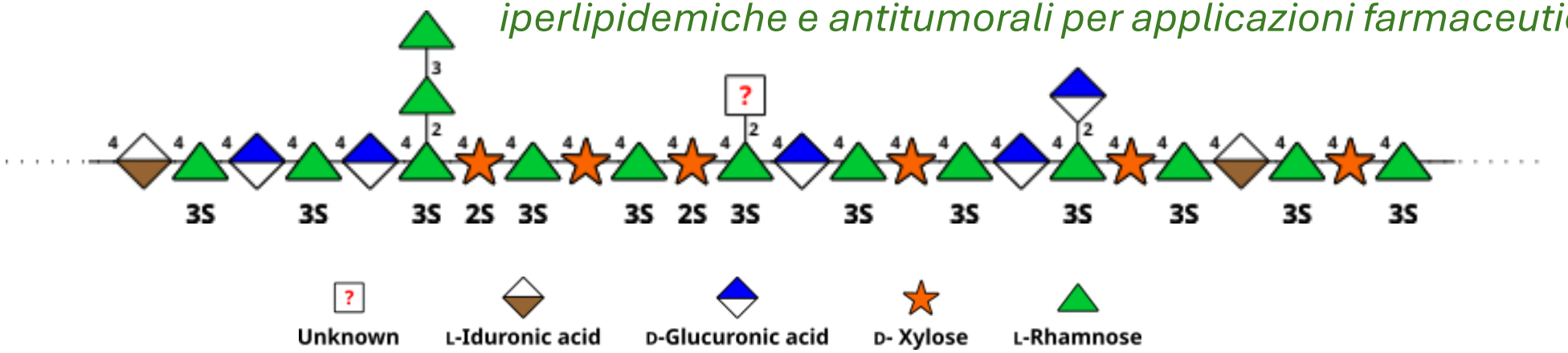
Lipidi	Trigliceridi, fosfolipidi, glicolipidi, acidi grassi polinsaturi (PUFA)	Biodiesel Integratori omega-3 Cosmetici Mangimi
Proteine	Proteine strutturali, enzimi, peptidi bioattivi, ficobiliproteine	Alimenti e mangimi Nutraceutici Ingredienti funzionali
Carboidrati e zuccheri	Glucosio, mannitolo, xilosio, galattosio, rhamnosio	Fermentazioni industriali Produzione di bioetanolo Ingredienti alimentari
Polisaccaridi	Alginati, laminarina, fucoidani Agar, carragenine Ulvani	Addensanti e gelificanti Bioplastiche Biomedicale Farmaceutica Cosmetica
Pigmenti	Clorofille, carotenoidi, ficocianina, ficoeritrina	Coloranti naturali Antiossidanti Nutraceutici Cosmetici
Metaboliti secondari	Polifenoli, florotannini, terpeni, steroli, alcaloidi	Antiossidante Antimicrobica Antinfiammatoria Antivirale Antitumorale
Sali e minerali	Potassio, sodio, calcio, magnesio, ferro, iodio, fosforo	Integratori minerali Fertilizzanti Ammendanti agricoli
Ceneri	Ossidi, carbonati, solfati, fosfati	Fertilizzanti Recupero di elementi critici Materiali adsorbenti

Ulvan extraction and primary products

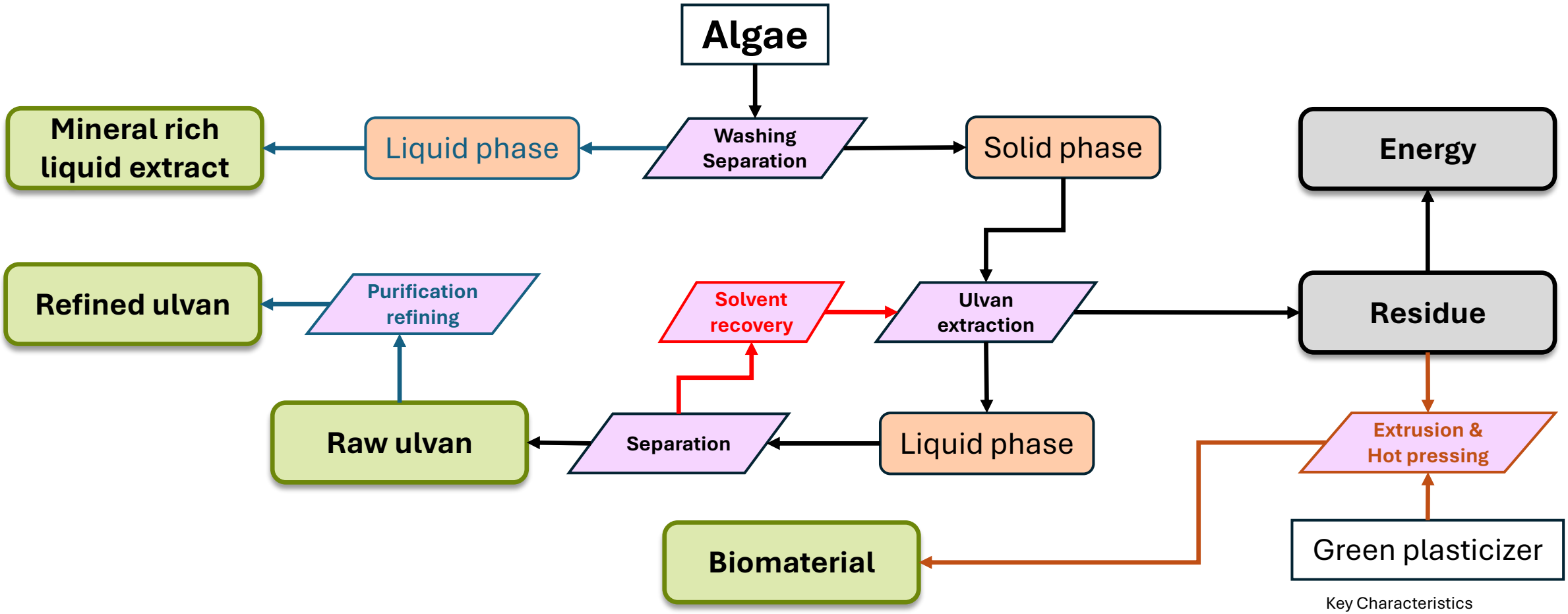


Una **bioraffineria a cascata** è un sistema di lavorazione **sequenziale** che estrae dalla biomassa molteplici prodotti ad alto valore aggiunto, sostanze chimiche ed energia, procedendo per fasi al fine di massimizzare il valore economico e ambientale. *Le frazioni ad alto valore vengono recuperate prima che i solidi residui siano destinati ad applicazioni a minor valore, sotto forma di materiali o energia.*

Gli **ulvani** sono polisaccaridi strutturali presenti nelle pareti cellulari di alcune alghe verdi, sono altamente *solfatati* e contengono residui di *ramnosio-3-solfato*, *xilosio*, *xilosio-2-solfato*, *acido glucuronico* e *acido iduronico*. L'ulvano possiede diverse funzionalità potenzialmente preziose, come la *capacità di formare gel* per applicazioni in ambito agricolo e alimentare, nonché possibili *attività anticoagulanti, antiossidanti, anti-iperlipidemiche e antitumorali per applicazioni farmaceutiche*.



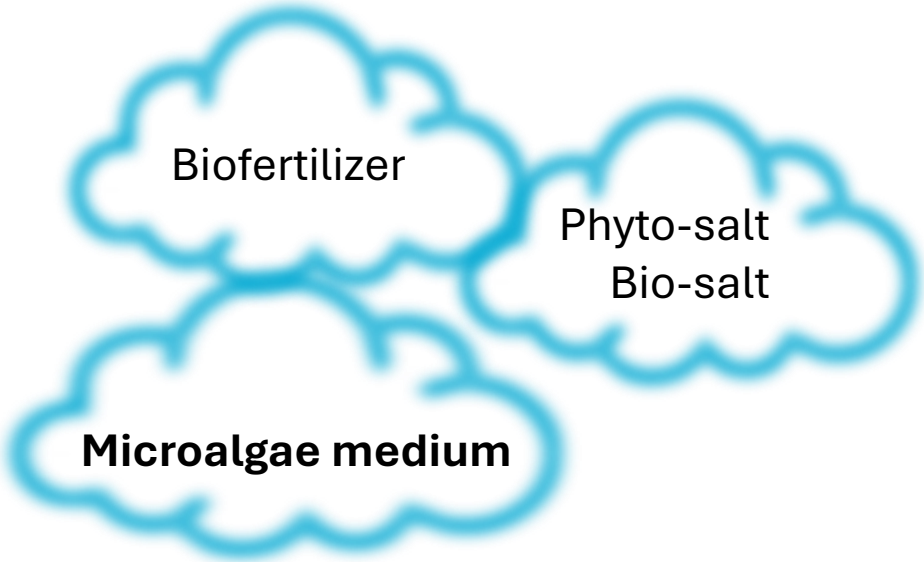
Estrazione degli ulvani

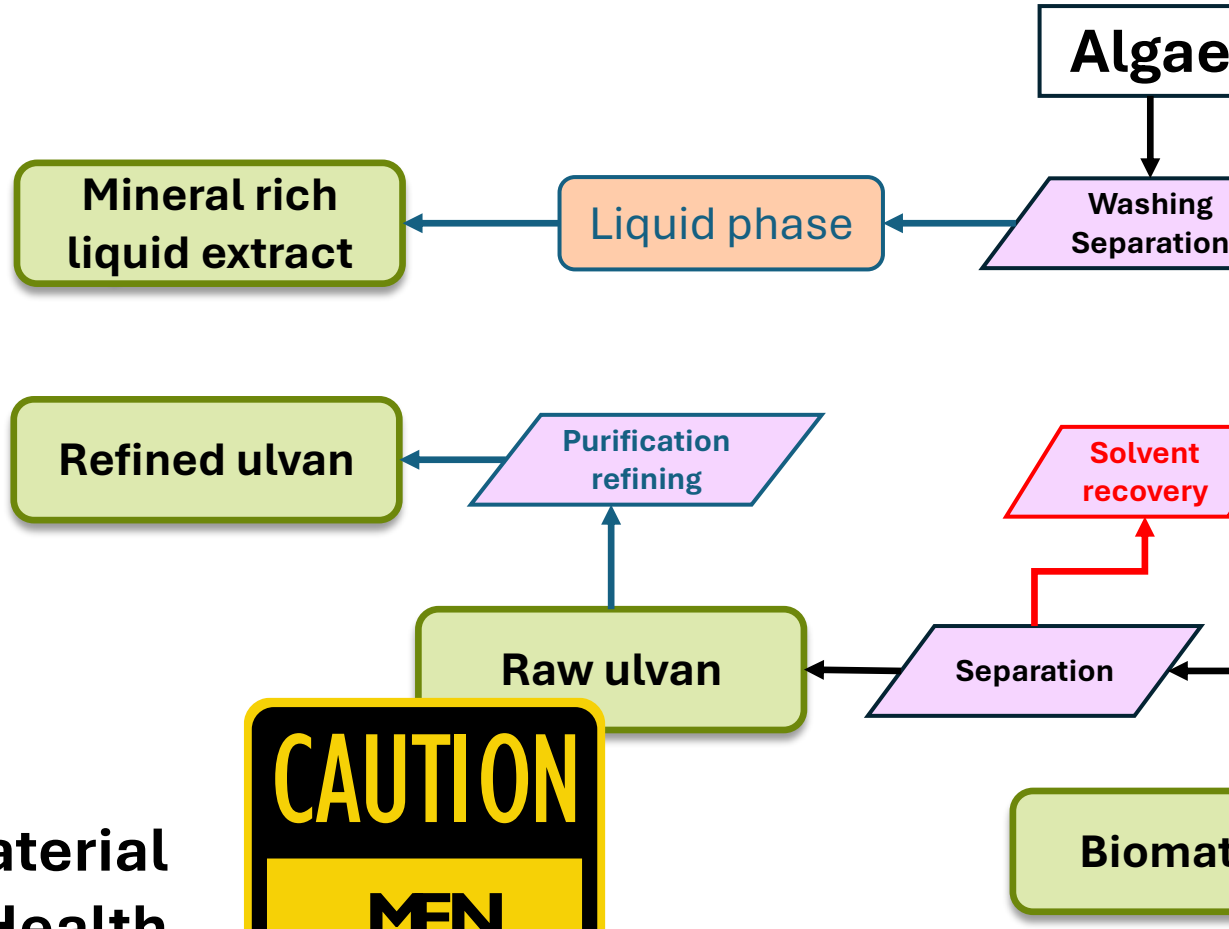


Key Characteristics

- Renewable Sources
- Health and Safety
- Biodegradability
- Performance

Ulvan & Co.

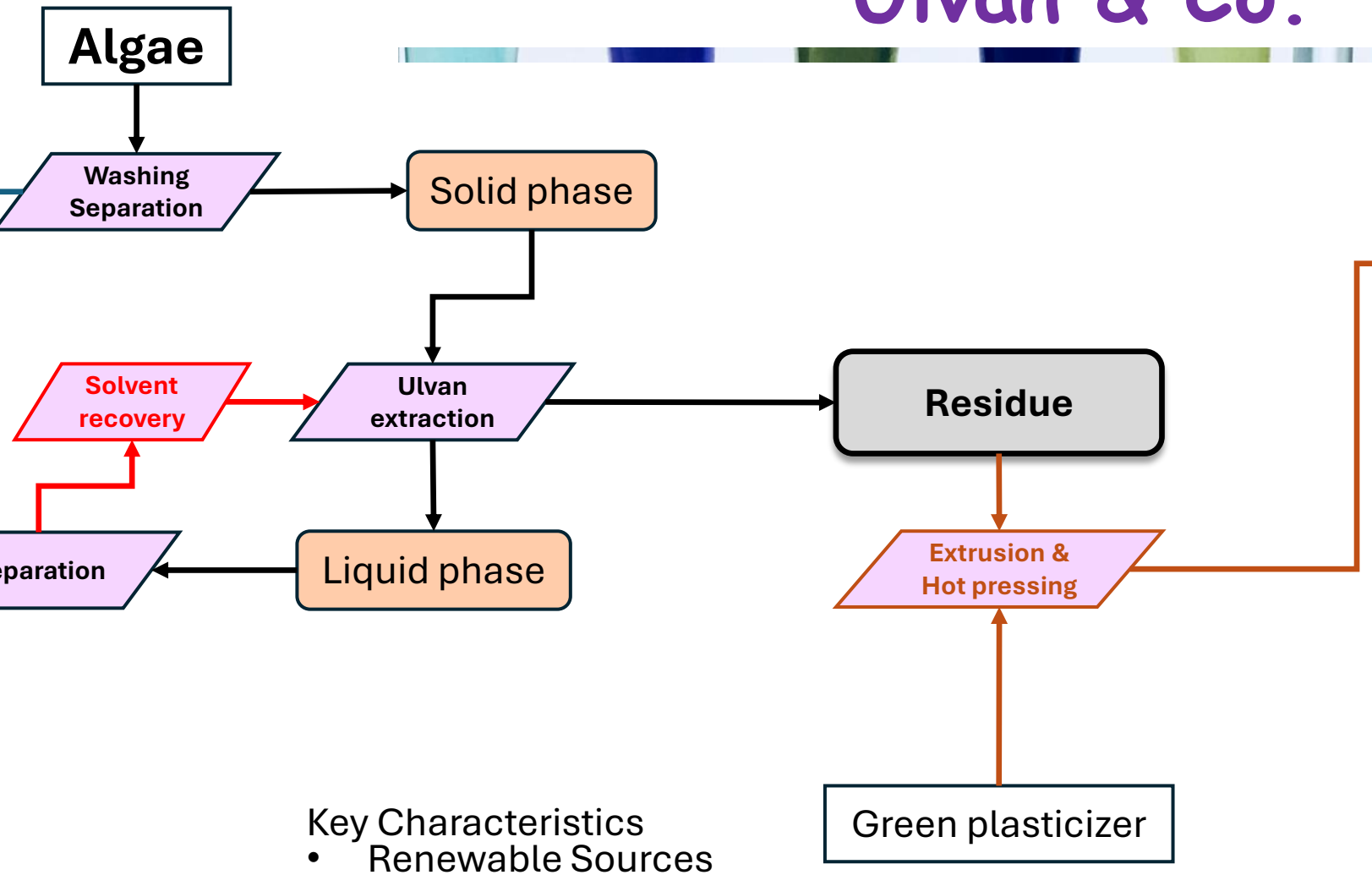






Material
Health
Catalysis
Conservation and restoration of cultural heritage

Ulvan & Co.



Key Characteristics

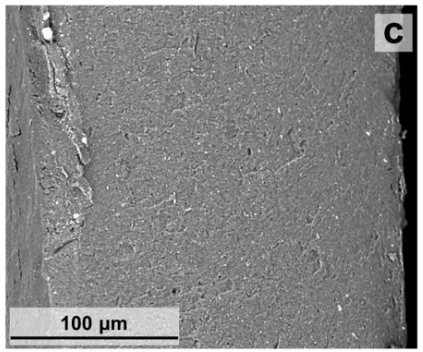
- Renewable Sources
- Health and Safety
- Biodegradability
- Performance

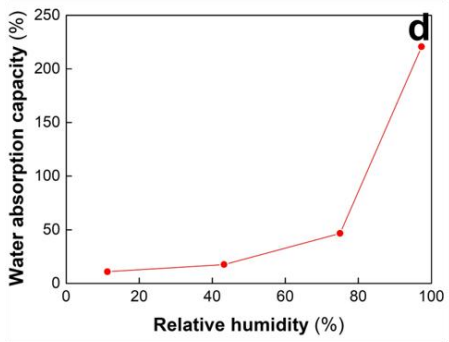


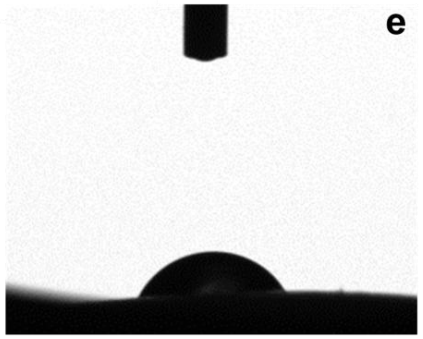
Dagli scarti ai biomateriali

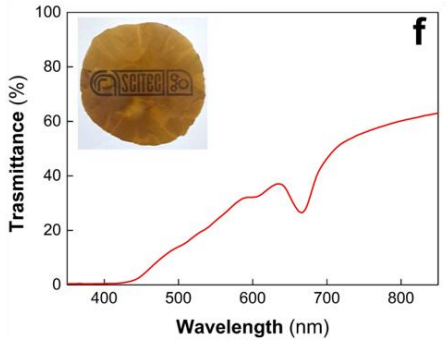












(a) Compression moulded film
(b) Dumbbell-shaped specimen
(c) SEM micrograph
(d) WAC at different relative humidity conditions
(e) Water droplet on the surface of film conditioned at RH of 75%
(f) UV-Vis spectrum.

Thermal properties			Mechanical properties		
$T_{10\%}$ (°C)	T_{max} (°C)	R (%)	E (MPa)	σ_{max} (MPa)	e_b (%)
172	267	22	304 ± 20	6.3 ± 0.7	4.4 ± 0.9

$T_{10\%}$: temperature at mass loss of 10%
T_{max}: temperature at the maximum degradation rate
R: residual mass at 750 °C

E: Young's modulus
σ_{max}: maximum tensile strength
e_b: elongation at break
mean ± sd, n = 5

Biomaterial paradox

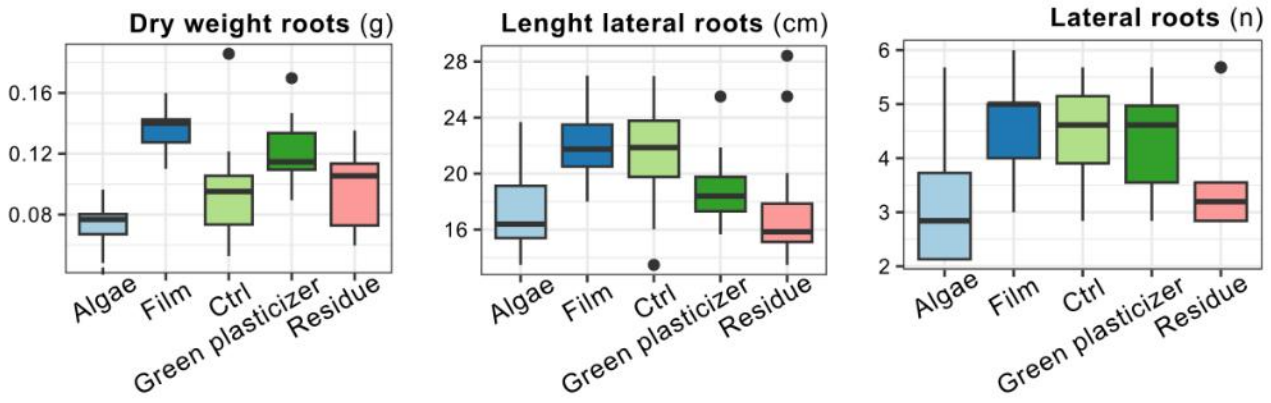
Formulare un biomateriale è difficile.
Trovargli uno scopo lo è ancora di più.

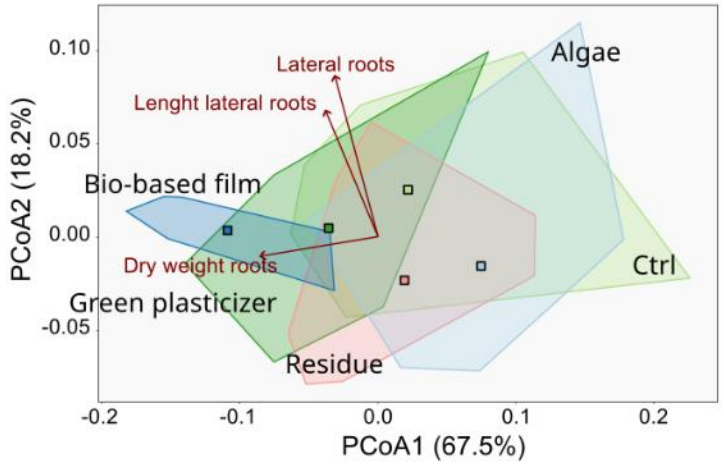
Molti materiali promettenti non falliscono per limiti tecnici, ma per la mancanza di un'applicazione chiara e di un mercato pronto ad adottarli.

Key Assessment Criteria

- Techno-Economic Analysis (TEA)
- Minimum Sustainable Selling Price (MSSP)
- Net Present Value (NPV > 0)
- Physical Resource Productivity
- Life Cycle Assessment (LCA)
- Circularity Performance
- Environmental Improvement

Maize seeds hybrids (*B73* × *Mo17*)







Gianluca Ottolina

gianluca.ottolina@scitec.cnr.it

Thank you

and if you have questions, please feel free to ask me

Istituto di Scienze e Tecnologie Chimiche "Giulio Natta" (SCITEC)
Fabio Bertini
Jacopo Paini
Adriano Vignali
Federica Zaccheria

Istituto di Biologia e Biotecnologia Agraria (IBBA)
Roméo A. Dougué Kentsop
Monica Mattana

Thanks are due to the Extended Partnership PE00000004 “Made in Italy Circolare e Sostenibile” (MICS) project, funded by the European Union-Next Generation EU, for financial support.



ᑲᐃᔨᔭ ᐊᒋᑕᒥᐦᑳ ᑳᐦᑿᐏ

Kâwiya pwâtamihk kîkwây

Non sprecare nulla (onora l'animale)

Bandiera non ufficiale della nazione indiana Cree
Proverbio il lingua Cree variante Woods
Nord America

Pesto o Salsa di Alghe (Lattuga di mare)
Ingredienti tipici: Alghe fresche o reidratate, olio d'oliva, aglio, succo di limone e talvolta frutta secca o vongole.
Utilizzo: Perfetta per condire la pasta (come i troccoli o le linguine) o da servire con antipasti di pesce e formaggi

$$k_B \ln \Omega > 0$$

Secondo Principio della Termodinamica $\Delta S \geq 0$

Alga (Ulva ≃130)
Ulva lactuca
Ulva fasciata

AlgaeBase