



Foto di Pond Scum

*Le microalghe possono essere coltivate in sistemi chiusi come i fotobioreattori oppure aperti, laghi o pozze artificiali, su terreni marginali o improduttivi*

# ***PROGETTO VALUEMAG: DALLE MICROALGHE BIOMOLECOLE PER ALIMENTI PER ANIMALI, NUTRACEUTICI E COSMETICI***

*Un progetto di ricerca realizzato da un team internazionale che lavora alla sperimentazione di metodi innovativi per la coltivazione di microalghe, come quello magnetico, con una serra che riduce al minimo le contaminazioni e le variabili legate a temperatura e umidità. Un sistema che consente di ridurre sensibilmente la quantità d'acqua utilizzata, di aumentare la produzione di biomassa e ridurre i costi di produzione. E per l'estrazione dei principi attivi si utilizzano processi "green" come la CO<sub>2</sub> in condizioni supercritiche.*

**\*Giuseppe Di Sanzo,  
\* Vincenzo Larocca,  
\*\* Antonio Molino,  
\* Maria Martino**

**L**a richiesta di composti di origine vegetale e di estratti naturali è in continua crescita grazie al loro uso nelle applicazioni farmaceutiche, nella medicina naturale, nei prodotti cosmetici. Si tratta di settori che necessitano di prodotti sicuri, di alta qualità e prezzi competitivi. In tale direzione, le microalghe possono contribuire alla riduzione nell'uso di sostanze di sintesi chimica, difatti grazie al loro contenuto di composti ad alto valore aggiunto possono fare da volano per lo sviluppo di molti settori industriali attraverso metodi eco-sostenibili e a basso impatto ambientale [1, 2].

Le microalghe, grazie alla loro elevata varietà di specie, possono contribuire in tal senso allo sviluppo di diversi settori, da quello nutraceutico, cosmetico, nella mangimistica e come biopesticidi, come la possibilità di produrre

sostanze con proprietà benefiche da poter utilizzare nella nutraceutica: gli acidi grassi polinsaturi (PUFA) a cui appartengono gli omega-3 e omega-6, i carotenoidi tra cui il beta-carotene, la luteina e l'astaxantina. Le microalghe possono essere coltivate in sistemi chiusi come i fotobioreattori oppure aperti, laghi o pozze artificiali, su terreni marginali o improduttivi, senza aver bisogno dell'uso di erbicidi o pesticidi, riducendo così sia i costi e sia l'impatto ambientale. Un'altra importante potenzialità è la loro capacità di sequestrare la CO<sub>2</sub> durante la fase di accrescimento che può essere sfruttata per scopi ambientali [4, 5, 6]. In particolare, la quantità di CO<sub>2</sub> che la microalga riesce a catturare equivale a circa 1,8 kg per ogni kg di biomassa secca prodotta [7, 8].

In tale scenario, il vero problema nello sviluppo di bioprocessi dalle alghe è legato ai costi di produzione che ne limitano fortemente l'applicabilità in ambito industriale, relegandola ai soli settori la cui produzione è a elevato valore aggiunto. Il progetto VALUEMAG (*Valuable Products from Algae Using New Magnetic Cultivation and Extraction Techniques*) punta a una drastica riduzione del

costo di produzione delle microalghe grazie a soluzioni innovati-



Fig. 1. Il logo di Valuemag

ve di coltivazione ed estrazione dei principi attivi e, nel contempo, alla messa a punto di processi estrattivi "green" e "low carbon impact" quali l'utilizzo della CO<sub>2</sub> in condizioni supercritiche.

Tale progetto è stato avviato lo scorso 1° aprile 2017 e finanziato dal Programma BIO BASED INDUSTRIES PPP (H2020-BBI-JTI-2016 Topic: BBI-2016-R09 RIA), prevede un team internazionale di ricerca composto da 11 partner provenienti da 9 Paesi UE, che lavorerà alla sperimentazione di innovativi metodi di coltivazione, come quella magnetica. Una serra ospita il sistema per l'esposizione alla luce solare, riducendo al minimo la contaminazione e le incertezze temperatura-umidità. La quantità d'acqua è ridotta al minimo e la raccolta sarà veloce ed economica. Queste innovazioni consentono di colti-

- Produzione saponette vegetali 100% personalizzate per erboristerie, profumerie, farmacie
- Saponette da Hotel
- Produzione di cosmetici
- Lavorazione c/o terzi





**Alchimia Soap Srl**  
Via Mantova, 5  
21057 Olgiate Olona (VA)  
Tel.: 0331 631 582  
Fax: 0331 674 574  
www.alchimiasoap.it  
soap@alchimiasoap.it

vare in modo ottimale, migliorare la produttività della biomassa e ridurre drasticamente i costi [https://www.valuemag.eu].

L'ENEA partecipa alle attività di RS&T finalizzate alla estrazione e caratterizzazione di sostanze a uso nutraceutico, cosmetico, da impiegare come additivi alimentari e agenti ad attività antifungina, mediante l'impiego di tecnologie non convenzionali quali l'utilizzo della CO<sub>2</sub> in condizioni supercritiche (CO<sub>2</sub>-SFE), che offre importanti vantaggi rispetto all'utilizzo di solventi convenzionali [9, 10, 11] i quali limitano la degradazione di tali sostanze nella fase estrattiva, ottimizzandone pertanto la qualità e la produttività in termini di sostanze bioattive.

I principali vantaggi dell'estrazione CO<sub>2</sub>-SFE sono legati all'utilizzo di un solvente di tipo GRAS (*Generally recognised as safe solvent*) quale la CO<sub>2</sub> che, a differenza dei solventi convenzionali, non lascia residui durante le operazioni di estrazione e pertanto è da considerarsi certamente più sicuro per gli ambiti alimentari e nutraceutici [12]; inoltre grazie alla sua pressione critica moderata, permette di contenere i costi di compressione, mentre la sua bassa temperatura critica consente l'estrazione di composti termosensibili evitando l'insorgere del fenomeno della degradazione. Inoltre, la CO<sub>2</sub> è inerte, non tossica e viene facilmente recuperata a valle dell'estrazione [13, 14].

Grazie a questi vantaggi l'estrazione con CO<sub>2</sub> supercritica risulta essere una tecnica molto promet-



Fig 2. <https://www.valuemag.eu/>  
"This project has received funding from the Bio Based Industries Joint Undertaking under the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement N° 745695 (VALUEMAG)"

tente, pertanto rappresenterà la tecnologia utilizzata nel progetto VALUEMAG per l'estrazione delle biomolecole di interesse, come carotenoidi e acidi grassi polinsaturi, destinati a diversi usi finali nel campo degli integratori alimentari, dell'industria dei mangimi e dei cosmetici [15, 16].

L'ENEA, in particolare nel Labo-

ra di ricerca a supporto dello sviluppo delle biotecnologie e della green chemistry, che rappresenta un polo tecnologico con valenza multidisciplinare aperto alle collaborazioni con altri soggetti pubblici e privati, e si pone l'obiettivo di introdurre elementi di innovazione nei sistemi produttivi attraverso attività di R&ST, di



Fig 3. Centro di Innovazione Integrato "Agrobiopolis"

torio Bioprodotti e Bioprocessi (SSPT-BIOAG-PROBIO), svolge attività di RST&D a supporto della competitività e della sostenibilità dei sistemi produttivi delle aree food e no-food, perseguendo la finalità generale di sviluppare prodotti e processi innovativi mediante l'utilizzo delle Tecnologie Abilitanti (KETs).

Particolare attenzione è dedicata allo sviluppo delle applicazioni delle biotecnologie industriali (White Biotechnologies) e delle Tecnologie di Processo, soprattutto Mild Technologies, nei settori produttivi dell'agroindustria e della bioindustria. Il Laboratorio si avvale della disponibilità di dotazioni infrastrutturali, strumentali e impiantistiche, dalla scala laboratorio alla scala pilota (Hall Tecnologiche).

In ENEA C.R. Trisaia è presente il centro di Innovazione integrato "Agrobiopolis", una infrastruttu-

ra di ricerca a supporto dello sviluppo delle biotecnologie e della green chemistry, che rappresenta un polo tecnologico con valenza multidisciplinare aperto alle collaborazioni con altri soggetti pubblici e privati, e si pone l'obiettivo di introdurre elementi di innovazione nei sistemi produttivi attraverso attività di R&ST, di

dimostrazione, di diffusione e trasferimento tecnologico.

<https://bioagro.sostenibilita.enea.it/structure/probio>

### Impianti di estrazione a CO<sub>2</sub> Supercritica Centro di Innovazione Integrato "Agrobiopolis"

L'estrazione con CO<sub>2</sub> supercritica (CO<sub>2</sub>-SFE) è una valida alternativa ai processi tradizionali di estrazione con solvente presentando, rispetto a essi, molteplici vantaggi:

- condizioni di processo blande (Tc=31,1 °C);
- riconosciuta come sicura per prodotti alimentari;
- economica (impianti di grande scala o multiprodotto);
- facilmente disponibile;
- non tossica, ininfiammabile e inerte per la maggior parte dei

materiali.

I vantaggi di questa tecnica rispetto alle tecnologie convenzionali di estrazione, specialmente per prodotti naturali nell'industria alimentare e farmaceutica, sono attualmente ben riconosciuti. Mediante tale tecnica si possono ottenere:

- estratti da prodotti naturali;
- principi attivi ad alta attività biologica;
- estratti con periodo di vita superiore;
- nessun solvente residuo;
- alta flessibilità nelle condizioni operative;
- controllo preciso della selettività del solvente supercritico;
- ottimizzazione agevole della qualità e della resa del prodotto desiderato;
- frazionamento simultaneo di estratti.

Le aree di intervento sono: alimentare/nutraceutico, agro-industriale, farmaceutico, cosmetico e ambientale. Il settore dei fitoterapici e dei prodotti salutistici di origine vegetale, per esempio, costituisce un settore estremamente attuale. Fra le applicazioni possibili si possono per esempio individuare nuove matrici vegetali e residui agroindustriali come fonti di sostanze bioattive, nutraceutici e/o antiossidanti (flavonoidi, fenilpropanoidi, antociani e secoiridoidi) con l'obiettivo di:

- sviluppare e applicare, fino a scala pilota, tecnologie eco-compatibili e ottenere ricadute della ricerca in termini sia scientifici che applicativi a livello industriale;
- approfondire la conoscenza, dal punto di vista chimico-biologico, di specie vegetali per la individuazione di nuovi prodotti per la cura di diverse patologie;
- fornire basi scientifiche all'uti-

lizzo di piante medicinali e alimentari utilizzate nelle medicine popolari;

- ottimizzare le condizioni di estrazione di alcuni di questi composti ad azione antiossidante ricorrendo a tecnologie "mild" operanti in ambiente supercritico e pertanto in grado di non alterarne le caratteristiche chimico-fisiche;
- caratterizzazione e studio delle proprietà biologiche di oli essenziali e fitocomplessi da piante della flora mediterranea.

Il fine ultimo in ogni caso è quindi quello di mettere a punto processi su scala laboratorio e scala pilota, per l'estrazione da substrati naturali di composti ad alto valore aggiunto, da utilizzare come integratori o additivi nell'industria alimentare, cosmetica e farmaceutica.

### Caratteristiche tecniche degli impianti

**Impianto in scala da laboratorio:**

- sistema di estrazione e raccolta in fase solida fino a 680 bar e 250 °C;
- pompa della CO<sub>2</sub> e pompa per cosolvente;
- capacità dei vessel 32 mL, 50




Fig 4 - Estrattore da banco a Fluidi Supercritici






Fig. 5 - Unità Operativa Pilota (UOP) a CO<sub>2</sub> SFE

## Erbe ed estratti da agricoltura biologica



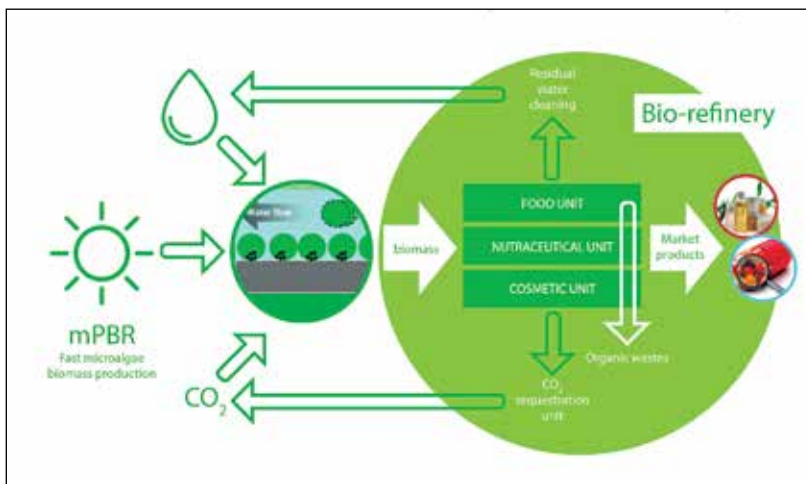
# BIOPLANTA

una filiera controllata  
*per un BIO sicuro*

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

Schema di funzionamento del progetto Valuemag



mL e 1 L;

- raccolta del campione off-line tramite trappola di solvente e/o sistemi SPE;
- PC per acquisizione dati.

**UOP CO<sub>2</sub> SFE:**

- n° 2 estrattori da 15 o 8 L per matrici solide, n°1 estrattore da 5 L per fluidi a elevata viscosità fino a 600 bar e 80 °C ;
- colonna a riempimento per il trattamento di liquidi da 16 L, fino a 350 bar e 80 °C;
- pompa della CO<sub>2</sub> (fino a 130 kg/h a 600 bar) e pompa per cosolvente;
- n° 3 separatori per il recupero degli estratti da 5 L il primo e il secondo e 1,5 L il terzo;
- strumentazione e PLC di controllo per la gestione e controllo automatico del processo.

<http://www.trisaia.enea.it/it/laboratori-e-impianti/centro-di-innovazione-integrato-agrobiopolis>

\* **ENEA, Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile Centro Ricerche Trisaia**

\*\* **ENEA, Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile Centro Ricerche Portici**

## Bibliografia

1. P. Spolaore, C. Joannis-Cassan, E. Duran, A. Isambert. Commercial Applications of Microalgae. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, Vol. 101, pp. 87-96 (2006).
2. O. Pulz, W. Gross. Valuable products from biotechnology of microalgae. *Applied Microbiology and Biotechnology*, Vol. 65, pp 635-648 (2004).
3. R.L. Mendes, J.P. Coelho, H.L. Fernandes, I.J. Marrucho, J.M.S. Cabral, J.M. Novais, A.F. Palavra. Applications of supercritical CO<sub>2</sub> extraction to microalgae and plants. *Journal of Chemistry Technology and Biotechnology*, Vol. 62, pp. 53-59 (1995).
4. G.J. Gil-Chávez, J.A. Villa, J.F. Ayala-Zavala, J.B. Heredia, D. Sepulveda, E.M. Yahia, G.A. Gonzalez-Aguilar. Technologies for Extraction and Production of Bioactive Compounds to be Used as Nutraceuticals and Food Ingredients: An Overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 12, pp. 5-23 (2013).
5. J. M. Gordon, J. E. W. Polle. Ultrahigh bioproductivity from algae. *Applied Microbiology and Biotechnology*, Vol. 76, pp. 969-975 (2007).
6. R. Rawat, R. Ranjith Kumar, T. Mutanda, F. Bux. Biodiesel from microalgae: A critical evaluation from laboratory to large scale production. *Applied Energy*, Vol. 103, pp. 444-467 (2013).
7. L. Brennan, P. Owende. Biofuels from microalgae-a review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.14, pp. 557-577 (2010).
8. N.H. Norsker, M.J. Barbosa, M.H. Verme, R.H. Wijffels. Microalgal production-A close look at the economics. *Biotechnology Advances*, Vol. 29, pp. 24-27 (2011).
9. C. Crampon, O. Boutin, E. Badens. Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Molecules of Interest from Microalgae and Seaweeds. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, Vol. 50, pp. 8941-8953 (2011).
10. R.L. Mendes, B.P. Nobre, M.T. Cardoso, A.P. Pereira, A.F. Palavra, Supercritical carbon dioxide extraction of compounds with pharmaceutical importance from microalgae. *Inorganica Chimica Acta*, Vol. 356, pp. 328-334 (2003).
11. A.M.F. Palavra, J.P. Coelho, J.G. Barroso, A.P. Rauter, J.M.N.A. Fareleira, A. Mainar, J.S. Urieta, B.P. Nobre, L. Gouveia, R.L. Mendes, J.M.S. Cabral, J. Novais. Supercritical carbon dioxide extraction of bioactive compounds from microalgae and volatile oils from aromatic plants. *The Journal of Supercritical Fluids*, Vol. 60, pp. 21-27 (2011).
12. H. Sovová. Rate of the vegetable oil extraction with supercritical CO<sub>2</sub> - Modelling of extraction curves. *Chemical Engineering Science*, Vol. 49, pp. 409-414 (1994).
13. J.A. Wood, M.A. Bernards, W. Wan, P.A. Charpentier. Extraction of ginsenosides from North American ginseng using modified supercritical carbon dioxide. *The Journal of Supercritical Fluids*, Vol. 39, pp. 40-47 (2006).
14. C.S.G. Kitzberger, R.H. Lomonaco, E.M.Z. Michielin, L. Danielski, J. Correia, S.R.S. Ferreira. *Journal of Food Engineering*, Vol. 90, pp. 35-43 (2009).
15. H. Sovová, R.P. Stateva. Supercritical fluid extraction from vegetable materials. *Reviews in Chemical Engineering*, Vol. 27, pp. 79-156 (2011).
16. J. Viganó, A.P.D.F. Machado, J. Martínez, Sub- and supercritical fluid technology applied to food waste processing. *The Journal of Supercritical Fluids*, Vol. 96, pp. 272-286 (2015).