



WEBINAR

MICROALGHE

Dalla ricerca al campo

Biologia e tecnologie innovative al servizio dell'agricoltura

In collaborazione con:



edagricole



tecniche nuove

Organizza:



ALGAENERGY
by DSG

10 Febbraio 2026
Ore 16:00-17:30

Cosa dice la ricerca sulle microalghe in agricoltura

Massimo Zaccardelli

CREA-Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo, sede di Pontecagnano (SA)

Università degli Studi di Salerno

- Cosa sono le Microalghe e cenni di Classificazione
- Benefici delle microalghe in agricoltura
- La ricerca sulle microalghe

Organizza:  **edagricole** |  **tecniche nuove**

In collaborazione con:

 **ALGAENERGY**
by DSG

Cosa sono le Microalghe e cenni di Classificazione

Le **Microalghe** sono:

- alghe microscopiche, cioè visibili al microscopio ottico;
- sono unicellulari oppure organizzate in colonie grazie alla produzione di mucillagini;
- le loro cellule sono abbastanza piccole (da pochi μm a qualche decina di μm);
- possono essere eucariotiche o procariotiche (*Cianobatteri*);
- si moltiplicano rapidamente;
- producono molti metaboliti bioattivi (fitormoni, polisaccaridi, aminoacidi, ecc.);
- vivono negli ambienti più disparati (acque dolci, marine e salmastre, suoli, rocce, deserto, ghiacciai). Sono la componente principale del Fitoplancton
- possono essere impiegate in svariati settori: agricoltura (**biofertilizzanti**, **biostimolanti**, **biopesticidi**), acquacoltura, produzione di biocarburanti, composti bioattivi ecc.

Organizza:



edagricole



tecniche nuove

In collaborazione con:



ALGAENERGY

by DSG

Cosa sono le Microalghe e cenni di Classificazione

Le **Macroalghe**, invece, sono:

- alghe macroscopiche, cioè visibili a occhio nudo (da alcuni cm a molti m, ad es. le alghe brune giganti (kelp) sono lunghe fino a 60 m, andando a formare delle vere e proprie foreste sottomarine);
- sono pluricellulari;
- sono eucariotiche;
- sono organizzate in strutture differenziate (rizoidi, cauloidi, filloidi);
- crescono più lentamente rispetto alle microalghe;
- crescono quasi esclusivamente nel mare, generalmente ancorandosi ad un substrato;
- anche le macroalghe sono utilizzabili in agricoltura, principalmente come estratti **biostimolanti**, oltre che nell' alimentazione umana e animale, in cosmetica, per la produzione di alginati e agar.

Cosa sono le Microalghe e cenni di Classificazione

Microalghe Procariotiche

Sono in sostanza i **CIANOBATTERI** (ex “alghe verdi-azzurre”). Sono **autotrofi** perché svolgono la fotosintesi e sono molto importanti soprattutto come **biofertilizzanti e miglioratori del suolo**, grazie alla fissazione biologica dell’azoto che, in molte specie, avviene in strutture specializzate denominate *eterocisti* e grazie alla produzione di polisaccaridi mucillaginosi. I Cianobatteri sono fondamentali nei sistemi agricoli a basso input.

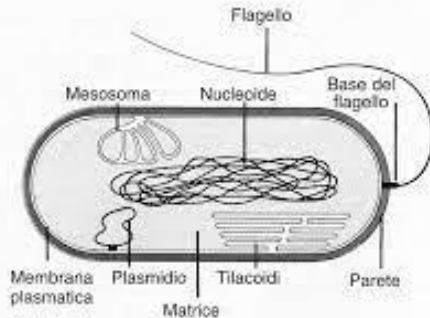
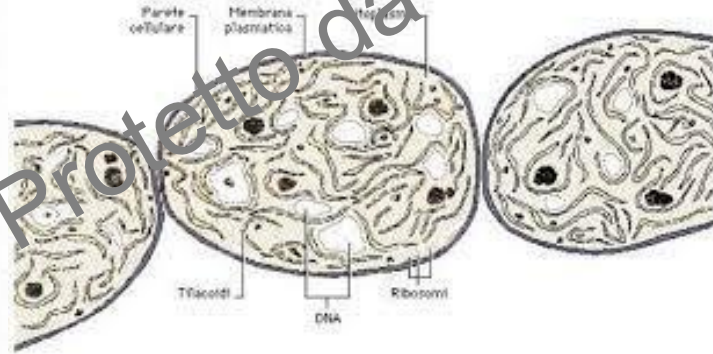


Figura 1.5 Schema di una cellula batterica.



Cosa sono le Microalghe e cenni di Classificazione

Microalghe Procariotiche

I generi di CIANOBATTERI maggiormente impiegati in agricoltura sono:

- **Anabaena** (es. *Anabaena azollae*, che vive in simbiosi con l'Azolla), ampiamente utilizzato, migliora la fertilità del suolo;
- **Nostoc**, molto studiato, biofertilizzante e ammendante (migliora la struttura del suolo);
- **Aulosira**, importante soprattutto nelle risaie, è un efficiente azotofissatore;
- **Calothrix**, impiegato in suoli degradati e marginali, contribuendo alla loro stabilità;
- **Tolypothrix**, applicato in risaie e suoli umidi, produce sostanze bioattive;
- **Cylindrospermum**, presente tipicamente nelle risaie, aumenta la disponibilità di azoto.

Cosa sono le Microalghe e cenni di Classificazione

Microalghe Procariotiche

Alcuni generi di CIANOBATTERI sono privi di eterocisti e fissano in maniera discontinua l'azoto atmosferico (quindi sono azotofissatori meno efficienti), ma producono altri composti utili in agricoltura. I principali generi sono:

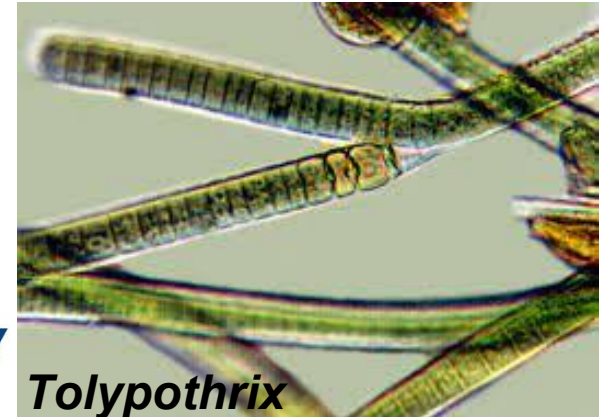
- ***Oscillatoria***, produce fitormoni e polisaccaridi che migliorano la struttura del suolo;
- ***Phormidium***, azione biostimolante, stabilizza la struttura del suolo
- ***Lyngbya***, produce metaboliti bioattivi ma però un impiego agricolo più limitato.

Altri generi di CIANOBATTERI di interesse per applicazioni in agricoltura sono:

- ***Arthrospira (Spirulina)***, impiegata per trattamenti fogliari biostimolanti, ricca di aminoacidi, vitamine e fitormoni, è idonea anche per trattamenti al suolo;
- ***Microcystis***, ha un impiego limitato in agricoltura limitato perché può produrre tossine (mic

Cosa sono le Microalghe e cenni di Classificazione

Microalghe Procariotiche



Cosa sono le Microalghe e cenni di Classificazione

Microalghe Procariotiche



Nostoc



Spirulina



Cylandrospermum

Cosa sono le Microalghe e cenni di Classificazione

Microalghe Eucariotiche

Possono essere unicellulari o coloniali. I generi più importanti appartengono alle **CHLOROPHYTA (ALGHE VERDI)** e alle **BACILLARIOPHYTA (DIATOMEAE)**.

ALGHE VERDI

Sono le più utilizzate per applicazioni agricole. I principali generi impiegati sono:

- ***Chlorella***, molto diffusa, ricca di aminoacidi, vitamine, fitormoni.

Stimola la germinazione dei semi, la crescita delle piante e aumenta la resistenza agli stress abiotici;

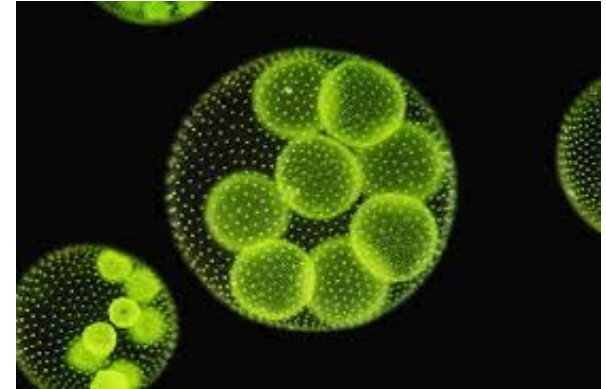
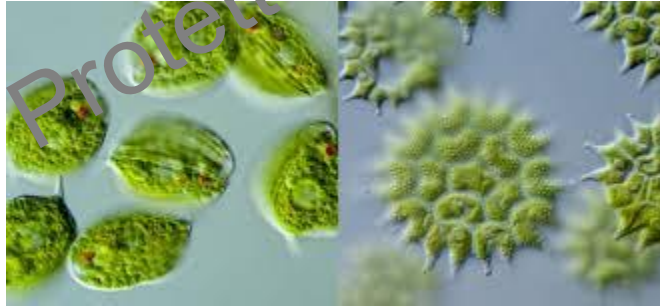
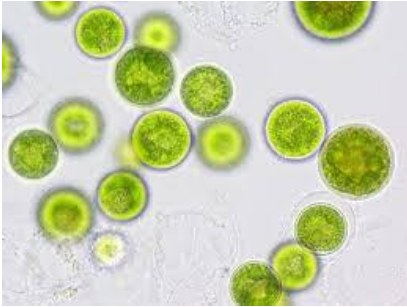
- ***Scenedesmus***, biostimolante delle piante, migliora la fertilità del suolo e favorisce il riciclo dei nutrienti;

Cosa sono le Microalghe e cenni di Classificazione

Microalghe Eucariotiche

ALGHE VERDI (continuazione)

- ***Tetraselmis***, favorisce lo sviluppo radicale;
- ***Dunaliella***, forte produttrice di carotenoidi, viene applicata come biostimolante
- ***Chlamydomonas***, di interesse sperimentale e di ricerca, viene studiata per valutare eventuali future applicazioni



Cosa sono le Microalghe e cenni di Classificazione

Microalghe Eucariotiche

DIATOME

Sono meno utilizzate ma vengono studiate per le loro interessanti proprietà.

I principali generi di interesse sono:

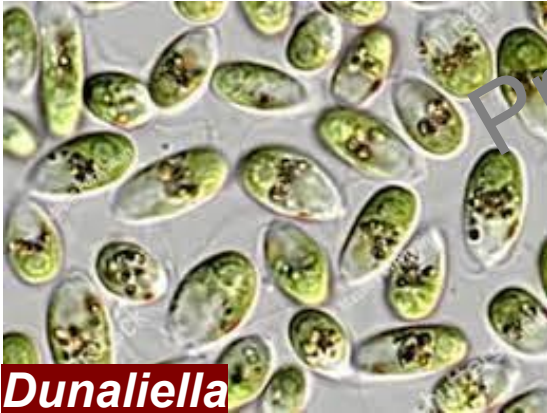
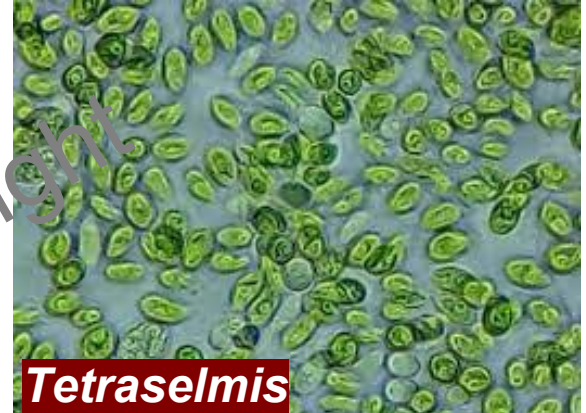
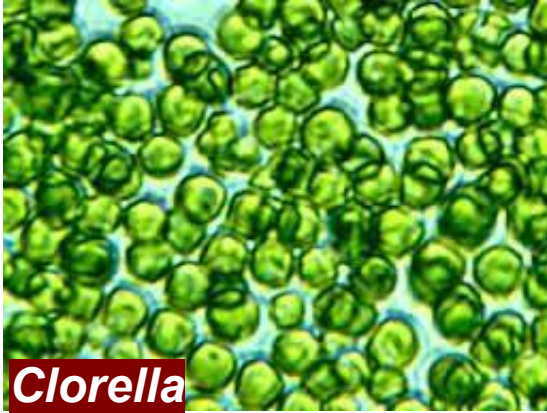
- ***Phaeodactylum***, effetti biostimolanti, produce composti bioattivi;
- ***Navicula***, favorisce il miglioramento del suolo e i cicli dei nutrienti.

ALTRE MICROALGHE EUCARIOTICHE per le quali sono in corso sperimentazioni per valutare la loro applicazione in agricoltura, sono:

- ***Euglena* (Euglenophyta)**, ricca di sostanze bioattive;
- ***Haematococcus***, produce astaxantina e ha un ottimo potenziale biostimolante

Cosa sono le Microalghe e cenni di Classificazione

Microalghe Eucariotiche



Benefici delle Microalghe in agricoltura

Da quanto detto, le microalghe hanno la capacità di:

- fissare l'azoto atmosferico, solubilizzare il fosforo e i micronutrienti;
- stimolare la germinazione dei semi, la crescita vegetativa e radicale grazie alla produzione di sostanze fitormonali (auxine, GA, citochinine, brassinosteroidi);
- migliorare l'assorbimento dei nutrienti (es. produzione di siderofori);
- aumentare la tolleranza a stress abiotici (es. siccità, salinità);
- incrementare l'allegagione, la produzione, la qualità del prodotto;
- migliorare la struttura del suolo (secrezione di esopolisaccaridi e di sostanze humus-simili);

Benefici delle Microalghe in agricoltura

- stimolare l'attività dei microrganismi del suolo, in quanto le microalghe contengono un'alta percentuale di macronutrienti e una notevole quantità di micronutrienti e amminoacidi;
- recuperare suoli salini e degradati;
- Esercitare un'azione di biocontrollo, dovuta alla produzione di metaboliti ad azione antimicrobica quali fenoli, polifenoli, tocoferoli, proteine, oli, saponine, allelochimici, peptidi ricchi di azoto e sesquiterpeni. Questi composti agiscono attraverso diversi meccanismi quali modificazioni strutturali e funzionali, rottura della membrana citoplasmatica, inattivazione di enzimi e inibizione della sintesi proteica nei microrganismi.

Benefici delle Microalghe in agricoltura

Biofertilizzazione delle colture

Studi basati sull'utilizzo di microalghe come biofertilizzanti sono stati pubblicati tra il 2001 e il 2015 soprattutto in vaso su diverse colture miscelando le **microalghe secche** al terreno in % variabili: 3 g/kg di suolo per il **mais**; 5-6 g/kg di suolo per il **grano** e 10 kg/ha per il **riso**.

Tutti gli studi convergono sul risparmio di azoto, pari a circa il 25%.

In studi pubblicati nel 2016, si è visto come la biomassa secca ottenuta dalla microalga ***Acutodesmus dimorphus***, applicata come biofertilizzante alla dose 50 e 100 g in vasi da 28 cm di diametro, abbia incrementato la crescita delle piante e la produzione di fiori in pomodoro.

Nel 2008 è stato pubblicato uno studio sulla valutazione degli effetti sulla **lattuga** utilizzando ***Chlorella vulgaris*** come biofertilizzante. Lo studio ha rilevato come la presenza dell'alga abbia accelerato la germinazione dei semi in maniera significativa rispetto al controllo e ha incrementato il contenuto di pigmenti colofilliani (clorofilla a e b e carotenoidi).

Benefici delle Microalghe in agricoltura

Biofertilizzazione delle colture

In un altro studio pubblicato nel 2017 si è visto che, utilizzando ***Chlorella vulgaris*** come biofertilizzante per ***Hibiscus esculentus***, un ortaggio esotico, è stato possibile sostituire i fertilizzanti chimici migliorando così la crescita della pianta senza effetti dannosi sulla stessa.

In un Lavoro pubblicato nel 1999 è stato valutato l'effetto dei cianobatteri su semi di **sorgo, mais, grano e lenticchia**, dove è stata osservata una crescita significativa rispetto al controllo.

In un Lavoro pubblicato nel 2002 è stato riportato come, utilizzando ***cianobatteri*** su **cece**, siano stati incrementati tutti i caratteri morfologici e di biomassa.

Benefici delle Microalghe in agricoltura

Biofertilizzazione delle colture

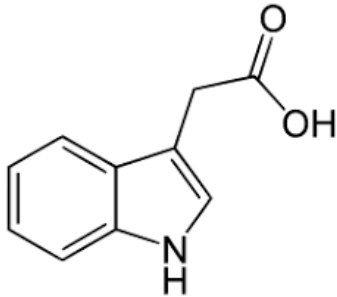
In un lavoro pubblicato nel 2018 è stato riportato come, su **cipolla**, testando separatamente le microalghe ***Spirulina platensis*** e ***Chlorella vulgaris*** alla dose di 3 g/kg di terreno, con e senza aggiunta di letame di vacca, i risultati migliori siano stati registrati con la combinazione delle alghe con il letame.

In un lavoro del 2010, **cianobatteri** sono stati utilizzati su **grano** in combinazione con *Rhizobium radiobacter*, ottenendo una resa comparabile con quella ottenuta dal controllo azotato alla massima dose.

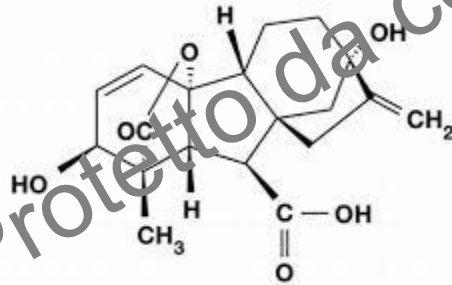
Benefici delle Microalghe in agricoltura

Biostimolazione delle colture

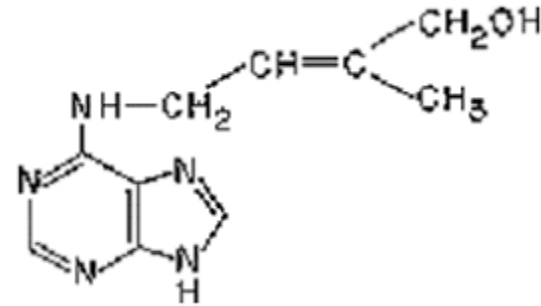
La presenza di alcuni aminoacidi, quali **triptofano** e **arginina** negli estratti di microalghe, provocano un aumento significativo della crescita e della resa delle colture, perché questi due aminoacidi sono i **precursori metabolici dei fitormoni**.



Auxina



Gibberellina



Citochinina

Benefici delle Microalghe in agricoltura

Biostimolazione delle colture

In letteratura sono stati pubblicati diversi risultati interessanti in merito alla biostimolazione determinate dalle microalghe:

- L'applicazione di estratti di ***Acutodesmus dimorphus*** hanno avuto un importante effetto positivo sulla germinazione dei semi e sulla crescita delle piante di **pomodoro**;
- la somministrazione di estratti di ***Chlorella*** spp., prodotti da idrolisi meccanica, ha biostimolato la germinazione e lo sviluppo di piantine di **melone**;
- l'applicazione di estratti di ***Spirulina platensis*** ha aumentato la crescita di **diversi ortaggi a foglia**;
- la somministrazione ogni 3 giorni di un estratto algale di ***Spirulina platensis***, ha aumento la dimensione della pianta, il peso secco della radice, la dimensione e il numero dei nodi fino al 100% nel **pomodoro**;

Benefici delle Microalghe in agricoltura

Biostimolazione delle colture

- estratti di microalghe ***Arthrospira*** spp. applicati per via fogliare su piante di **pomodoro** e **peperone** in diverse fasi di crescita, hanno evidenziato come il trattamento con una concentrazione di 3 g/l abbia incrementato le dimensioni delle piante di pomodoro e peperone rispettivamente del 20 e del 30%. Gli effetti dei trattamenti sul peso delle radici sono stati più marcati nel pomodoro (+ 230%) rispetto alle piante di peperone (+ 67%). Inoltre, anche la dimensione e il numero di nodi per pianta sono migliorati dopo il trattamento del 57% e del 100% e del 33% e del 50%, rispettivamente in pomodoro e in peperone;
- gli esopolisaccaridi di ***Dunaliella salina*** hanno attenuato l'effetto dei diversi livelli di salinità nel **pomodoro**, con un aumento dell'attività enzimatica antiossidante, neoftadiene, tocoferolo, stigmasterolo e 2,4-ditri-butilfenolo, che sono le principali sostanze implicati nei meccanismi contro lo stress ossidativo;
- il **radicchio** manifesta un incremento della produttività a seguito di trattamenti fogliari con ***Arthrospira platensis*** e ***Chlorella vulgaris***.

Benefici delle Microalghe in agricoltura

Biostimolazione delle colture

È possibile effettuare anche la “consociazione-simbiosi” tra colture e microalghe, come suggerito da alcuni ricercatori, come ad esempio la **coltivazione idroponica di piante di pomodoro in simbiosi con *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda* o *Chlorella infusionum***, con conseguente effetto positivo sul raccolto in termini di peso fresco e secco della pianta.

Un probabile meccanismo biostimolatorio può essere associato alla capacità della fotosintesi algale continua che ha erogato costantemente ossigeno alla soluzione nutritiva dell'impianto di idroponica.



Benefici delle Microalghe in agricoltura

Biocontrollo delle malattie delle colture

Il primo lavoro scientifico che ha dimostrato l'attività biopesticida da alghe risale al 1945 e ha riguardato un composto bioattivo estratto dall'alga verde **Chlorella**, la **clorellina**, che agisce da **inibitore della crescita di batteri Gram-negativi e Gram-positivi**.

Nel 2004 hanno dimostrato come gli estratti metanolici del ceppo ATCC 53789 del cianobatterio **Nostoc**, mostrino un **effetto antifungino** contro *Armillaria* sp., *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*, *Penicillium expansum*, *Phytophthora cambivora*, *P. cinnamomi*, *Rhizoctonia solani*, *Rosellinia* sp., *Sclerotinia sclerotiorum* e *Verticillium albo-atrum*; **insetticida** contro *Helicoverpa armigera*; **nematicida** contro *Caenorhabditis elegans*; **citotossico** contro *Artemia salina*; **erbicida** contro diverse specie di erbe.

Benefici delle Microalghe in agricoltura

Biocontrollo delle malattie delle colture

Altri studi pubblicati nel 1995 hanno dimostrato come diversi funghi, tra cui *Sclerotinia sclerotiorum*, vengano inibiti *in vitro* da estratti acquosi o estratti eterici ottenuti da cellule di ***Nostoc muscorum*** o di prodotti extracellulari di questo cianobatterio.

In studi svolti nel 2006 si è visto come estratti in acqua, etere e metanolo ottenuti da **142 ceppi di cianobatteri**, in rappresentanza di **14 generi diversi**, sono stati testati contro 7 funghi fitopatogeni del **peperone** (*Alternaria alternata*, *Botrytis cineria*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora capsici*, *Pythium ultimum* e *Rhizopus stolonifera*). 9 cianobatteri, 2 della specie ***Oscillatoria***, 2 della specie ***Anabaena***, 3 della specie ***Nostoc***, 1 della specie ***Nodularia*** e 1 della specie ***Calothrix***, hanno dimostrato un'attività antifungina contro *Alternaria alternata* e *Botrytis cinerea*; solo l'estratto in metanolo di *Nostoc* ha mostrato un effetto verso *Rhizopus stolonifer*; *Nostoc commune* FK-103 e *Oscillatoria tenuis* FK-109, hanno mostrato una forte attività contro *Phytophthora capsici*.

Benefici delle Microalghe in agricoltura

Biocontrollo delle malattie delle colture

In un lavoro pubblicato nel 2012, **due ceppi di cianobatteri** (*Anabaena variabilis* RPAN59 e *A. oscillarioides* RPAN69), precedentemente già selezionati per la loro attività antifungina contro *Pythium debaryanum*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium moniliforme* e *Fusarium oxysporum lycopersici*, sono stati testati prelevando il surnatante colturale su piantine di **pomodoro** inoculate con un consorzio di funghi patogeni: *Pythium debaryanum*, *Fusarium oxysporum lycopersici*, *Fusarium moniliforme* e *Rhizoctonia solani*. I risultati registrati dopo 6 settimane hanno dimostrato come i due cianobatteri abbiano determinato significativi incrementi di crescita delle piante anche nei confronti del controllo chimico (Thiram –Charbendazim) e di quello biologico (*Trichoderma* spp.)

Benefici delle Microalghe in agricoltura

E' vietato utilizzare le microalghe in ambito UE – ma non in altre parti del mondo – come organismi vivi, ma possono essere utilizzate come **estratti, idrolizzati, lisati o biomassa essiccata devitalizzata**.

I prodotti utilizzati in Italia sono derivati soprattutto da ***Chlorella*, *Arthrospira*** (Spirulina), ***Scenedesmus*, *Dunaliella*, *Anabaena***.

I biostimolanti a base di microalghe possono essere somministrati alle colture attraverso **trattamenti fogliari** o in **fertirrigazione** o utilizzati nella **concia dei semi**.

La ricerca sulle Microalghe

La ricerca sulle microalghe è incentrata sull' **individuazione di specie e ceppi sempre più performanti** per le loro proprietà di fertilizzazione (azotofissazione, solubilizzazione del fosforo e dei microelementi) e capacità di sequestrare carbonio (CO_2), di biostimolazione e induzione della resistenza a stress abiotici e biotici, di bioprotezione delle colture di interesse agrario e per la loro capacità di migliorare le caratteristiche fisiche, chimiche e microbiologiche di un suolo.

Molto importante è anche verificare che i ceppi selezionati non siano produttori di sostanze tossiche per i mammiferi, aspetto molto importante per favorire l'utilizzo di microalghe vive.



La ricerca sulle Microalghe

Progettazione di sistemi dove le microalghe vengono coltivate su:

- effluenti agro-industriali;
- reflui zootecnici;
- acque di scarico agricole,

al fine di recuperare nutrienti e ridurre l'impatto ambientale.

Analisi del ciclo di vita (LCA) e della sostenibilità economica e ambientale di tecnologie microalgali integrate in agricoltura

Progettare formulazione di consorzi microalghe-batteri per aumentarne l'efficacia agronomica e l'adattabilità a diversi ambienti.

Impiego di Microalghe in agricoltura

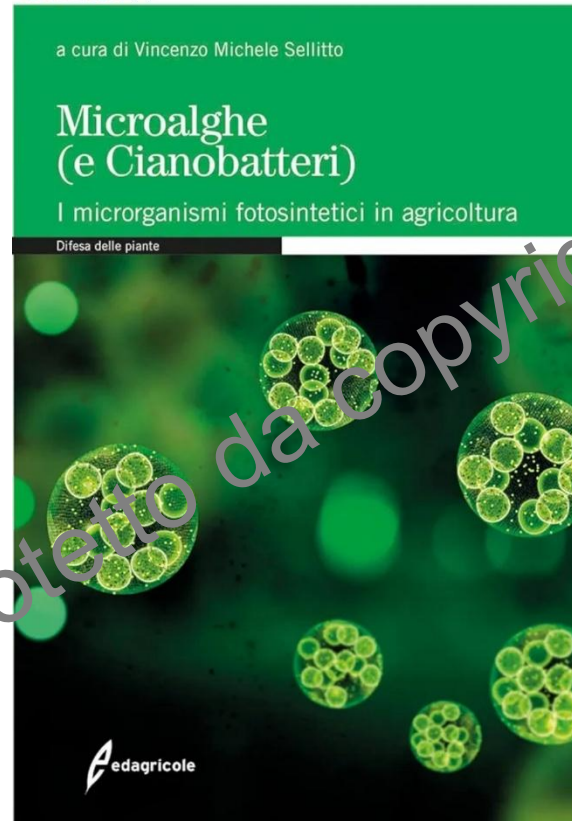
Conclusioni

Evidenze scientifiche e sperimentali confermano come le microalghe possano svolgere un ruolo di fondamentale importanza nella biofertilizzazione, biostimolazione e protezione delle piante e nel miglioramento delle proprietà fisiche, chimiche e microbiologiche del suolo.

Da un punto di vista applicativo, gli estratti algali trovano una naturale collocazione in colture coltivate in suoli poco fertili e con applicazioni ripetute durante il ciclo colturale. Quindi, il loro uso sostenibile in un'agricoltura biologica, rispetto ad un'agricoltura convenzionale, permettono un ulteriore abbattimento dell'utilizzo dei prodotti chimici con conseguente riduzione dell'impatto ambientale.

Si rendono comunque necessari ulteriori approfondimenti in questo campo ancora giovane ma in continua evoluzione.

Per approfondimenti



Grazie per l'attenzione



CREA Pontecagnano (SA)

massimo.zaccardelli@crea.gov.it



UNISA Fisciano (SA)

mzaccardelli@unisa.it