

Progetto POWERFOOD

Azione 2, Operazione 16.1.1

Spirulina e biogas: un concreta opzione di Economia Circolare.

Fabrizio Adani

Fabrizio.adani@unimi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TORINO

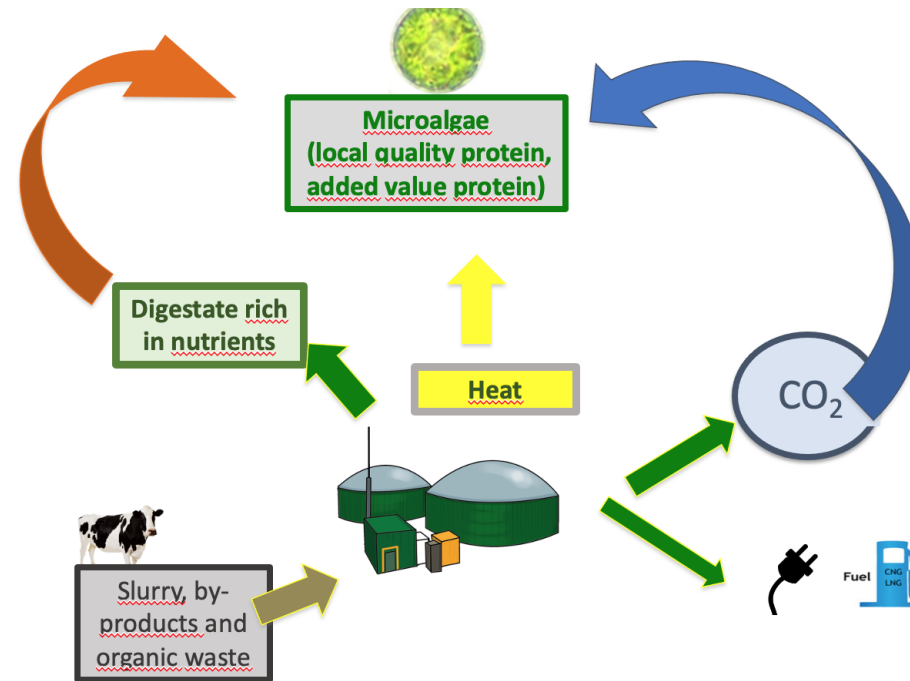
Azienda Agricola
Carrera S.S.

Azienda Agricola
Maracuja S.S.

La Gaia S.S.

<https://power-food.eu/>

Coltivazione Spirulina e Biogas: una sinergia da valorizzare“.



Impianti di biogas «elettrici »

Impianto da 1Mw

- Calore (non valorizzato): 3-4 Milioni di kWh_t/anno
- Azoto nel digestato : 50-70 ton/anno
- CO₂ 4 Milioni kg/anno

Perché spirulina



Vegan

High tech

Mercato di segmento
ad alto reddito

Attenzione alla
qualità e provenienza

Quale strategia di fronte ai numeri



Prezzo consumer : 400 euro kg

Prezzo di vendita bulk: 10-60 euro/kg

Costo di produzione...il calore fa la differenza

Pro e contro



- Elevate rese
- Produzione ad alto reddito
- Mercato in crescita
- Sviluppo iniziale della tecnologia (margine elevato)
- Enorme valorizzazione del calore (per la crescita e per l'essiccazione)
- Spirulina ha un ottimo di produzione a 30 °C, il calore del biogas consente l'estensione a tutto l'anno della produzione, con incrementi significativi

- Necessità di strutture
- Elevati consumi elettrici (1 kWh/kg per la fase di crescita,)
- Mancanza di esperienza e prodotti (approccio agronomico alla coltura)
- Rischi maggiori rispetto a colture tradizionali



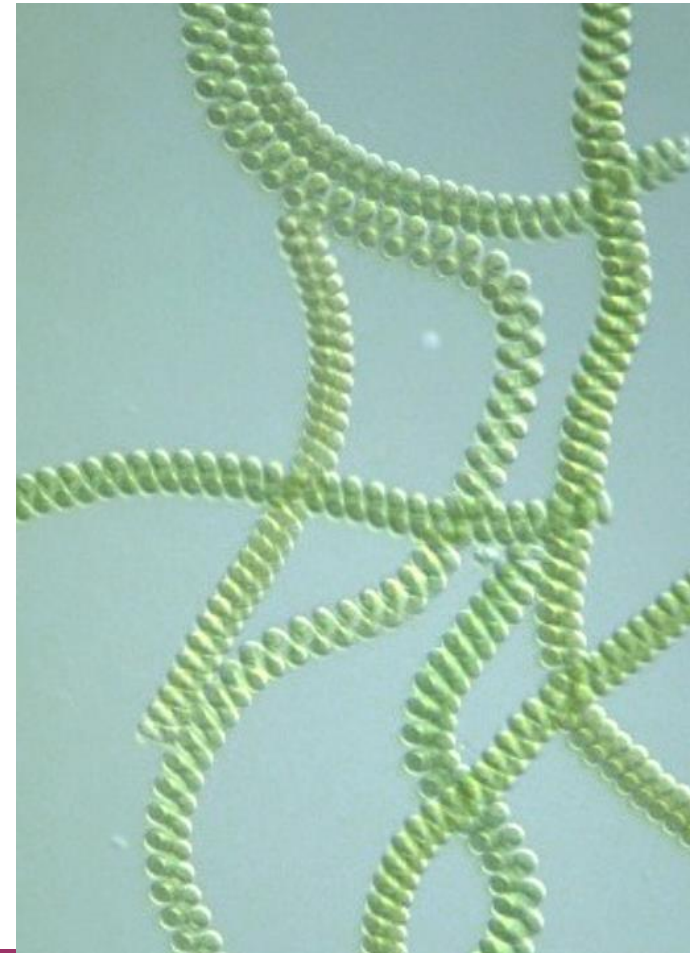
Spirulina

Spirulina genere "Arthrospira"

le specie più comunemente utilizzate per la produzione commerciale sono

"Arthrospira platensis" e "Arthrospira maxima".

Cianobatteri riconoscibili per la forma spiralata e il loro colore blu-verde, dovuto alla presenza di clorofilla e ficocianina.



Spirulina

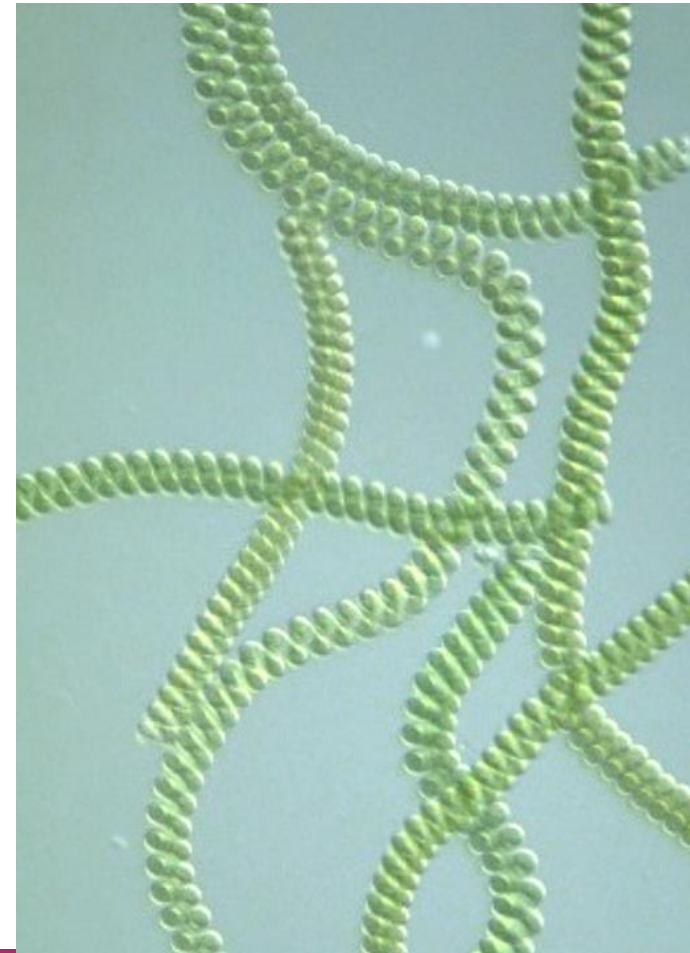
La spirulina è spesso etichettata come "superfood»

Proteine: il 50% e il 70% di proteine per peso secco, ottimo profilo amminoacidico (tutti gli amminoacidi essenziali).

Vitamine: Ricca di vitamine del gruppo B, vitamina E, e vitamina K.

Antiossidanti: I ficocianina, beta-carotene e clorofilla che hanno proprietà antiossidanti.

Acidi Grassi Essenziali: ottimo rapporto acidi grassi omega-3 e omega-6.



Spirulina

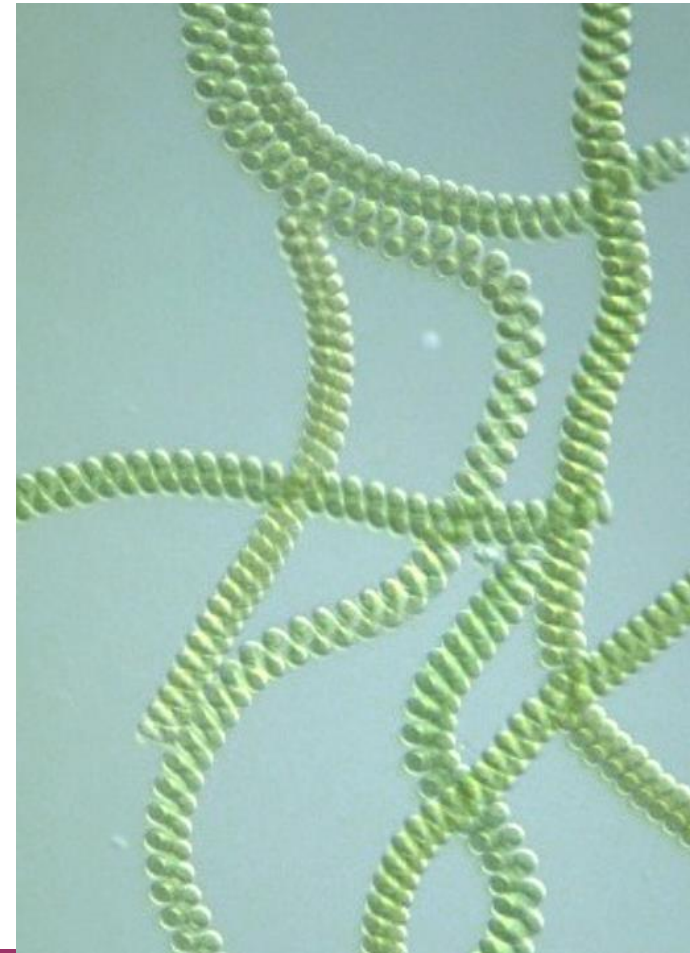
La spirulina è spesso etichettata come "superfood»

Proteine: il 50% e il 70% di proteine per peso secco, ottimo profilo amminoacidico (tutti gli amminoacidi essenziali).

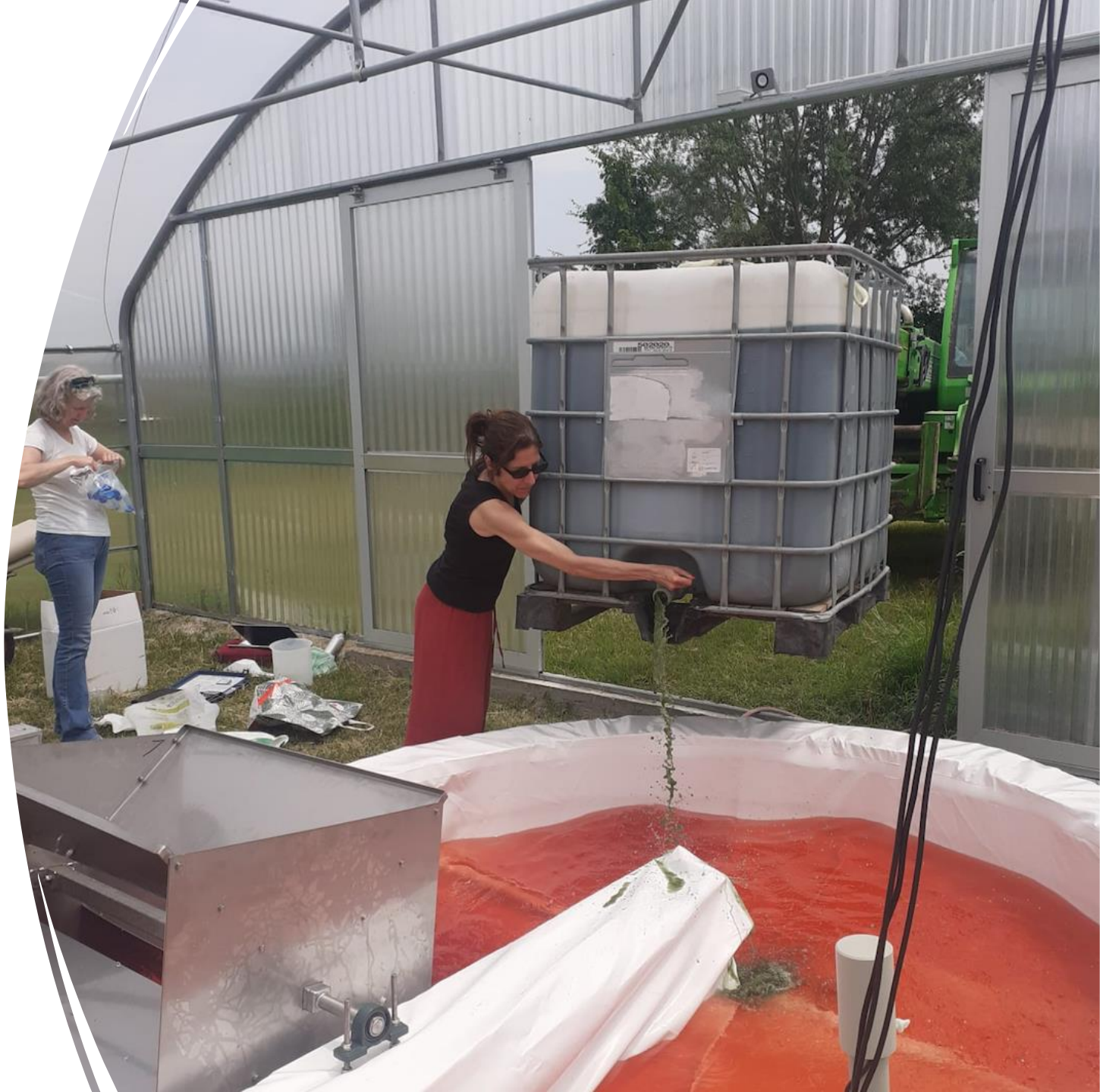
Vitamine: Ricca di vitamine del gruppo B, vitamina E, e vitamina K.

Antiossidanti: I ficocianina, beta-carotene e clorofilla che hanno proprietà antiossidanti.

Acidi Grassi Essenziali: ottimo rapporto acidi grassi omega-3 e omega-6.



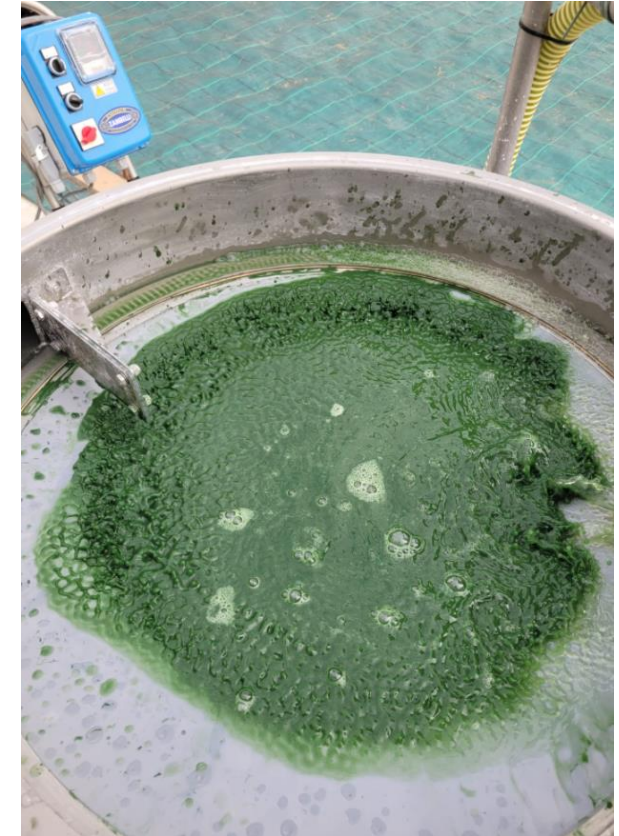
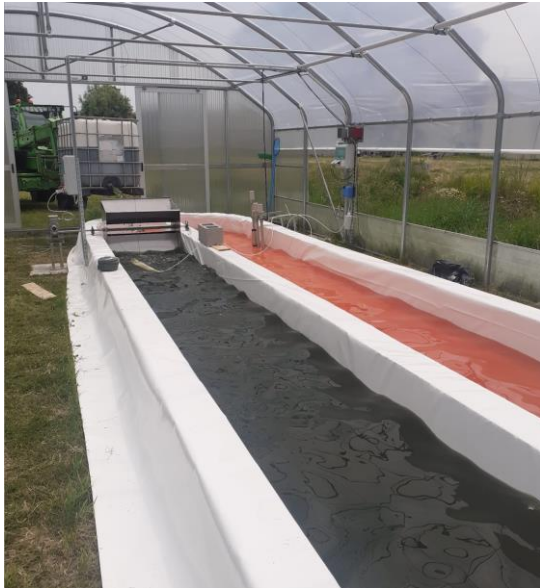
Prova sul campo in regione Piemonte



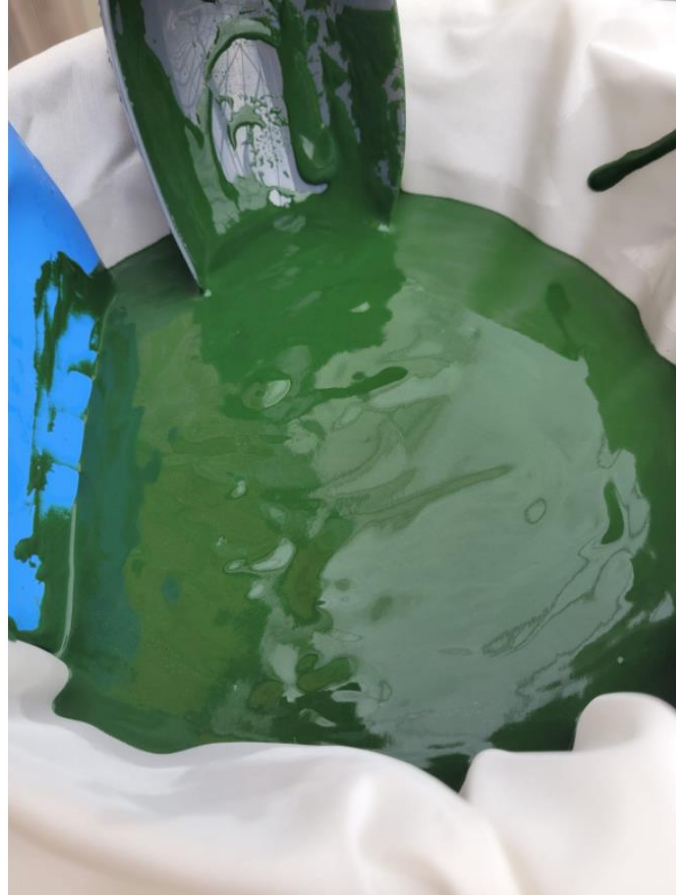
Impianto biogas

- AZIENDA AGRICOLA CARRERA S.S.
- Impianto biogas da 250 kWe
- Serra con vasca da 40 m² per la coltivazione di spirulina
- Sistema integrato di recupero del calore dal cogeneratore per il riscaldamento della coltura





Alcuni momenti: vagliatura e essiccamento



Prova sul campo in Regione Piemonte

Prima vasca da 40 m²

circa 6 m³ di volume

Produzioni registrate: 330 g/giorno (30 ton ss/ha)

Dilution rate: 0.20 -10

Monitoraggio dell'andamento della coltura

data	pH	Massima saturazione Ossigeno	Battente	OD	TS	Azoto
		%	m		gL-1	mgL-1
09/06/23	9.5	160	0.15	0.42	0.76	250
12/06/23	9.8	180	0.15	0.6	1.09	170
21/06/23	10.1	190	0.18	1.2	2.18	90
23/06/23	Problemi (sedimentazione)					
11/07/23	9.5	90	0.16	0.05	0.09	250
21/07/23	10.6	180	0.19	0.6	1.09	150
26/07/23	10.5	170	0.18	0.8	1.45	175
28/07/23	10.3	150	0.19	0.9	1.64	125
29/07/23	10.2	150	0.19	0.8	1.45	88
30/07/23	9.9	160	0.19	0.9	1.64	120
31/07/23	10.5	160	0.19	0.8	1.40	91

Monitoraggio della produzione

N totale della biomassa	Proteine	Lipidi	Ceneri	Carboidrati
(%ss)	(%ss)	(%ss)	(%ss)	(%ss)
8.9	39.3	4.1	7.1	50.5
9.3	41.3	3.8	7.0	46.0
10.9	46.6	6.0	7.4	42.0

Parametro	UM	valore	limite normativa/HACCP	Riferimento
Salmonella		ass	assente	CE 2073/2005 e CE 1881/2006
E coli	UFC/g	<10	<100	CE 2073/2005 e CE 1881/2007
Lieviti	UFC/g	<10		autocontrollo
Spore clostridi	UFC/g	<10		autocontrollo
coliformi	UFC/g	<10		autocontrollo
batteri lattici	UFC/g	<10		autocontrollo
microrganismi a 30°C	UFC/g	9200	100,000	autocontrollo

Alcuni
momenti
difficili



Realtà esistenti, valore della sinergia

Impianti di produzione di spirulina in Europa.

Attualmente la valorizzazione del calore proveniente dall'impianto di biogas (cogeneratore) è sfruttata solo in pochi impianti nell'areale padano.

Fabbisogno termico vasche (picco) 4-6 kWh/m² gg

Surplus termico impianto biogas (es 250KWe): 1800 kWh/gg

Voce di costo	Powerfood €/kg	Senza integrazione Biogas €/kg
Bicarbonato	3	3
Fertilizzanti	2	2
Energia elettrica	1-2	1-2
Calore (crescita ed essiccamento)	0	5-10
Lavoro	To be added	To be added



- Regolamenti cui fare riferimento per la coltivazione di microalghe

Regolamento UE n. 673 del 29 aprile 2016.

Con tale regolamento anche la spirulina (cianobatterio) è stata inclusa nella voce “alghe e microalghe” e compresa nel reg 834/07 e 889/08 relativo alla coltivazione biologica.

Decreto Legislativo 75, 21 maggio 2018, Testo unico in materia di coltivazione, raccolta e prima trasformazione delle piante officinali, ai sensi dell'articolo 5, della legge 28 luglio 2016, n. 154. (18G00100) ([GU Serie Generale n.144 del 23-06-2018](#))

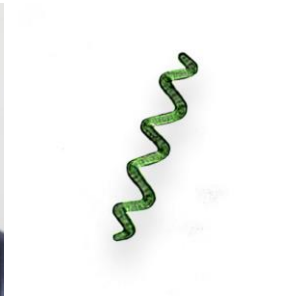
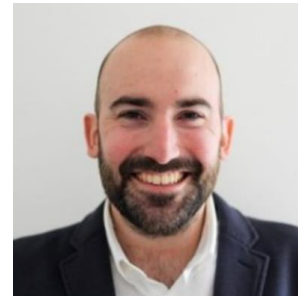
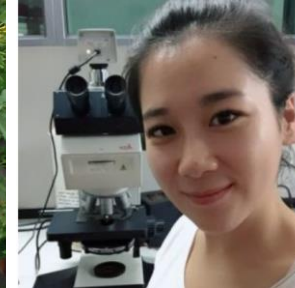
Regolamento CE 834/2007, RELATIVO ALLA PRODUZIONE BIOLOGICA E ALL'ETICHETTATURA DEI PRODOTTI BIOLOGICI. Tale regolamento ammette integrazioni di nutrienti esclusivamente appartenenti alle categorie elencate nell'allegato I **del Reg. 889/2008** (nessun fertilizzante nitrico è ammesso). Il nuovo regolamento EU sul biologico (Proposal Draft) potrebbe superare questo ostacolo ed includere il nitrato del Cile come fertilizzante solubile ammesso nella coltivazione di alghe biologiche.

- **Regolamenti per igiene e sicurezza**

Regolamento (CE) N. 178/2002: principi e i requisiti generali della legislazione alimentare,
Regolamento (CE) N. 852/2004 del 29 aprile 2004, sull'igiene dei prodotti alimentari, riferito principalmente al riconoscimento degli operatori del settore e ai principi del sistema HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points)

Regolamento (CE) n. 2073/2005 e CE 1441/07 sui criteri microbiologici applicabili ai prodotti alimentari
Regolamento (EC) No 1881/2006 per la concentrazione massima di alcuni inquinanti e metalli pesanti e tossine nei prodotti alimentari.

Grazie
dell'attenzione



Contatti

- Fabrizio.adani@unimi.it
- <https://sites.unimi.it/gruppo-ricicla/en/research-group/>
- Offices and Labs:
- DISAA – Dipartimento di Scienze agrarie e ambientali – Produzione, Territorio, Agroenergia
[Via Celoria, 2 – 20133 Milan](#)
- Tel: +39 02 503165.46 – 43
Fax: +39 02 50316521

