UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base



Corso di laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

a. a. 2012-2013

Produzione di biodiesel da biomasse algali

RELATORE

Ch.mo Prof.

Roberto Andreozzi

CORRELATRICE

Dott.ssa

Immacolata Gargano

CANDIDATA
Isadora Fonseca

518/539

NECESSITA' DELLE FONTI RINNOVABILI

 I consumi energetici della società moderna



Esaurimento dei giacimenti petroliferi



Aumento prezzi

Emissioni di CO₂
 in atmosfera



Surriscaldamento globale

 Tutela dell'ambiente



SVILUPPO DI NUOVE TECNOLOGIE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA

CHE COS'È LA BIOMASSA?



Col termine si indicano tutti quei materiali di origine organica che non hanno subito alcun processo di fossilizzazione e che sono utilizzabili per produrre energia.

Fra queste la biomassa di origine vegetale suscita particolare interesse



- RINNOVABILE
- NON INQUINANTE

IL BIODIESEL

è un combustibile alternativo per motori diesel, composto da una **miscela di esteri metilici di acidi grassi**, indicati con l'acronimo **FAME**



Prodotto attraverso la reazione di

TRANSESTERIFICAZIONE

DERIVA DAL TRATTAMENTO DI:

- OLI VEGETALI (colza, cocco, girasole, mais, palma, semi di soia)
- OLI RICAVATI DAL CONTENUTO LIPIDICO DELLE ALGHE

CONFRONTO TRA LE FONTI DEL BIODIESEL

In tabella (Chisti, 2007) si mostra la resa espressa in quantità di olio ricavata in media per ettaro da diverse colture, la relativa area richiesta (a) e la percentuale di area coltivata negli USA (a)

Coltura	Rendita di olio	Area richiesta	Percentuale di area coltivata
	(L/ha)	(milioni di ha)ª	esistente negli USA a
Mais	172	1540	846
Semi di soia	446	594	326
Canola	1190	223	122
Jatropha	1892	140	77
Noce di cocco	2689	99	54
Olio di palma	5950	45	24
Microalghe ^b	136900	2	1,1
Microalghe ^c	58700	4,5	2,5

^a Rispetto al 50% dell'intera quantità di carburante necessaria per il trasporto negli Stati Uniti

La coltivazione di microalghe richiede una superficie minore rispetto a quella necessaria per coltivare piante oleaginose

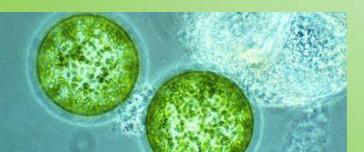
^b 70% di olio (in peso) presente nella biomassa

^c 30% di olio (in peso) presente nella biomassa

VANTAGGI DELLE MICROALGHE

- Organismi fotosintetici dalla rapida crescita
- Significativo accumulo di lipidi
- Buona efficienza di fissaggio della CO2
- Coltivabili su terreni altrimenti non sfruttabili ed in ambienti artificiali
- Coltivabili sia con acqua dolce che salata







- ✓ Non sono in competizione con le colture alimentari né con le risorse idriche
- ✓ Riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera
- ✓ Produttività maggiore rispetto alle piante oleaginose

SCOPO DELLA TESI

La seguente tesi si inserisce in un filone di ricerca di sistemi e tecnologie che mirano a sviluppare un biocombustibile rinnovabile, mediante trasformazione chimica dei lipidi contenuti nelle microalghe.

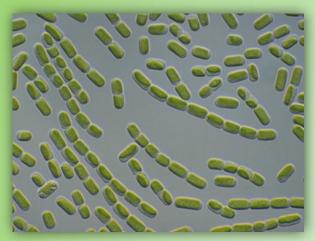
Poiché in passato sono state esaminate diverse specie algali valutando la produzione di biodiesel secondo differenti metodologie



In questo studio si è estesa la sperimentazione ad altri ceppi, applicando gli stessi metodi, al fine di ottimizzare ulteriormente il processo produttivo del biodiesel da microalghe

SPECIE ALGALI SOTTOPOSTE A SPERIMENTAZIONE

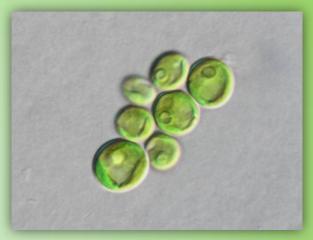
Prelevate dalla collezione ACUF del dipartimento di Scienze Biologiche dell'Università Federico II



Stichococcus bacillaris



Mesotaenium caldariorum



Scenedesmus vacuolatus



Chlamydomonas reinhardtii

METODI DI PRODUZIONE

Gli esteri metilici di acidi grassi possono essere prodotti dalla biomassa algale con due metodi alternativi:

Estrazione dei lipidi con il Soxhlet seguita da transesterificazione

Transesterificazione diretta

In questo studio sono stati applicati entrambi i metodi.

Le sperimentazioni sono state condotte sia con **CATALISI BASICA** che con **CATALISI ACIDA** per ricercare il protocollo migliore per ottenere il biodiesel da ciascun ceppo algale.

VARIABILI INDAGATE

Temperatura di reazione

Tempo di reazione

Concentrazione del catalizzatore

TRANSESTERIFICAZIONE CONVENZIONALE

SI ARTICOLA IN DUE FASI:

1. Estrazione dei lipidi dalla biomassa algale

Si esegue attraverso l'estrattore Soxhlet che è un apparato sperimentale in Pyrex costituito da tre componenti sovrapposti.

Il solvente nel pallone è portato ad ebollizione con una piastra, i suoi vapori raggiungono il condensatore, gocciolano sulla biomassa liofilizzata ed estraggono le sostanze organiche



Lipidi estratti (%) =
$$\frac{Peso\ lipidi}{Peso\ biomassa} \times 100$$

2. Transesterificazione

TRANSESTERIFICAZIONE DIRETTA

Si realizza per conversione diretta dei trigliceridi in esteri metilici degli acidi grassi tramite l'alcol in presenza di un catalizzatore



CATALISI BASICA:

- 0,1 g biomassa liofilizzata +
- 10 ml soluzione alcalina di metanolo



CATALISI ACIDA:

- 0,1 g biomassa liofilizzata +
- 0,6 ml acido solforico
- 4 ml metanolo
- 3,4 ml cloroformio



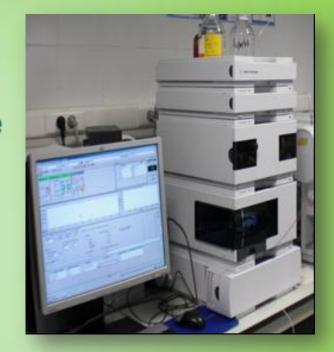
VANTAGGI

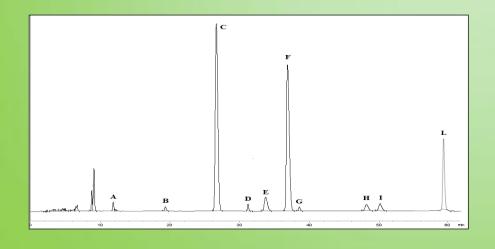
- Diminuzione dei tempi di processo
- Riduzione costi di natura essenzialmente energetica

ANALISI DEI FAMES

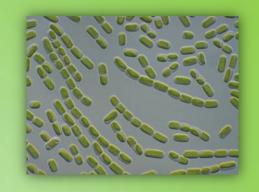
Al termine di ogni esperimento si effettua un'analisi qualitativa e quantitativa dei FAMEs tramite cromatografia liquida ad alta pressione

- Fase solida: colonna Synergi 4uMAX-RP 80A (250*4.6mm 4micron)
- Fase mobile: miscela di acetonitrile e acqua





Lo strumento ci restituisce un cromatogramma, in cui ad ogni picco corrisponde un particolare estere metilico

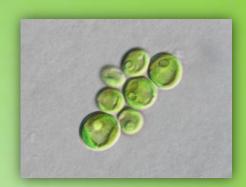


Stichococcus bacillaris

	60°C	90°C
RESA DI <i>FAME</i> %	3min	(CHCl ₃ +H ₂ SO ₄ +MeOH)
	1.5%NaOH	40min
estrazione soxhlet e	5.05%	
catalisi basica		
estrazione soxhlet e		6.34%
catalisi acida		
transesterificazione	15%	
diretta basica	20,0	
transesterificazione		2.68%
diretta acida		



Condizioni operative ottimizzate



Scenedesmus vacuolatus

	60°C	70°C	90°C	90°C	90°C
RESA DI <i>FAME</i> %	3min	10min	(CHCl3+H2SO4	(CHCl3+H2SO4+	(CHCl3+H2SO4
	1.5%NaOH	3.5%NaOH	+MeOH) 40min	MeOH) 20min	+MeOH) 80min
estrazione soxhlet e	6.28%				
catalisi basica					
estrazione soxhlet e			0.48%		
catalisi acida					
transesterificazione	5.85%	6.08%			
diretta basica		0.0070			
transesterificazione			2.54%	0.51%	2.32%
diretta acida					





Mesotaenium caldariorum

	60°C	70°C	40 min
RESA DI <i>FAME</i> %	3min	10min	(CH ₃ Cl+H ₂ SO ₄ +MeOH)
	1.5%NaOH	3.5%NaOH	90°C
estrazione soxhlet e	5.84%		
catalisi basica			
estrazione soxhlet e			0.38%
catalisi acida			
transesterificazione	5.56%	2.92%	
diretta basica			
transesterificazione			6.74%
diretta acida			



Chlamydomonas Reinharditii

	60°C	70°C	40min
RESA DI <i>FAME</i> %	3min	10min	(CH ₃ Cl+H ₂ SO ₄ +MeOH)
	1.5%NaOH	3.5%NaOH	90°C
estrazione soxhlet e	1.69%		
catalisi basica			
estrazione soxhlet e			2.42%
catalisi acida			
transesterificazione	3.24%	1.81%	
diretta basica			
transesterificazione			1.55%
diretta acida			

CONCLUSIONI

❖ Per tutte le specie algali, sottoposte a sperimentazione, eccetto che per Stichococcus, non si sono evidenziate sostanziali differenze tra le due metodologie (transesterificazione convenzionale e transesterificazione diretta), in termini di resa in esteri metilici prodotti

La produzione di FAME mediante transesterificazione, in linea di massima, è risultata essere maggiore nel caso in cui essa venga eseguita con catalisi basica piuttosto che con catalisi acida

CONCLUSIONI

❖ Dall'applicazione delle condizioni operative ottimali trovate per il ceppo Scenedesmus alle specie di Mesotaenium e Chlamydomonas, si è osservata in entrambi i casi una riduzione di resa in FAME



Diversa struttura della parete cellulare

❖ Nonostante in letteratura sia riportato di alghe con contenuto lipidico molto elevato (80%), dalle nostre ricerche bibliografiche non è mai stata ritrovata una microalga avente composizione lipidica così elevata, al massimo è stata riscontrata una percentuale di lipidi del 35%.

Grazie per l'attenzione :)