

**Materie prime per la  
produzione di  
biodiesel**

## FORNITORE DI OLI

Gli oli derivanti da piante e da alghe sono le fonti principali per la produzione di biodiesel dato il loro diretto uso dell'energia solare.

Le fonti animali e fungine sono altrettanto importanti, ma derivano la loro energia da altre fonti di carbonio e quindi sono in secondo piano per la produzione di biodiesel.

Source	Oil content	Iodine value <sup>4</sup> (oil)	Cetane index (esters)	Palmitic 16:0	Palmitoleic 16:1	Stearic 18:0	Oleic 18:1	Linoleic 18:2	Linolenic 18:3
<b>Vegetable-based oils</b>									
Rape (canola) oil <sup>6</sup>	30	98	55	3.5	–	0.9	64.4	22.3	8.2
Olive oil <sup>6</sup>	20	81	60	9.2	0.8	3.4	80.4	4.5	0.6
Sunflower oil <sup>6</sup>	47	125	52	6.0	–	4.2	18.7	69.3	–
Safflower oil <sup>6</sup>	60			5.2	–	2.2	76.3	16.2	–
Soybean oil <sup>6</sup>	18	130	53	10.6	–	4.8	22.5	52.3	8.2
Palm oil <sup>6</sup>	35	54	65	47.9	–	4.2	37.0	9.1	0.3
Cottonseed oil <sup>26</sup>	40	105	55	28.7	–	0.9	13.0	57.4	–
Poppyseed oil <sup>26</sup>	–	–	–	12.6	0.1	4.0	22.3	60.2	0.5
Sesameseed oil <sup>26</sup>	49	–	–	13.1	–	3.9	52.8	30.2	–
Linseed (flax) oil <sup>26</sup>	35	178	–	5.1	0.3	2.5	18.9	18.1	55.1
Wheat grain oil <sup>26</sup>	11	–	–	20.6	1.0	1.1	16.6	56.0	2.9
Corn oil <sup>26</sup>	–	120	53	11.8	–	2.0	24.8	61.3	–
Castor oil <sup>26</sup>	–	85	–	1.1	–	3.1	4.9	1.3	–
Laurel leaf oil <sup>26</sup>	–	–	–	25.9	0.3	3.1	10.8	11.3	17.6
Peanut oil <sup>26</sup>	48	93	–	11.4		2.4	48.3	32.0	0.9
Hazelnut oil <sup>26</sup>	62	–	–	4.9	0.2	2.6	83.6	8.5	0.2

Walnut oil <sup>26</sup>	60	–	–	7.2	0.2	1.9	18.5	56.0	16.2
Almond oil <sup>26</sup>	54	–	–	6.5	0.5	1.4	70.7	20.0	–
Coconut oil <sup>26</sup>	35	10	70	9.7	0.1	3.0	6.9	2.2	–
<i>Jatropha curcas</i> <sup>98</sup>		185	–	13.3	1.0	4.9	32.0	45.0	0.2
Hempseed oil <sup>99</sup>	35	–	–	6.0	–	2.0	12	60	20.0
Rice bran oil <sup>100</sup>	10	–	–	21.5	–	2.9	38.4	34.4	2.2
Camelina oil <sup>26</sup>		155	–	5.4	–	2.6	14.3	14.3	38.4
Seashore Mallow <sup>101</sup>	22	102	–	24.1	0.6	1.0	13.7	55.2	0.8
Evening primrose <sup>99</sup>	17	–	–	6.0	–	2.0	11.0	81.0	
Pumpkin seed <sup>99</sup>	47	–	–	9.0	–	–	34.0	50.0	8.0
<b>Animal-based oils</b>									
Poultry fat <sup>6</sup>	–	–	–	22.2	8.4	5.1	42.3	19.3	1.0
Lard <sup>6</sup>	–	65	65	17.3	1.9	15.6	42.5	9.2	0.4
Tallow <sup>6</sup>	–	50	75	28.4	–	14.8	44.6	2.7	–
<b>Waste oils</b>									
Yellow grease <sup>6</sup>	–	–	–	23.2	3.8	13.0	44.3	7.0	0.7
Brown grease <sup>6</sup>	–	–	–	22.8	3.1	12.5	42.4	12.1	0.8
Brown grease ME <sup>6</sup>	–	–	–		23.0	12.9	42.5	11.6	0.8
White grease <sup>6</sup>	–	–	–	23.3	3.5	11.0	47.1	11.0	1.0

Typical Oil Content and Fatty Acid Compositions (% by wt of Total Lipids) of Plant and Animal Oils. Cetane and Iodine Values are also Reported

## composizione di oli delle più importanti fonti vegetali ed animali

Le fonti primarie per il biodiesel sono la soia, la colza (rape o canola) e l'olio di palma.

Gli oli di alga sono un'altra potenziale fonte di olio in quanto possono produrre 10.000 gal/acro/anno

## Oli di piante

Molte piante hanno un profilo di esteri di acidi grassi promettente producono valori di cetano vicino a 60.

La pianta che viene maggiormente utilizzata per la produzione di olio è la colza (*canola*) che ha una resa in olio di 127gal/acro/anno.



I semi soia sono prodotti per il loro alto contenuto di proteine e lipidi ed essendo legumi hanno il vantaggio di introdurre azoto nel terreno rendendo queste piante più sostenibili che le grandi consumatrici di azoto.

Per l'alto valore dei prodotti e per l'efficace rotazione sui campi la soia è usata largamente per la produzione di olio alimentare e quindi biodiesel.

Negli Stati Uniti è l'olio più usato nella produzione di biodiesel anche se le sue rese sono solo di 50 gal/acro/anno.

<b>Oil source</b>	<b>Production (gal/acre/yr)</b>	<b>Land area* (M acre)</b>	<b>Percent of U.S. cropping area*</b>
Microalgae	6280	10	2
Chinese Tallow tree	700	85	20
Palm oil	635	94	22
Coconut oil	287	209	50
Jatropha	202	297	71
Castor oil	151	397	95
Olive oil	129	465	111
Rapeseed oil	127	472	112
Poppy seed oil	124	484	115
Peanut oil	113	531	126
Sunflower oil	102	588	140
Tung oil tree	100	600	143
Rice bran oil	88	682	162
Safflower oil	83	723	172
Sesame seed oil	74	811	193
Linseed (flax) oil	51	1176	280
Hazelnut oil	51	1176	280
Soybean oil	48	1250	298
Hempseed oil	39	1538	366
Cottonseed oil	35	1714	408
Kenaf	29	2069	493
Corn oil	18	3333	794

\*To displace all petroleum transport fuel needs in the United States.

Production of Oil from Plant Sources, Land Area, and Percent Cropping Area Required to Displace Transportation Fuel in the United States in Biodiesel Equivalents

Nella tabella sono riportate

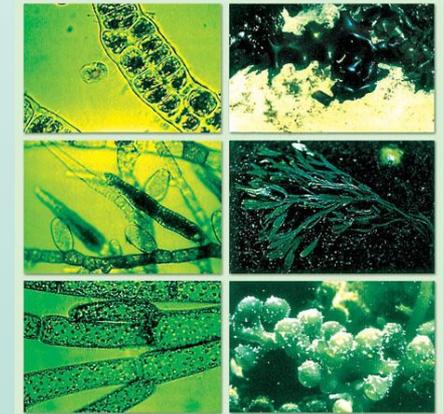
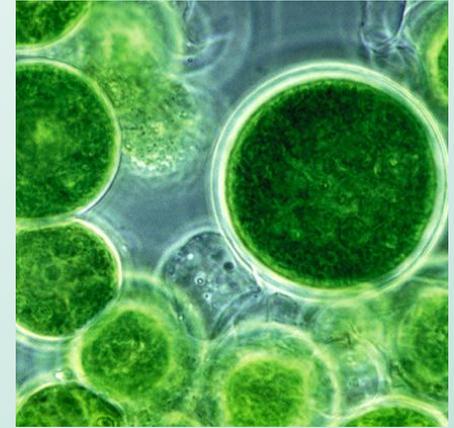
le produzioni di olio delle varie piante, l'area che servirebbe per rimpiazzare tutto il consumo di diesel negli Stati Uniti e la percentuale occupata rispetto alle aree coltivabili esistenti



La palma → 22% dell'area coltivabile in America.

↓  
Negli Stati Uniti

- sono state bruciate le foreste pluviali per piantarla creando uno delle più grandi emissioni di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera.
- potrebbero attecchire solo in Florida e nelle isole rendendo non realistico il suo impiego.



## Le microalghe

- produzione di 30-50% di olio sul loro peso
- richiedono il 2% dell'area coltivabile
- richiede una quantità di acqua di molto inferiore a tutte le colture

potrebbero essere la scelta per la sostituzione del petroldiesel negli Stati Uniti.



Microbial-based oils	Oil content (% dw)	Lauric 14:0	Palmitic 16:0	16:1	18:0	Oleic 18:1	Linoleic 18:2	Linolenic 18:3	ArA 20:4 ω-6	EpA 20:5 ω-3	DhA 22:6 ω-3
<i>Mortierella alpina</i> 1S-4 <sup>126</sup>	56	2.4	15.0	–	2.3	10.0	7.2	4.0	40.3	–	–
<i>Mortierella elongata</i> <sup>118,128</sup>	43	–	9.4	–	3.5	50.9	8.2	3.5	16.5	–	–
<i>Mucor circinelloides</i> <sup>127</sup>	20	–	23	1	–	40	11	16	–	–	–
<i>Penicillium spinulosum</i> <sup>127</sup>	64	–	18	–	12	12	43	21	–	–	–
<i>Pythium irregulare</i> <sup>118,138</sup>	43	16.8	18.6	4.1	2.8	17.3	16.0	1.2	8.2	10.5	–
<i>Rhizopus arrhizus</i> <sup>127</sup>	57	–	–	–	6	–	–	–	–	–	–
<b>Yeast</b>											
<i>Cryptococcus albidus</i> <sup>127</sup>	65	–	12.0	1.0	3	73.0	12.0	–	–	–	–
<i>Lipomyces starkeyi</i> <sup>127</sup>	63	–	34	6	5	51	3	–	–	–	–
<i>Rhodotorula glutinis</i> <sup>127</sup>	72	–	37	1	3	47	8	–	–	–	–
<i>Trichosporon pullulans</i> <sup>127</sup>	65	–	15	–	2	57	24	1	–	–	–
<i>Nitzschia closterium</i> <sup>125</sup>	21	17.1	30.7	0.3	–	0.9	1.9	7.1	2.3	0.2	–
<i>Nitzschia laevis</i> <sup>2,116</sup>	46	–	15.4	43.9	1.3	7.9	5.0	0.8	3.7	11.9	–
<i>Nitzschia cf. ovalis</i> <sup>2,117</sup>	46	–	18.8	28.2	–	0.7	0.2	0.4	2.6	24.0	4.0
<i>Nitzschia paleacea</i> <sup>118</sup>	20	11.5	29.5	1.3	–	1.2	0.8	18.1	1.2	0.6	–
<i>Pavlova lutheri</i> <sup>121</sup>	15	–	26	26.0	0.4	3.0	2.0	0.6	–	15.5	7.5
<i>Phaeodactylum tricornutum</i> <sup>111</sup>	25	5.9	14.5	8.8	0.3	0.7	0.8	2.7	3.2	24.3	1.0
<i>Schizochytrium</i> spp. <sup>2,123,124</sup>	77	4.0	55.0	–	–	1.0	–	–	13.0	–	30.0
<i>Spirulina platensis</i> <sup>115</sup>	10	–	35.8	0.9	–	5.0	16.3	18.2	–	–	–
<i>Tetraselmis</i> spp. <sup>2,117</sup>	18	–	17.5	3.3	1.2	17.9	6.0	17.0	1.3	4.2	–
<i>Tetraselmis sueica</i> <sup>110</sup>	19	–	20.3	2.7	1.2	12.4	13.8	11.8	1.8	4.3	–
<i>Thalassiosira</i> spp. <sup>117</sup>	–	–	20.7	42.0	–	0.7	1.8	1.5	0.2	11.3	0.8
<b>Filamentous fungi</b>											
<i>Aspergillus terreus</i> <sup>127</sup>	57	2	23	–	–	14	40	21	–	–	–
<i>Cunninghamella japonica</i> <sup>127</sup>	60	–	16	–	14	48	4	8	–	–	–

Typical Oil Content and Fatty Acid Content in Oils from Microbial Sources

Queste specie producono i tipici acidi grassi delle piante superiori ma anche acidi grassi polinsaturi a lunga catena (LC-PUFA) importanti nel metabolismo degli animali (sviluppo delle cellule del cervello).

**Le alghe sono in grado di abitare negli ambienti più diversi in presenza di acqua e di micronutrienti.**

**Questa versatilità è molto importante nella produzione di oli e di biodiesel.**

**I tre prevalenti gruppi di alghe adatte alla produzione di biodiesel sono:**

- **Diatomee (Bacillariophyceae) con più di 100.000 specie che costituiscono la maggior parte del fitoplancton in acque salate e salmastre.**
- **Alghe verdi (Chlorophyceae) comuni in molti sistemi ad acqua corrente**
- **Alghe blu-verdi (Cyanophyceae) che sono batteri che contengono cloroplasti e sono importanti per fissare azoto nei sistemi acquatici**
- **Alghe dorate (Chrysophyceae) con 1000 specie conosciute capaci di immagazzinare carbonio come olio e complessi carboidrati**

*Dunaliella salina*

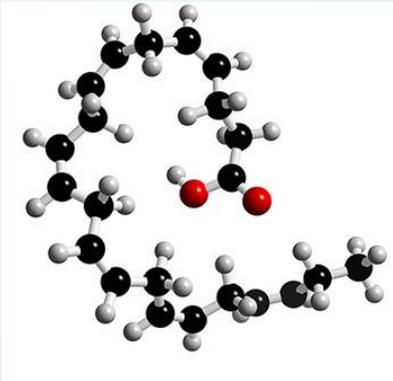


- crescere in ambiente con grandi quantità di sale
- produce grandi quantità di acidi grassi C<sub>18</sub> insaturi.

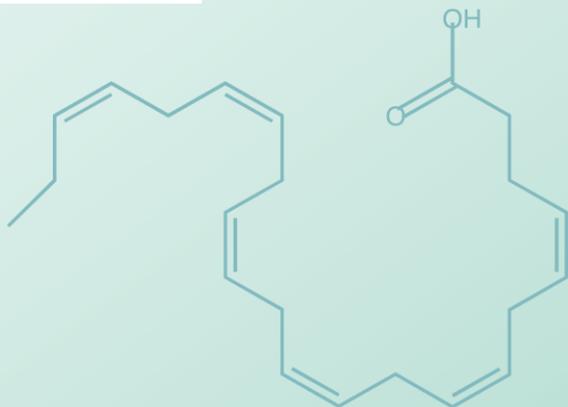
*Chrythecodium cohnii*



è una delle maggiori fonti di oli prodotti da organismi monocellulari (SCO, single-cell oil).



ad oggi è l'unica fonte di SCO contenente grandi quantità di **acido docosaesaenoico (DHA)**, circa il 60% degli acidi grassi, usato nell'alimentazione infantile.



**Le alghe sono adatte alla produzione di biocarburanti poiché:**

- **Hanno un'alta efficienza fotosintetica,**
- **hanno una grande produzione di biomassa ed elevata velocità di crescita.**
- **Possono crescere in condizioni autotrofiche utilizzando il sole come fonte di l'energia ed anidride carbonica come fonte di carbonio, anche se alcune crescono anche in condizioni eterotrofiche usando forme ridotte di carbonio**

**L'accumulo di oli nel microrganismo è influenzato dal tipico rapporto C/N: quando l'azoto cala si ha una produzione accelerata di TAG.**

**La temperatura ha un effetto importante sulla composizione degli acidi grassi: basse temperature permettono l'accumulo di acidi grassi polinsaturi con una crescita totale più bassa che compromette il maggiore accumulo di lipidi.**

# Impianti industriali per microalghe

**Gli operano in condizioni fed-batch:**

- **il primo stadio è concentrato su alta produzione di biomassa senza limitazioni di azoto esuccessivamente limitando l'azoto si accumulano oli.**
- **la saturazione fotosintetica è importante per la produzione di oli. Se la quantità di luce è insufficiente si ha foto inibizione con scarsa crescita.**

# Riassumendo...

## Fonti di oli per produzione biodiesel:

### ➤ Fonti animali

SCONSIGLIATE

### ➤ Fonti vegetali

Colture dedicate ➤ Colza

➤ Soia

➤ Palma

Microalghe

➤ efficienza fotosintetica,

➤ grande produzione di  
biomassa

➤ possono crescere in  
condizioni autotrofiche