

Neue Lebensmittel durch den Einsatz von Mikroalgen?

V. Looser¹, J. Sych², C. Meier¹, F. Bumbak¹, M. Egli³ und K. Kovar¹

¹Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Institut für Biotechnologie (IBT), Grüental, 8820 Wädenswil, Kontakt: karin.kovar@zhaw.ch

²Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), Institut für Lebensmittel- und Getränkeinnovation (ILGI), Grüental, 8820 Wädenswil

³Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH), Weltraumbiologie, Technoparkstrasse 1, 8005 Zürich, Kontakt: marcel.egli@spacebiol.ethz.ch

Zürich University
of Applied Sciences



Life Sciences and
Facility Management



Mikroalgen (Abb. 1) sind ein effizient herstellbarer Rohstoff (Abb. 2), der aufgrund seiner vielseitigen Zusammensetzung (Abb. 3, 4) als Zusatz in traditionellen Nahrungsmitteln oder als hochwertiger Ersatz (anstelle synthetischer oder unvorteilhafter Stoffe) verarbeitet werden kann. Im europäischen Raum werden einzellige Algen vor allem in Tablettenform oder als aufwendig aufgearbeitete Lebensmittelzusätze (z.B. DHA) angeboten.

Der breite Einsatz von Algenbiomasse unter Beibehaltung des Nährwertprofils (inkl. mehrfach ungesättigter Fettsäuren, Vitamine, Antioxidantien, komplexer Polysaccharide) mit verbesserten digestiven und sensorischen Eigenschaften liegt im Trend der gesundheitsbewussten Ernährung. Da sich der Fettgehalt (sowie der Anteil einzelner Fettsäuren) in Abhängigkeit von den Kultivierungsbedingungen ändert, bietet das vertiefte physiologische Verständnis die Möglichkeit, gezielt Biomasse mit einer bestimmten, reproduzierbaren Zusammensetzung effizient herzustellen.

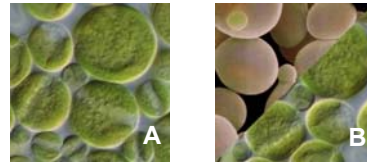


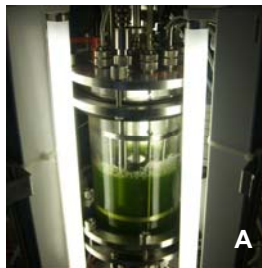
Abbildung 1 – Einzellige Grünalgen *Chlorella sp.*

Die Gattung *Chlorella* beschreibt eine Gruppe von rund 30 Algenspezies, die vor allem im Süßwasser und selten auch im Meerwasser vorkommen (Kessler, 1992).

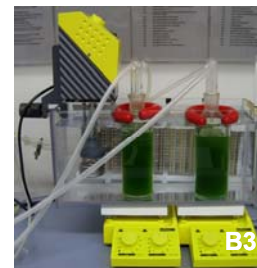
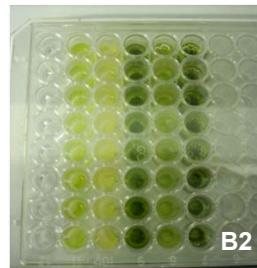
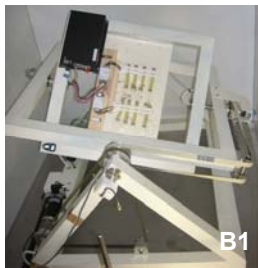
A – *Chlorella sp.* kann sowohl autotroph (mit CO₂ als Kohlenstoff- und Licht als Energiequelle) als auch heterotroph (mit einer organischen Kohlenstoff- und Energiequelle) wachsen.

B – Mit dem Einsatz von Mischkulturen kann sowohl die Produktivität gesteigert sowie der Nährwert des Endproduktes verbessert werden (Croft *et al.*, 2005; Keshtacher-Liebso *et al.*, 1995).

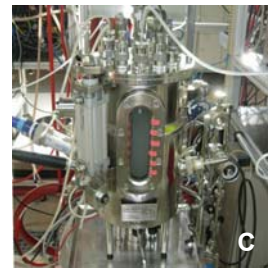
Produktion



Screening



Produktion



autotroph (CO₂ + Licht)

heterotroph (organische C-Quelle)

Abbildung 2 – Kultivierungssysteme für physiologische Untersuchungen

Die industrielle Biotechnologie liefert wichtiges, technologisches Wissen für die Herstellung der Biomasse:

- zur Qualifizierung der Zellen und des Fettgehaltes mittels Durchflusszytometrie,
- zu mehrfach nährstofflimitierten und Co-Kultivierungstechniken,
- zur Hochdurchsatz-Screeningsystemen und Skalierungsmöglichkeiten.

A – Photobioreaktor zur photosynthetischen Biomasseherstellung

B – Einrichtungen zum Screening von Medienzusammensetzungen und Stämmen: (1) unter schwerelosen Bedingungen, (2) im Mikrolitermassstab, (3) mit CO₂-Anreicherung

C – Bioreaktor zur Herstellung von Hochzelldichtekulturen

Für Ernährung...

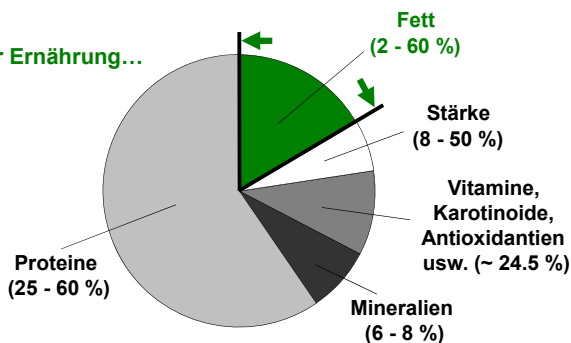


Abbildung 3 – Molekulare Zusammensetzung von *Chlorella vulgaris* Biomasse

Beispiel aus Tokusoglu und Ünal (2003): Fett (13 %), Proteine (48 %), Kohlenhydrate (8 %), Mineralien (6 %), Fraktion bestehend aus Vitaminen, Karotinoiden, Antioxidantien und weiteren organischen Verbindungen (insgesamt 24.5 %). Die Fettfraktion mit einem hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren kann auf bis zu 58 % erhöht werden (Roessler, 2008). Die Lipid-Fraktion von *Chlorella vulgaris* besteht zu 29 % aus ω-3 und zu 10 % aus ω-6 Fettsäuren (Tokusoglu und Ünal, 2003).

Für Kultivierung...

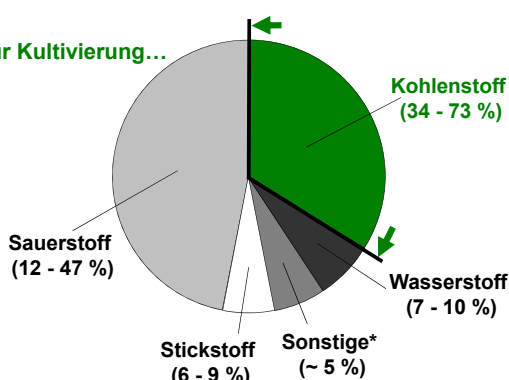


Abbildung 4 – Elementare Zusammensetzung der Algenbiomasse

*Fraktion besteht vorwiegend aus Phosphor (1 - 2 %), Kalium (0.9 - 1.6 %), Magnesium (0.36 - 0.80 %) und Schwefel (0.28 - 0.39 %), Mandalam and Palsson (1998).

Die elementare Zusammensetzung mariner Mikroalgen wird traditionell gemäss Redfield (1934) als weitgehend konstant betrachtet: Kohlenstoff (34 %), Wasserstoff (7 %), Sauerstoff (47 %) und Stickstoff (6 %). Mittlerweile ist jedoch bekannt, dass das Verhältnis der Elemente über weite Bereiche variabel ist (Arrigo, 2005).

Für die Anwendung in Lebensmitteln relevante interdisziplinäre Fragestellungen:

Biotechnologie und Physiologie

- Wie wird Algenbiomasse mit reproduzierbarer Zusammensetzung und optimalem Nährstoffgehalt effizient hergestellt?
- Welchen Einfluss haben organische Kohlenstoffquellen oder Kohlenstoffdioxid unterschiedlichen Ursprungs auf die Zusammensetzung der Algenbiomasse?
- Welchen Einfluss hat die Schwerelosigkeit auf den Metabolismus und das Wachstum?
- Welche mikrobiellen Spezies haben einen positiven Einfluss auf das Wachstum von Algen in Co-Kultur?

Aufarbeitung

- Welche Charakteristiken der Algen-Biomasse müssen verbessert werden um die Akzeptanz als/in Lebensmittel zu erhöhen (z.B. Sicherheit, Farbe, Geschmack, Aroma, Verdaubarkeit)?
- Hat Algenbiomasse unterschiedlicher Herkunft (d.h. hergestellt mit unterschiedlichen Substraten) veränderte sensorische Eigenschaften und somit eine vereinfachte Aufarbeitung?

Formulierung

- Welche Formulierungen eignen sich zur Beimischung von Algenbiomasse in traditionelle Lebensmittel?
- Wie aufwendig darf eine Aufarbeitung für die Lebensmittelproduktion während einer Weltraummission sein?

Anwendungen und Umweltrelevanz

- Welche zusätzlichen Effekte bringt die Beigabe von Algenbiomasse in traditionelle Lebensmittel?
- Können in der Lebensmittelindustrie anfallende Nebenprodukte umweltfreundlich zur Produktion von Algenbiomasse verwertet und somit die Kreisläufe des Kohlenstoff und anderer Elemente teils geschlossen werden?

Arrigo, K. R. 2005. Marine microorganisms and global nutrient cycles. *Nature* 437: 349-355.

Croft, M. T., A. D. Lawrence, E. Raux-Deery, M. J. Warren, and A. G. Smith. 2005. Algae acquire vitamin B12 through a symbiotic relationship with bacteria. *Nature* 438:90-3.

Mandalam, R.K. and B.Ø. Palsson. 1998. Elemental balancing of biomass and medium composition enhances growth capacity in high-density *Chlorella vulgaris* cultures. *Biotechnology and Bioengineering*. 59: 605-611.

Keshtacher-Liebso, E., Y. Hadar, and Y. Chen. 1995. Oligotrophic Bacteria Enhance Algal Growth under Iron-Deficient Conditions. *Appl Environ Microbiol* 61:2439-2441.

Kessler, E. 1992. *Chlorella* - Biochemische Taxonomie einer für Forschung und Biotechnologie wichtigen Gattung einzelliger Grünalgen. *Naturwissenschaften*. 79: 260-265.

Redfield A.C. 1934. On the proportions of organic derivations in sea water and their relation to the composition of plankton. In James Johnstone Memorial Volume. University Press of Liverpool, pp. 177-192, 1934.

Roessler P. 2008. Harnessing carbon metabolism in photosynthetic microbes for biofuel production. Präsentation am 2. Bundes-Algen-Stammtisch, 2008, Hamburg.

Tokusoglu O. and M.K. Ünal. 2003. Biomass nutrient profiles of three microalgae: *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris*, and *Isochrysis galbana*. *Journal of Food Science*. 69: 1144-1148.