

Eignen sich Gärreste zur Kultivierung von Mikroalgen?

A. Ratjen* und J. Gerendás

Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Universität Kiel, 24098 Kiel

* Aktuelle Adresse: Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universität Kiel, 24098 Kiel

C | A | U

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Agrar- und ernährungswissenschaftliche Fakultät

Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde

Einleitung

Die Qualität von Biogas wird ganz wesentlich durch die CO_2 -Konzentration bestimmt, welche etwa 40% beträgt. Neben physikalischen und chemischen Verfahren zur Minderung der CO_2 -Konzentration bietet sich die photosynthetische Nutzung durch Algen an, zumal diese auch wirtschaftlich interessante Inhaltsstoffe aufweisen können. Es ist daher naheliegend die Gärreste aus Biogasanlagen zur Algenkultur einzusetzen (Fig. 1). Mögliche Vorteile der Nutzung von Gärresten zur Herstellung von Nährmedium sind neben der Kostensparnis insbesondere in der hohen pH-Pufferkapazität solcher Medien zu sehen, was insbesondere beim Einsatz höherer CO_2 -Partialdrücke günstig ist.

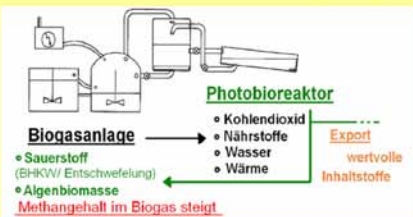


Fig. 1: Schematische Darstellung der biologischen Biogas-Aufbereitung (Nusko 2006, verändert).

Größtes Problem beim Einsatz in Suspensionskulturen ist die starke Färbung der Gärreste.

Eine klassische Filtration ist ungeeignet, doch scheint die Dialyse (Fig. 2) ein adäquates Verfahren zu sein, um Nährstoffe aus Gärresten zu gewinnen. Gärrestdialysate sind im Gegensatz zu den Filtraten kaum gefärbt (Fig. 3) und daher zur Algenkultur grundsätzlich geeignet (Fig. 4).

Fig. 2: Prinzip der Gärrest-Dialyse

Fig. 3: Beobachtete durchschnittliche Lichtabsorption von Gärrestfiltrat (F) und Gärrestdialysat (D), gemessen bei 680 nm in Abhängigkeit von der Konzentration (elektr. Leitfähigkeit).



Fig. 4: Wachstum von *Chlorella vulgaris* auf autoklavierten Medien (Herkunft 3) bei gleicher Nährstoffkonzentration (elektr. Leitfähigkeit $0.8 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$) auf filtrierten Gärresten (F3), Dialysat (D3) sowie Dialysat + 17.67 mM NaNO_3 (D3+NO3).

Material und Methode

Gärreste von drei Herkünften (1: überwiegend Maissilage; 2: Maissilage mit Schweinegülle; 3: Maissilage mit Rindergülle) wurden entweder als Filtrat (Fx) eingesetzt, oder gegen entionisiertes Wasser mit einer Cellophanmembran (MWCO 12000 - 14 000 Da) dialysiert (Dx). Die Versuche wurden im Modellmaßstab mit der Grünalge *Chlorella vulgaris* (Stamm Beijerinck 211-11b, SAG Göttingen) durchgeführt. Als Referenzmedium diente das anorganische Kulturmedium BG11 (Rippka et al. 1979). Messung von Gesamt-P erfolgte nach der P-Gelb-Methode, K-, Mg- und Ca-Gehalte wurden an der AAS, NH_4^+ - und NO_3^- -N am Autoanalyzer (Traacs 900), Gesamt-N am Elementaranalysator und freie Anionen ionenchromatographisch bestimmt. Die Nährstoffverteilung der Gärresttasche wurde aus Daten der LWK NRW (2005) errechnet.

Literatur
Nusko R (2006): Offenlegungsschrift DE 10 2005 010 865 A1 20060914. Patent- und Markenamt.
Rippka R, Deruelles J, Waterbury J B, Herdman M, Stanier R Y (1979): Generic assignments, strain histories and properties of pure cultures of cyanobacteria. J. Gen. Microbiol. 111, 1-61.
LWK-NRW (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen). Projekt Biogas (2005).
<http://www.wg-straelen-wkrde/biogas/projektbericht-gaerrestaueberbereitung-05pdf>

Fragestellung:

1. Können Nährstoffe mit vertretbarem Aufwand aus den Gärresten extrahiert werden, um ein annähernd klares Kulturmedium zu gewährleisten?
2. Wie wirkt sich das Dialysieren auf die Nährstoffzusammensetzung aus?
3. Sind die gärrestbasierten Algenmedien auch für den Einsatz bei erhöhter CO_2 -Konzentration geeignet.

Dialysate weisen einen höheren N-Anteil in der Mineralstoffverteilung auf als Gärrestfiltrate. Insgesamt wurden Filtrate und Dialysate von K^+ und NH_4^+ dominiert. Verbrauchte Nährmedien waren an NH_4^+ und NO_3^- verarmt und wiesen hohe K-Rückstände auf. Algenbiomasse, welche auf Dialysat wuchs, zeigte deutlich erhöhte K- und sowie verminderte P- und Mg-Gehalte gegenüber der BG11-Variante. Die Nährstoffergänzung von Dialysatmedium zur Anpassung des Nährstoffprofils ist daher notwendig, wofür sich Asche aus verbrannten Gärresten (siehe Material und Methode) und Einzelsalze anbieten. Für die N-Ergänzung käme die NH_3 -Fracht des Biogases in Betracht.

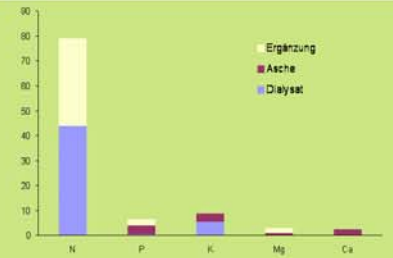


Fig. 5: Errechnete Anteile von Dialysat (aus Gärrest 2), Gärrestasche und notwendige Ergänzungs-Nährstoffe in % der Molsumme der Mineralstoffverteilung von *C. vulgaris* Biomasse (N: 69.5, P: 12.4, K: 21.4, Mg: 4.9, Ca: 4.7g kg⁻¹).

Ein Steigungsversuche ergaben ein optimales Wachstum bei einer Leitfähigkeit zwischen 0.8 und 1.0 $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$, entsprechend 8-9 mM N. Das Wachstum wurde mit einem Referenzmedium (BG11, N-Gehalt = 17.7 mM) bei normaler und erhöhter CO_2 -Konzentrationen verglichen. Bei einer Leitfähigkeit von 0.4 $\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ wurde unter erhöhter CO_2 -Konzentration 55-64% des Wachstums des BG11-Mediums erreicht (Der CO_2 -Effekt errechnet sich aus den absoluten Werten gegenüber der Normalvariante). Eine CO_2 -Düngung steigerte das Wachstum von *C. vulgaris* um 42-47% w/w, was für eine CO_2 -Limitierung unter Normalbedingungen spricht.

Tab. 1: Einfluss von Medium und CO_2 -Angebot auf die TM-Bildung von *C. vulgaris*, relativ zum BG11-Medium.

Variante	relatives Wachstum [%]		CO_2 -Effekt [%]
	Normal	4% CO_2	
D1 (0.4 mS)	58.9 (±3.9)	55.4 (±4.4)	+42.2
D2 (0.4 mS)	68.5 (±2.7)	64.1 (±0.8)	+41.7
D3 (0.4 mS)	63.8 (±1.8)	61.9 (±2.1)	+46.9

Der Einsatz NH_4^+ -dominierte Medien bei hoher CO_2 -Konzentration ist wegen der Versauerungsgefahr problematisch. Verglichen wurde BG11 mit NaNO_3 [BG(NO3)] und $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ [BG(NH4)] als N-Form, sowie Dialysat [DRM.0.8]. Nach 75 h Versuchsdauer ist bei der beimpften NH_4^+ -Variante eine deutliche Versauerung zu beobachten. Obwohl das Dialysatmedium ebenfalls NH_4^+ -dominiert ist, fiel der pH-Wert im Vergleich zum Referenzmedium [BG(NH4)] infolge der enorm hohen Pufferkapazität der Gärrestsubstrate weit weniger ab.

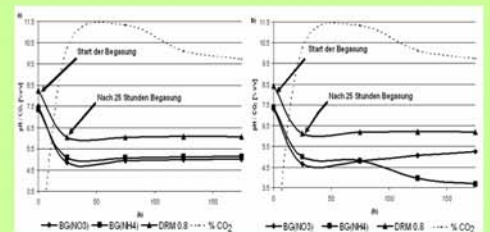


Fig. 6: pH-Verläufe bei NO_3^- -Ernährung BG(NO3), NH_4^+ -Ernährung BG(NH4) und Gärrestdialysat (D3 0.8) ohne (a) und mit Algenbeimpfung (b).

Schlussfolgerungen:

1. Mit Hilfe von Membranen können Nährstoffe kostengünstig aus Wirtschaftsdüngen extrahiert werden. Die gewonnen Gärrestdialysate sind kaum gefärbt und grundsätzlich zur Algenkultur geeignet.
2. Die hohe Pufferkapazität der Medien verhindert ein absinken des pH-Wertes bei hoher CO_2 -Konzentration und Ammoniumernährung.
3. Gärrestasche bietet sich auf Grund des hohen P-Gehalts zur Ergänzung von Algenmedien an.

Kontakt:
Msc. Arne M. Ratjen
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Abt. Acker- und Pflanzenbau
Universität Kiel, 24098 Kiel
Tel. +49 431 880 4398
E-mail: ratjen@pflanzenbau.uni-kiel.de

Kontakt:
PD Dr. Józsa Gerendás
Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde
Universität Kiel, 24098 Kiel
Tel. +49 431 880 4074
Fax +49 431 880 1625
E-mail: jgerendas@plantnutrition.uni-kiel.de

