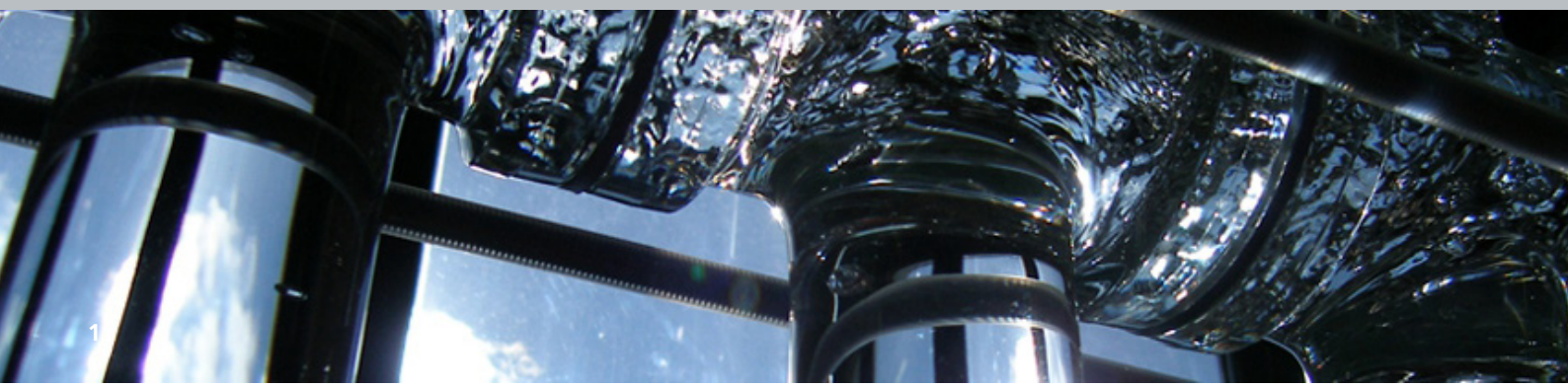
Fraunhofer
IZI

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ZELLTHERAPIE UND IMMUNOLOGIE IZI



1 *multiLoop Photobioreaktor mit Medium befüllt zur thermischen In-situ-Sterilisation.*

PHOTOBIOREAKTOREN FÜR HOCHWERTIGE PRODUKTE AUS MIKROALGEN

Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie IZI, Institutsteil Bioanalytik und Bioprozesse

Am Mühlenberg 13
14476 Potsdam-Golm

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. (FH) Felix Jorde
Telefon +49 331 58187-323
felix.jorde@izi-bb.fraunhofer.de

Dr. Thomas Leya
Telefon +49 331 58187-304
thomas.leya@izi-bb.fraunhofer.de

www.izi.fraunhofer.de
cccryo.fraunhofer.de

multiLoop photobioreactors

Aufgabenstellung

Phototrophe Organismen wie Mikroalgen oder Cyanobakterien sind eine Fundgrube für hochwertige bioaktive Metabolite von kosmetischem oder pharmazeutischem Interesse. Für die Gewinnung hochwertiger Produkte werden anpassungsfähige Photobioreaktorsysteme benötigt, in denen diese Mikroorganismen unter sterilen und kontrollierten Bedingungen kultiviert werden können. Zurzeit auf dem Markt angebotene Systeme sind meist nicht sterilisierbar oder für empfindliche und anspruchsvolle Algenstämme unzureichend.

Lösungsweg

Durch optimales Design und ein effektives Airlift System des am Fraunhofer IZI-BB entwickelten multiLoop Photobioreaktor wird Fouling und Zellsedimentation verhindert, ohne dass zellschädigende Scherkräfte entstehen. Mechanische Pump- und Rührvorrichtungen werden nicht benötigt. Das System kann thermisch oder chemisch in situ sterilisiert werden. Durch das Design können Beleuchtungsquelle (LEDs oder Leuchtstoffröhren) und -intensität flexibel an Organismus und Wachstumsphase angepasst werden.

Technische Daten

Die Systeme bestehen aus Borosilikatglaskomponenten, die in Mainz von De Dietrich Process Systems gefertigt und gemäß Richtlinie 97/23/EG geprüft sind. Jeder Reaktor trägt eine CE-Kennzeichnung für Druckgeräte.

Vorteile

Das multiLoop Photobioreaktorsystem ermöglicht die biotechnologische Nutzung

1

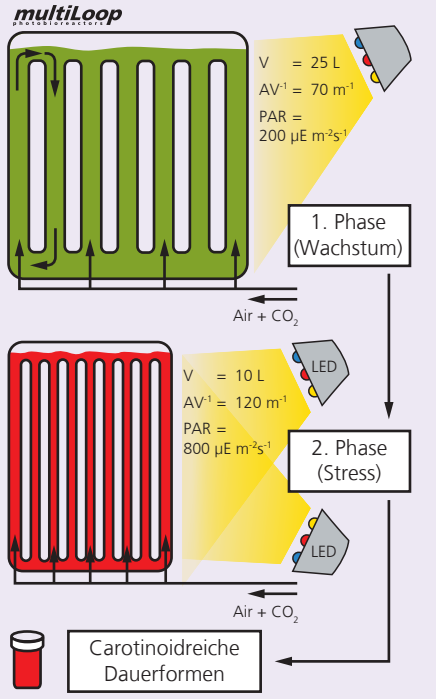
2

eines breiten Spektrums phototropher Mikroorganismen.

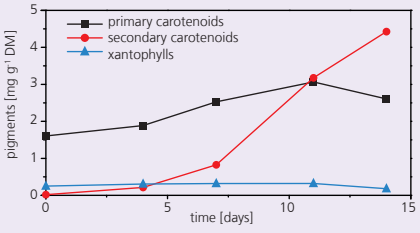
Hintergrundwissen

Zu den Anpassungsstrategien vieler Mikroalgen an vorübergehend extreme Umweltverhältnisse gehört es, Dauerformen auszubilden, die zwar kein Wachstum aufweisen, durch veränderte Zellstruktur und spezielle Stoffwechselprodukte jedoch extrem resistent sind. Erst unter günstigeren Bedingungen wandeln sich diese Dauerformen in ihre ursprüngliche Form zurück und setzen ihr Wachstum fort. Insbesondere die auf Gletschern beheimateten Schneealgen der Stammsammlung CCCryo verfolgen häufig diese Strategie. Sie schützen sich so bei Stress durch Wasser- oder Nährstoffmangel sowie zu viel Sonnenlicht vor Frost, Austrocknung und den Folgen dauerhafter UV-Strahlung. Hierzu stellen die Zellen ihren Stoffwechsel um und metabolisieren beispielsweise verstärkt sekundäre Carotinoide (z. B. Astaxanthin), die nicht am Photosynthese Prozess beteiligt sind, durch ihre antioxidative Wirkung die Zellen jedoch vor freien Sauerstoffradikalen schützen. Sichtbar wird dies durch einen Wechsel der Farbe von grün zu rot. Desweiteren können verschiedene Vitamine (z. B. Vitamin E) oder Gefrierschutzsubstanzen synthetisiert werden.

Schematische Darstellung der Gewinnung von Dauerformen in zwei Phasen (A = Oberfläche, V = Volumen)



Beispielhafter Verlauf der Akkumulation von sekundären Carotinoiden in Dauerformen



Anwendungsbeispiel

Wegen des großen Spektrums und der teils außergewöhnlich hohen Konzentration an hochwertigen Inhaltsstoffen ist die Gewinnung solcher Dauerformen im größeren Maßstab von kommerziellem Interesse. Hierfür ist ein zweistufiges Photobioreaktorsystem von Vorteil, in dem Wachstum und Bildung von Dauerformen voneinander getrennt werden können. Die grünen Zellen wachsen im ersten Reaktor unter optimalen Bedingungen, bis sie durch Nitratmangel die stationäre Phase erreichen.

Wachstumsdaten versch. Algenstämme in einem 25 L multiLoop Photobioreaktor mit LED-Beleuchtung

Algenstamm	Stammnummer	max. Produktivität *2 g TM L^{-1} Tag^{-1}	max. Konzentration g L^{-1}
Acutodesmus obliquus *1	CCCryo 001b-99	0,28	2,8
Chlamydocapsa sp.	CCCryo 101-99	0,39	4,6
Chlorella vulgaris	CCCryo 347-10	0,33	1,9

*1 Synonym: *Scenedesmus obliquus* (Turpin) Kützing 1833
*2 Die Produktivität wurde über mind. 3 Tage gemessen

Produktionsanlage

Für ein Produktionssystem in zwei Phasen können multiLoop Reaktoren verschiedener Ausführungen miteinander gekoppelt werden. Das Arbeitsvolumen der am Fraunhofer IZI-BB aufgebauten Systeme beträgt 25 L für die Reaktoren der 1. Phase und 10 L für die Reaktoren der 2. Phase. Die Größe der Reaktoren kann jedoch durch Zufügen oder Entfernen einzelner Säulen angepasst werden, ohne dass sich die Bedingungen im Reaktor verändern. Zusätzlich zur stärkeren Beleuchtung kann für die Stressphase ein Reaktor mit kleinerem Röhrendurchmesser gewählt werden, um den Lichteintrag zu erhöhen. Das Füllen mit Kultur oder Medium sowie die Ernte erfolgen allein mit Hilfe von Luftdruck. Eine Temperaturkontrolle sowie die Verwendung von Sensoren (z. B. pH, O_2) ist möglich.

1 multiLoop Photobioreaktor mit einer grünen, vegetativen Mikroalgenkultur.
2 multiLoop Photobioreaktor zur Gewinnung von carotinoidhaltigen Dauerformen einer Schneealge.