



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 293 371 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) C 12 P 1/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

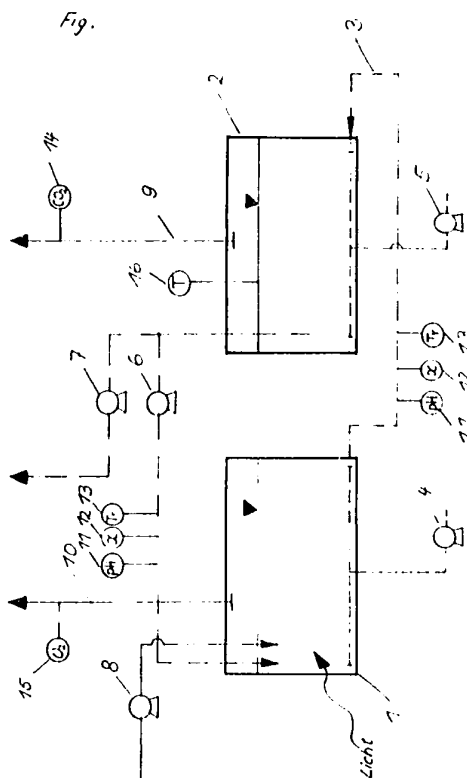
(21)	DD C 12 P / 339 193 8	(22)	29.03.90	(44)	29.08.91
------	-----------------------	------	----------	------	----------

- (71) siehe (73)
- (72) Menschel, Claudia, Dr. rer. nat.; Panning, Frank, Dr.-Ing.; Brankatschk, Klaus-Jürgen, Dipl.-Gartenbauing.; Petersohn, Dietmar, Dr. rer. nat.; Schramm, Gottfried, Dr.-Ing.; Schrader, Gabriele, Dipl.-Biol.; Heißner, Adolf, Dr. sc. nat., DE
- (73) VEB Industrie-Consult Berlin, Görschstraße 45/46, O - 1100 Berlin, DE
- (74) Frau Silvia Reppe, Segewaldweg 22, O - 1170 Berlin, DE

(54) Verfahren und Anordnung zur kontinuierlichen biotechnologischen Produktion und Kohlendioxid für Hydroponikanlagen

(55) Hydroponikanlagen; biotechnologische Produktion von Kohlendioxid; Algenbiomasse; Steuerung von Assimilation und Dissimilation; geschlossener Kreislauf; Assimilator; Dissimilator

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Bereitstellung von Kohlendioxid für die industriemäßige gärtnerische Gewächshausproduktion auf der Grundlage von Algenbiomasse aus hochbelasteten Oberflächenwässern. Erfindungsgemäß werden die Prozesse der Assimilation und Dissimilation in einem geschlossenen Kreislauf so gesteuert, daß die Algenbiomasseproduktion unter Belichtung, Belüftung und Nährstoffzufuhr induziert und die Biomasseveratmung durch Lichtentzug und Nährstofflimitation erzwungen wird. Die erfindungsgemäße Anordnung umfaßt einen zu einem geschlossenen Kreislauf gekoppelten Assimilator und Dissimilator. Figur



Patentansprüche:

1. Verfahren zur kontinuierlichen biotechnologischen Produktion von Kohlendioxid für Hydroponikanlagen, **gekennzeichnet dadurch**, daß die natürlichen biologischen Grundprozesse der Assimilation und Dissimilation in einem geschlossenen Kreislauf so gesteuert werden, daß Kohlendioxid durch Veratmung von Algenbiomasse abgegeben wird, wobei die photosynthetische Biomasseproduktion bei einer Lichtintensität > 1000 Lux, Belüftung, einem Nährstoffniveau > 100 µg/l Orthophosphat und bei Temperaturen zwischen 10–30°C induziert und danach die Veratmung der Biomasse durch Lichtentzug und Nährstofflimitation erzwungen und das entstehende Kohlendioxid im sauren pH-Bereich durch Belüftung ausgeblasen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß Algenbiomasse aus einer natürlichen Algenmischpopulation aus hochbelasteten Oberflächenwässern eingesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Hell-Dunkel-Rhythmus über die Durchströmgeschwindigkeit im Kreislauf, vorzugsweise im Zeitverhältnis von 1:1 eingestellt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 und 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Zeitdauer der beiden Phasen jeweils 4–12h beträgt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß in der Assimilationsphase Biokatalysatoren frei oder trägerfixiert eingesetzt werden.
6. Verfahren nach Anspruch 1 und 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß in der Assimilationsphase Kalziumkarbonat oder Hydrogenkarbonate zugesetzt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Algenbiomasse in der Assimilations- und Dissimilationsphase durchmischt wird.
8. Anordnung zur kontinuierlichen biotechnologischen Produktion von Kohlendioxid für Hydroponikanlagen, **gekennzeichnet dadurch**, daß ein Assimilator (1) und ein Dissimilator (2) über eine Freispiegelleitung (3) und eine Suspensionspumpe (6) zu einem geschlossenen Kreislauf gekoppelt sind, wobei der Assimilator (1) mit einer Dosierpumpe (8) für Nährlösung, einer Gasförderpumpe (4) und einem Abzug (10) für sauerstoffangereicherte Luft und der Dissimilator (2) mit einer Gasförderpumpe (5), einer Suspensionspumpe (7) für Algenüberschuß und einem Abzug (9) für kohlendioxidangereicherte Luft verbunden ist.
9. Anordnung nach Anspruch 8, **gekennzeichnet dadurch**, daß im Kreislauf zwischen dem Assimilator (1) und dem Dissimilator (2) jeweils Meßstellen für den pH-Wert (11), die elektrische Leitfähigkeit (12), die Trübung (13) und im Assimilator (1) eine Meßstelle für die Sauerstoffkonzentration (15) und im Dissimilator (2) eine Meßstelle für die Kohlendioxidkonzentration (14) und für die Temperatur (16) vorgesehen sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Bereitstellung von Kohlendioxid für die industriemäßige gärtnerische Gewächshausproduktion auf der Grundlage von Biomasse.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Aus der Patentliteratur ist eine Vielzahl von Verfahren zur Bereitstellung von Kohlendioxid für Gewächshäuser bekannt. Einerseits basieren die bekannten Verfahren auf einer zentralen Produktion von Kohlendioxid nach üblichen Methoden. Das Kohlendioxid wird dann in flüssiger, gasförmiger oder fester Form zum Gewächshaus transportiert, gelagert und zur Kaltbegasung eingesetzt. Nachteilig erweist sich insbesondere der hohe materielle und energetische Aufwand für Transport und Lagerung. Andererseits wird das Kohlendioxid dezentral im Gewächshaus durch Verbrennung fossiler Kohlenwasserstoffe erzeugt. Nachteilig ist hierbei die Verbrennung hochwertiger Energieträger lediglich zum Zweck der Kohlendioxidgewinnung. Durch den gegensätzlichen Bedarfsverlauf von Kohlendioxid und Heizwärme bei Sonneneinstrahlung kann die Verbrennungswärme nicht genutzt werden und muß durch zusätzliche Einrichtungen abgeleitet werden. Nachteilig für das Pflanzenwachstum ist dabei auch der Schwefelgehalt bestimmter Brennstoffe. Durch Betreiben der Kohlendioxidgeneratoren mit schwefelfreiem Methanergas wird diesem Nachteil entgegengewirkt. Eine weitere Möglichkeit stellt die Kohlendioxidversorgung von Gewächshäusern mittels kohlendioxidhaltiger Abgase von Kompostierungsreaktoren (DE 3043062), bzw. aus der Abwasserbehandlung mittels aerober Mikroorganismen (US 3577678) dar. Probleme sind hierbei die Produktion und der Einfluß von Schadstoffen, die Sicherung gegen Pflanzenkrankheiten sowie eine ausreichende Versorgung mit Kohlendioxid. Durchsetzbar ist darüber hinaus die Beschickung und Berieselung der Kompostierungsreaktoren. Nach DD 231976 soll durch Kopplung von Methanverbrennung und Beimengung von durch

Fermentation von Biomasse erzeugt Kohlendioxid eine Erhöhung der Kohlendioxidausbeute bei gleichzeitiger Temperaturverringerung erreicht werden. Zusätzlich zu den Verbrennungseinrichtungen wird hierbei noch ein Biogasreaktor benötigt.

Eine Optimierung der bekannten üblichen Verfahren wurde durch den zusätzlichen Einsatz von Steuerungen angestrebt (DD 266954, DD 243422).

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, die Nachteile der bekannten Verfahren zur Kohlensäureedüngung durch ein Verfahren der biotechnologischen Kohlendioxidbereitstellung zu beseitigen und damit eine Erhöhung der Erträge in Hydroponikanlagen zu ermöglichen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Kohlendioxid im Bereich von Hydroponikanlagen auf der Basis der Nutzung von Biomasse kontinuierlich zu produzieren.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die natürlichen biologischen Grundprozesse der Assimilation und Dissimilation in einem geschlossenen Kreislauf so gesteuert werden, daß das Kohlendioxid durch Veratmung von Algenbiomasse in der Hydroponikanlage abgegeben wird. Die photosynthetische Biomasseproduktion wird dabei bei einer Lichtintensität >1000 Lux, Belüftung, einem Nährstoffniveau > 100 µg/l Orthophosphat und bei Temperaturen zwischen 10–30 °C induziert und danach die Veratmung der Biomasse durch Lichtentzug und Nährstofflimitation erzwungen und das entstehende Kohlendioxid im sauren pH-Bereich durch Belüftung ausgeblasen.

Zwischen der Veratmung der Algenbiomasse am Bedarfsort in der Hydroponikanlage und der Photosynthese zur Erreichung eines entsprechenden Biomassezuwachses während der Regeneration muß dabei ein Gleichgewicht eingestellt werden.

Als Algenbiomasse wird eine natürliche Algenmischpopulation, die aus einem hochbelasteten Gewässer entnommen wird, eingesetzt. Diese besteht in der Regel zum dominierenden Anteil aus Blau- und Grünalgen und enthält ein breites Artenspektrum. Die natürliche Algenmischpopulation zeichnet sich deshalb durch hohe Stabilität gegenüber den schwankenden Bedingungen während der Verfahrensführung aus.

In der Verfahrensführung ist von den gleichen Nährstoffbedingungen wie im Ursprungsgewässer von der Algenmischpopulation auszugehen.

Der erforderliche Hell-Dunkel-Rhythmus im Kreislauf wird über die Durchströmungsgeschwindigkeit eingestellt. Vorzugsweise ist ein Zeitverhältnis der beiden Phasen von 1:1 zu realisieren. Die absolute Zeitdauer der beiden Phasen ist jeweils in Abhängigkeit von der dominierenden Algenpopulation und deren Wachstumsrate zwischen 4–12 h zu optimieren. Die Algenbiomasse ist sowohl im Assimilator als auch im Dissimilator zu durchmischen. Durch Einsatz von freien oder trägerfixierten Biokatalysatoren und/oder bekannten hocheffektiven Biomasseproduktionsverfahren im Assimilator sind kürzere Assimilations- / Dissimilationsphasen realisierbar.

Als Nährlösung für die Algenmischpopulation findet die in der Hydroponikanlage für die Pflanzenproduktion verwendete Nährlösung Anwendung. Während einer Adaptationsphase ist die Algenpopulation auf die in der Hydroponikanlage verwendete Nährlösung einzustellen.

In Abhängigkeit von der angeimpften Biomassepopulation sind Modifikationen in der Zusammensetzung der Nährlösung festzulegen.

Durch Zudosierung von Kalziumcarbonat oder Hydrogenkarbonaten in die Assimilationsphase wird einerseits das Kohlenstoffangebot in der Assimilationsphase erhöht und das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht so beeinflusst, daß das Ausfällen von Kohlendioxid als Salz vermieden wird. Weiter in der Dissimilationsphase ist ein saurer pH-Bereich einzustellen, um Kohlendioxid austreiben zu können, wobei das Optimum bei pH gleich 5,3 liegt.

Die erfindungsgemäße Anordnung besteht aus einem Assimilator und einem Dissimilator, die über eine Freispigelleitung und eine Suspensionspumpe zu einem geschlossenen Kreislauf gekoppelt sind. Der Assimilator ist mit einer Dosierpumpe für Nährlösung und einer Gasförderpumpe sowie einem Abzug für sauerstoffangereicherte Luft und der Dissimilator mit einer Gasförderpumpe, einer Suspensionspumpe für Algenüberschuß und einem Abzug für kohlendioxidangereicherte Luft verbunden. Als Lichtquelle für den Assimilator kann bei Anlagen, die nur während der Vegetationsperiode betrieben werden, das natürliche Lichtangebot genutzt werden. Bei Anlagen mit ganzjähriger Produktion sind zusätzlich oder ausschließlich künstliche Lichtquellen einzusetzen.

Ganzjährig betriebene Assimilatoren sind darüber hinaus einzuheizen und/oder zu beheizen, wenn Rücklaufwärme und Lichtenergie nicht ausreichen, um eine entsprechende Biomasseproduktion aufrechtzuerhalten.

Im Kreislauf zwischen dem Assimilator und dem Dissimilator sind jeweils Meßstellen für den pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit, die Trübung und im Assimilator eine Meßstelle für die Sauerstoffkonzentration und im Dissimilator für die Kohlendioxidkonzentration und für die Temperatur vorgesehen.

Der Assimilator kann als walzenbelüfteter Graben, belüfteter Wirbelschichtreaktor mit oder ohne innere Lichtquelle oder als beleuchteter Dünnschichtplattenreaktor ausgebildet sein.

Der Dissimilator kann aus einem System abgedunkelter Rinnen oder Röhren bestehen, die den zu begasenden Raum der Hydroponikanlage durchziehen und Öffnungen für den Kohlendioxid-Austritt aufweisen.

Möglich ist auch der Einsatz einer geeigneten bekannten technologischen Anlage zur Entsäuerung flüssiger Medien, wie Rohrgitterkaskade oder Umkehrtauchstrahler in zentraler Anordnung und Ableitung des Kohlendioxid direkt oder über Zwischenspeicher in den zu begasenden Raum.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachfolgend näher erläutert. Die zugehörige Zeichnung zeigt den prinzipiellen Aufbau der erfindungsgemäßen Anordnung.

Das erfindungsgemäße Verfahren basiert auf den Prozessen der Primärproduktion von Biomasse durch Photosynthese und der Veratmung von Biomasse.

Dabei wird davon ausgegangen, daß die Stoffwechselintensität mit zunehmendem Organisationsgrad der Pflanzen abnimmt und aus diesem Grund die Umsetzungsvorgänge von Algen genügt werden sollen.

Unter normalen mitteleuropäischen Bedingungen treten ohne Beeinflussung der natürlichen Wachstumsparameter in Süßwasserbiotopen

- max. Produktionspotentiale von 4–5g/m² dC
- mittlere Produktionspotentiale von 2–3g/m² dC auf.

Unter tropischen Bedingungen werden

- Produktionspotentiale von 18,75g/m² dC gemessen.

Unter normalen Bedingungen bei einem Hell-/Dunkelrhythmus von 12–14h/6–8h werden 81% der Algenbiomasse veratmet, so daß bei natürlichen tropischen Verhältnissen ca. 15g/m² dC veratmet werden. Das entspricht einer erreichbaren Kohlendioxid-Freisetzung von etwa 55g/m² d. In intensiv betriebenen Hydroponikanlagen beträgt der Kohlendioxid-Bedarf 40–50g/m² d.

Daraus folgt, daß die Assimilatorfläche der Gewächshausfläche entsprechen müßte, wobei eine Wassertemperatur von 20–25°C zur Aufrechterhaltung des tropischen Produktionspotentials erforderlich ist.

Das natürliche unbeeinflusste Produktionspotential ist flächenbezogen. Durch Anwendung biotechnologischer Verfahrensprinzipien wie Enzymeinsatz, Trägerfixierung, Wirbelschichttechnik und Belüftung lassen sich flächen- und zeitbezogene Steigerungsraten auf 200–1000% dieses Produktionspotentials erreichen.

Die zugehörige Zeichnung zeigt den Aufbau einer möglichen Ausführung der erfindungsgemäßen Anordnung.

Der als lichtdurchlässiger Tubularreaktor ausgebildete Assimilator 1 wird über die Gasförderpumpe 4 belüftet, um die Algensuspension mit Kohlendioxid zu versorgen und die Suspension zu durchmischen. Die mit Sauerstoff angereicherte Luft wird über den Abzug 10 abgeführt und einer weiteren Verwendung zugeführt (z. B. Belüftung der Nährlösung der Hydroponikanlage).

Mittels einer künstlichen Lichtquelle erfolgt die für die Assimilation erforderliche Lichtversorgung mit einer Lichtintensität > 1000Lux sowie die für die Gewährleistung des optimalen Temperaturbereiches von 20–25°C notwendige Zufuhr von Wärmeenergie.

Über die Dosierpumpe 8 wird der Assimilator 1 mit Nährlösung versorgt. Die zudosierte Nährlösung für die Algenbiomasse besteht dabei aus Nährlösungsabfällen der Hydroponik. Über die Freispiegelleitung 3 wird die Algensuspension dem als Tubularreaktor ausgebildeten Dissimilator 2 zugeführt.

Mittels der Gasförderpumpe 5 wird der Dissimilator 2 ganzflächig mit dem Ziel belüftet, die Suspension zu durchmischen, den pH-Wert zu regulieren und das Kohlendioxid auszutreiben. Über den Abzug 9 erfolgt direkt oder mit Vakuumpumpe die Abführung der kohlendioxidangereicherten Luft, die entweder direkt oder über einen Zwischenspeicher (z. B. Druckbehälter) der Hydroponik zugeführt wird.

Die Suspensionspumpe 6 fördert die Algensuspension im Kreislauf. Mittels der Suspensionspumpe 7 wird die Algenüberschußproduktion intermittierend oder kontinuierlich einer weiteren Verwendung zugeführt.

Über die pH-Wert-Meßstellen 11 erfolgt die Kontrolle der optimalen Assimilations-/Dissimilationsbedingungen. Entsprechend pH-Wert vor dem Assimilator 1 erfolgt die Regelung der Licht- sowie Nährstoffzufuhr.

Entsprechend pH-Wert vor dem Dissimilator 2 erfolgt die Regulierung des Lufteintrags.

Über die elektrische Leitfähigkeit-Meßstellen 12 wird die Nährstoffzufuhr geregelt und der Salzgehalt kontrolliert.

Über die Trübungs-Meßstelle 13 wird das Algenproduktionsniveau kontrolliert. Entsprechend der durch die Trübung ausgewiesenen Suspensionsdichte erfolgt die Regelung der Algenüberschußabfuhr.

Über die Kohlendioxid-Konzentration der aus dem Dissimilator 2 abgeführten Luft (Meßstelle 14) erfolgt die Regelung der Kohlendioxidzufuhr zur Hydroponik sowie die Kontrolle der Kohlendioxidbildung und Austreibung aus dem Reaktor.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens und der zugehörigen Anordnung bestehen in

- der Produktion von Kohlendioxid am Verbraucherort durch Nutzung natürlicher Stoffwechselvorgänge
- einer Nährstoffbedarfsdeckung auf der Grundlage der in der Hydroponik anfallenden Abprodukte (Restnährlösung)
- Auslegung des Verfahrens und der verfahrensbedingten Anlagen auf der Grundlage des tatsächlichen Kohlendioxid-Bedarfes
- einer Ertragssteigerung von 20–30% in der Hydroponik-Anlage
- einer Produktion von Überschußbiomasse bei entsprechender Betriebsführung als Dünger oder Eiweißfuttermittel
- dem Wegfall von Transporten zusätzlicher Einsatzstoffe
- zusätzliche Bereitstellung von Sauerstoff für die Hydroponikanlage
- in der Bereitstellung eines umweltfreundlichen abproduktfreien Verfahrens

Fig.

