



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer:

391 876 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 108/83

(51) Int.Cl.⁵ : C12P 7/06

(22) Anmeldetag: 13. 1.1983

(42) Beginn der Patentdauer: 15.11.1985

(45) Ausgabetag: 10.12.1990

(56) Entgegenhaltungen:

DE-053027108 WO 81/03182 US-PS2440925 US-PS3234026
DE-052903273
BIOTECHNOLOGY AND BIOENGINEERING, VOL. XXIV, 1982;
S. 511-531
ADVANCES IN BIOCHEMICAL ENGINEERING, BD. 20, 1981;
S. 67-73
BIOTECHNOLOGY AND BIOENGINEERING, VOL. XIX, 1977;
S. 1125-1143

(73) Patentinhaber:

VOEST-ALPINE AKTIENGESELLSCHAFT
A-1010 WIEN (AT).

(72) Erfinder:

CVITAS VILIM DIPL.ING.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
FALTEJSEK KARL DIPL.ING.
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).
HANKE REINHART DIPL.ING.
LEOBEN, STEIERMARK (AT).
TRESO BERTALAN
LEOBEN, STEIERMARK (AT).

(54) VERFAHREN ZUR GEWINNUNG VON ÄTHANOL AUS VERGÄRBAREN ZUCKERLÖSUNGEN

AT 391 876 B

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Gewinnung von Ethanol aus vergärbaren Zuckerlösungen, bei welchem die Zuckerlösung während der Gärung unter einem unteratmosphärischen Druck gehalten wird und das entstandene Ethanol über die Gasphase aus dem Gärbehälter abgezogen wird. Aus der EP-A 0 044 428 ist es bereits bekannt, zur Herstellung von Alkohol aus Stärke oder stärkehaltigen Rohstoffen eine Schlempe zu gewinnen, welche durch Zerkleinern, thermischen Aufschluß und Verzuckerung der stärkehaltigen Rohstoffe gebildet wird. Die WO 81/03182 beschreibt ein Verfahren, bei welchem das zu vergärende Substrat der enzymatischen Gärung unter gleichzeitiger Anwendung von unteratmosphärischem Druck unterworfen wird.

Es ist eine Reihe von zuckerhaltigen Rohstoffen bekannt, aus welchen unmittelbar Zuckerlösungen auf extraktivem Weg hergestellt werden können, und es ist bereits bekannt, derartige Zuckerlösungen bis zur Glucose abzubauen und eine auf diese Weise erhaltene Maische zu vergären. Der Gärprozeß verlangt hierbei je nach den eingesetzten Rohstoffen bzw. der eingesetzten Maische unterschiedliche Bedingungen und erfordert einen relativ langen Reaktionszeitraum für den Abschluß der Gärung. Nachteilig bei den bekannten Gärverfahren ist hierbei die Tatsache, daß die Maischen bzw. gärfähigen Substrate im Verlauf der Gärung unterschiedliche Konzentrationen sowohl an vergärbarem Zucker als auch an Gärungsprodukten aufweisen, welche mit zunehmender Gärung die Reaktionsgeschwindigkeit bzw. die Gärungsgeschwindigkeit stark beeinflussen. Es ist weiters nachteilig, daß mit den bekannten Verfahren immer nur ein mehr oder minder reiner Alkohol und in der Regel mit geringer Konzentration hergestellt werden kann.

Die Erfindung zielt nun darauf ab, ein Gärverfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, welches bei kurzer Gärzeit zu hochkonzentriertem Alkohol führt. Zur Lösung dieser Aufgabe besteht die Erfindung im wesentlichen darin, daß während der Gärung CO_2 durch die Zuckerlösung hindurchgeleitet wird, wobei vorzugsweise während der Gärung ein Druck von 100 mbar bis 400 mbar aufrechterhalten wird.

Dadurch, daß erfindungsgemäß die Gärung unter einem unteratmosphärischen Druck bzw. Vakuum durchgeführt wird und gleichzeitig CO_2 durch die zu vergärende Zuckerlösung durchgeleitet wird, wird während der Gärung einerseits das entstehende Äthanol aus dem Substrat abgeführt, so daß die Alkoholkonzentration im Substrat im Verlauf der Gärung nicht zunimmt und ein über den gesamten Verlauf der Gärung gleichbleibendes Milieu für die Gärung aufrechterhalten bleibt, wodurch sich eine höhere Glucoseumsetzung ergibt; andererseits zeigte sich durch die kombinierte Anwendung eines Unterdruckes und Durchleiten von CO_2 , daß die Umwandlung der zu vergärenden Hexosen zu Äthanol wesentlich beschleunigt wurde. Erfindungsgemäß wird hierbei vorzugsweise während der Gärung ein Druck von 100 mbar bis 400 mbar, vorzugsweise 260 bis 330 mbar, im Gärbehälter aufrechterhalten, wobei die Gärung vorzugsweise in an sich bekannter Weise bei Temperaturen von 30 bis 35 °C durchgeführt wird.

Da erfindungsgemäß von einer vergärbaren Zuckerlösung ausgegangen wird, ist der Verlauf der Gärung und die Gärungsgeschwindigkeit in keiner Weise durch Verdünnungs- und Diffusionsvorgänge im Substrat beeinflusst, und das Gärverfahren kann vom Beginn der Gärung bis zu dem relativ abrupt eintretenden Ende derselben bei weitgehend konstanter Gärgeschwindigkeit in wesentlich kürzerer Zeitdauer durchgeführt werden, als dies bei üblichen Gärprozessen der Fall ist. Das Verfahren ist darüberhinaus in besonders einfacher Weise steuerbar, wobei lediglich physikalische Parameter, wie Druck und Temperatur, den jeweiligen Erfordernissen angepaßt werden müssen. Die für die Gärung zum Einsatz gelangenden Enzyme können beliebig aus den bekannten, zur Unterstützung der Ethanolgärung entwickelten Enzymen ausgewählt werden, da die Verfahrensbedingungen so schonend gewählt sind, daß keine Beeinträchtigung des Gärvorganges erfolgt.

Erfindungsgemäß wird der Druck im Reaktionsraum zumindest gegen Ende der Fermentationsdauer zur Vervollständigung der destillativen Abtrennung des Ethanols, vorzugsweise auf 150 bis 300 mbar, weiter abgesenkt, wobei der Druck im Gärbehälter nach einer ersten Phase der Vergärung, insbesondere nach etwa einem Viertel der gesamten Fermentationsdauer abgesenkt wird.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand der in der Zeichnung dargestellten Druckverlaufkurve und eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigt Fig. 1 eine Druckverlaufkurve für das erfindungsgemäße Gärverfahren und Fig. 2 ein vereinfachtes Fließschema für eine vollständige Aufbereitung von stärkehaltigen Rohstoffen zu Alkohol.

Die angegebenen Mengen im Ausführungsbeispiel beziehen sich hierbei auf 1 l Zuckerlösung.

Glucoseeinsatz	=	182,8 g
Hefeeinsatz	=	1,47 kg Schlamm mit ca. 4 % TS
Reaktionszeit	=	10 Minuten
Polyelektrolyteinsatz	=	320 mg (\approx 1,75 g/kg Glucose)
Reaktionszeit	=	10 Minuten
Flotationszeit	=	7,0 Minuten
abgezogene Zuckerlösung	=	1,10 l
abzogener Restzucker	=	52,9 g Glucose
Zucker mit Hefeschlamm zur Gärung	=	<u>129,9 g.</u>

Die Gärung wurde analog der Darstellung der Zeichnungsfigur so durchgeführt, daß der Druck unmittelbar nach dem Start auf 350 mbar abgesenkt wurde. Nach etwa 45 Minuten wurde der Druck weiter auf 260 mbar abgesenkt und nach etwa 70 Minuten der Zuckergehalt bestimmt. Innerhalb dieser Zeit ist die Gärung bereits weitgehend abgeschlossen, und es tritt bereits während dieser Zeit eine Destillation des entstehenden Alkohols ein. Nach etwa 180 Minuten wurde der Druck im Reaktionsraum weiter stufenweise abgesenkt, um eine vollständige Destillation zu erzielen und die Ethanolausbeute zu vervollständigen. Je 1 l Zuckerlösung wurden hiebei eine Menge von 0,34 l Destillat mit einem Ethanolgehalt von 0,077 l, das heißt, 60,7 g Ethanol, gewonnen. Die Ausbeute des adsorbierten Zuckers beträgt hiebei

$$\frac{60,7}{129,9,0,511} = 0,915$$

Glucose konnte im Hefeschlamm nicht nachgewiesen werden.
Für die Durchführung des gesamten Verfahrens ergibt sich folgender Zeitablauf:

Glucoseadsorption	0,17 h
Flockung	0,02 h
Flotation	0,12 h
Gärung + Destillation	<u>3,50 h</u>
gesamte Prozeßdauer =	<u>3,81 h</u>

Die im Kreislauf geführte Lösung, welche vom Hefeschlamm vor dem Einbringen in den Reaktionsraum abgetrennt wurde, enthält durchschnittlich 3 bis 5 Gew.% Glucose.

Der Verfahrensablauf einer Aufbereitung von zuckerhaltigen Rohstoffen bis zum Ethanol ist schematisch in Fig. 2 dargestellt. Aus diesem Fließschema ergeben sich auch die erfindungsgemäß vorgeschlagenen Kreislaufführungen zum Zwecke der Verbesserung der Energieausbeute bzw. der Glucoseausbeute.

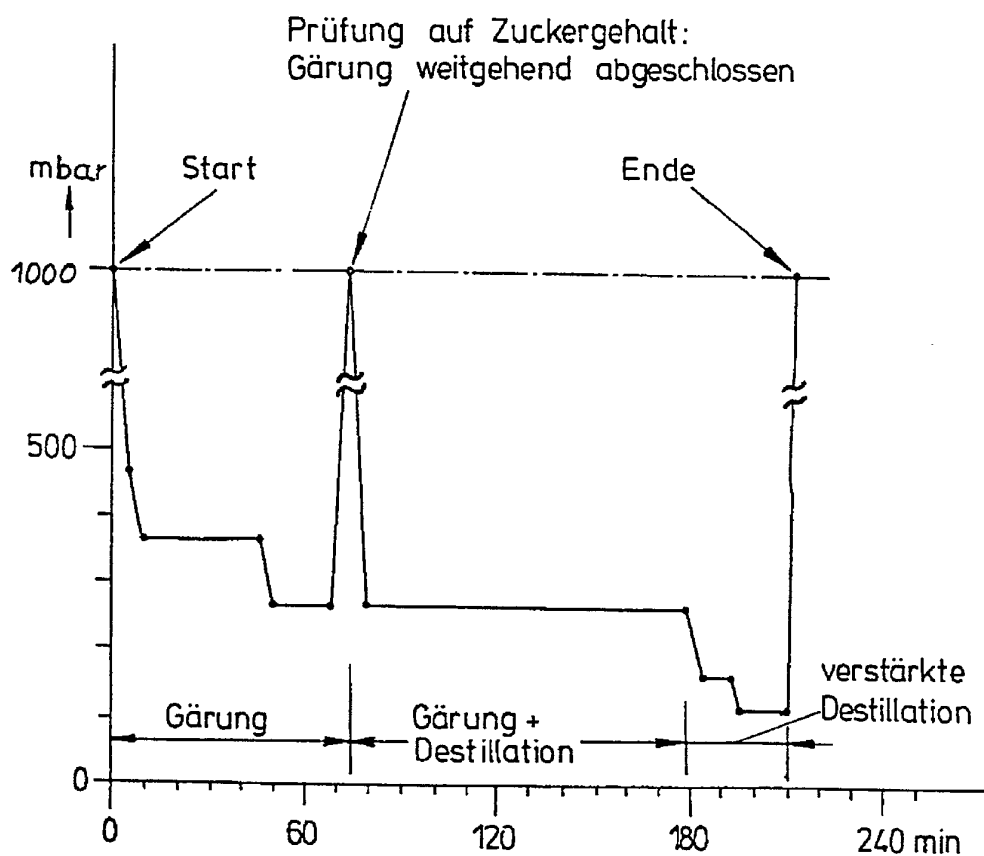
PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Gewinnung von Ethanol aus vergärbaren Zuckerlösungen, bei welchem die Zuckerlösung während der Gärung unter einem unteratmosphärischen Druck gehalten wird und das entstandene Ethanol über die Gasphase aus dem Gärbehälter abgezogen wird, wobei während der Gärung CO₂ durch die Zuckerlösung hindurchgeleitet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß während der Gärung ein Druck von vorzugsweise 100 mbar bis 400 mbar aufrechterhalten wird, und daß der Druck im Gärbehälter nach einer ersten Phase der Vergärung, insbesondere nach etwa einem Viertel der gesamten Fermentationsdauer, weiter abgesenkt wird und zumindest gegen Ende der Fermentationsdauer zur Vervollständigung der destillativen Abtrennung des Ethanols vorzugsweise auf 150 bis 300 mbar abgesenkt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß während der Gärung ein Druck von 260 bis 330 mbar aufrechterhalten wird, wobei die Gärung vorzugsweise in an sich bekannter Weise bei Temperaturen von 30 bis 35 °C durchgeführt wird.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

FIG. 1



Druckverlauf bei
Gärung und Destillation
unter Vakuum

FIG. 2

