

Studies on Some Applications of oxygen Vectors to Aerobic Fermentation Processes

メタデータ	言語: English 出版者: 公開日: 2008-02-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 賈, 士儒 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/2283

氏 名 (本籍)	賈 士 儒 (中華人民共和国)
学 位 の 種 類	博士 (農学)
学 位 記 番 号	農博乙第 3 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 1 1 年 9 月 1 0 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 題 目	Studies on Some Applications of Oxygen Vectors to Aerobic Fermentation Processes
審 査 委 員	主査 静 岡 大 学 教 授 岡 部 満 康 副査 信 州 大 学 教 授 細 野 明 義 副査 岐 阜 大 学 教 授 河 合 啓 一 副査 静 岡 大 学 教 授 衛 藤 英 男 副査 静 岡 大 学 助 教 授 朴 龍 洙

論 文 の 内 容 の 要 旨

多くの有用物質が微生物によって生産されていることは良く知られている。しかしながら、微生物を大量培養するためにはバイオリアクターに大量の酸素を供給する必要がある、このためのバイオリアクターにおける通気と攪拌に膨大なエネルギー(電力)を必要とする。環境保全が強く要求されている今日、エネルギー(電力)発生のための石油の大量消費を可能な限り抑制する必要がある。こうした観点にたち、本研究は省エネルギー型醗酵プロセスの構築をめざして既存タイプの通気攪拌槽(STR)ならびにエアリフト型(ALR)を用いて、各種の酸素ベクターの好気醗酵プロセスへの応用による省エネルギー型醗酵の可能性を検討した。

第 1 章では実験で使用した各種バイオリアクターを対象として炭化水素、*n*-ドデカンなどの酸素移動に与える影響について検討した。その結果

1. 実験に使用したリアクターではいずれの場合も炭化水素や *n*-ドデカンなどの酸素ベクターは水-空気系でそれぞれの最適な容量分率(ϕ)において酸素移動容量係数($k_L a$)を飛躍的に高めることが出来た。
2. STRにおいて酸素ベクター (*n*-ドデカン) を添加した時の、STRの操作条件と $k_L a$ との相関関係を定量的に明らかにし、次に示した実験式を得た。

$$k_L a = 8.58 \times 10^{-2} N^{1.4} (rpm) Q^{0.51} (vvm) e^{0.464\phi(\%)}$$

ここで、 Q は通気量 (vvm)、 N は回転数 (rpm) である。

実験式からも明らかなように $k_L a$ は酸素ベクターの容量分率(ϕ)の指数関数と

なり顕著に酸素ベクターの影響を受けた。

3. 酸素移動に対する酸素ベクターの効果は酸素の飽和濃度(C^*) を高めることおよび気泡の微粒化による比界面積と水との間の酸素移動抵抗($1/k_L$)を小さくすることであり、結果的に a の増加により酸素移動速度($N_{O_2} = k_L a(C^* - C)$)を高めることを実験的に明らかにした。

第2章では 実際の酵母の好気培養系での酸素ベクターの効果について調べた。

1. ALR において酸素ベクター無添加の状態で酵母の菌体生産収量に対する通気量(1.2, 1.6 および 2.0 vvm) の効果を調べた。溶存酸素レベルは通気量に比例し、また菌体収量も溶存酸素レベルに比例した。 通気量 1.2 vvm では明らかに酸素移動律速と思われた。
2. 上記 ALR において酸素移動律速と思われる通気量 1.2 vvm の条件下で 3% の *n*-ドデカンを追加したところ、*n*-ドデカン無添加に比較して溶存酸素レベルが上昇し、菌体収量も 20% 以上増加した。 これは酸素ベクターの添加が通気量を増大したのと同じ効果を持つことを示唆している。

第3章では ALR での抗生物質生産への酸素ベクターとしての大豆油の効果を調べた。
その結果

1. テトラサイクリン発酵における大豆油の酸素ベクターとしての機能を確認するため水一気系で $k_L a$ に対する大豆油の影響を調べたところ大豆油 2 % 濃度で、添加しない場合に比較して $k_L a$ は約 3 倍増加した。
2. 500 ml 三角フラスコを用いて大豆油のテトラサイクリン生産に対する添加効果を調べたところ顕著にテトラサイクリンの収量が増加した。
3. この結果を 5.5-l ALR へスケールアップしたところ大豆 6% を添加した場合、テトラサイクリンの収量は 10 g/l に達した。培養中の溶存酸素濃度は大豆油を添加した場合、添加しない場合に比較して高いレベルを維持していた。これは酵母培養での *n*-ドデカン同様大豆油が酸素ベクターとしても機能したことを示唆している。

以上、結論として、酸素ベクターを微生物の好気培養による物質生産へ応用することは十分可能であり、これによりバイオリクターでの攪拌や通気に必要とするエネルギーが大幅に減少することが明らかとなった。環境保全は人類共通の課題であり、環境にやさ

しい省エネルギー型のプロセスの構築の可能性を本研究で見出したことは社会的に十分インパクトがあるものと考えられる。

審 査 結 果 の 要 旨

平成 11 年 8 月 24 日 13 時より静岡大学農学部 B201 教室において岐阜大学河合啓一教授を除く審査委員全員の出席のもとで約 40 分間の口頭による公開論文発表の後、本論文を審査した。また同年 8 月 25 日 14 時 30 分より岐阜大学農学部において岐阜大学河合啓一教授、静岡大学岡部満康教授出席のもとで静岡大学におけるのと同様に約 40 分間の口頭による公開論文発表の後、本論文を審査した。

なお、各審査委員は予め各自に配布された論文(写し)を発表会に先立って閲覧した。

本研究の内容を要約する。本研究は好気醗酵プロセスへ酸素ベクターを応用することにより、通気と攪拌とに要するエネルギーを少なくし、環境保全に貢献することを目的としたものである。第 1 章では通気攪拌槽ならびにエアリフト型バイオリアクターを用いて、各種の酸素ベクター(炭化水素、ドデカン、過弗化炭素)の酸素移動速度に与える添加効果を調べた。用いた酸素ベクターはいずれも酸素移動容量係数と溶存酸素濃度を高め、結果的に酸素移動速度を高めた。第 2 章において実際の酵母の培養系への酸素ベクターの添加効果を調べた。エアリフト型バイオリアクターで 4 % の酸素ベクターとしての炭化水素を添加したところ、添加しない場合に比較して溶存酸素の濃度が上昇し、その結果として酵母の菌体収量が 20 % 増加したことを明らかにしている。第 3 章では放線菌による抗生物質テトラサイクリンの生産への酸素ベクターの添加効果について調べている。エアリフト型バイオリアクターにおいて酸素ベクターとして使用した大豆油は前記の酸素ベクターと同様、溶存酸素濃度を高め、大豆油を添加しない場合に比較してテトラサイクリンの収量を 40 % 近く高めることを見出した。

以上のように本論文では酸素ベクターの酸素移動速度に対する効果を解明し、それが実際の有用物質生産にも効果があることを明らかにしている。従来、好気微生物の培養には、酸素の供給のため膨大なエネルギー(電力)を必要としているが、酸素ベクターの利用により、通気と攪拌に必要とするエネルギーの消費を減少させることが示された。これが実用化された場合、環境破壊をもたらす石油の大量消費の抑制とつながり、その醗酵工業にあたえるインパクトは大きいものと考えられる。

上記の理由により、審査委員一同、討議の結果、本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものと認めた。

「学位論文の基礎となる学術論文」

- 1) SHIRU JIA, PE LI, YONG SOO PARK, and MITSUYASU OKABE (1996). Enhanced Oxygen Transfer in Tower Bioreactor on Addition of Liquid Hydrocarbons. Journal of Fermentation and Bioengineering, 82, 2, 191-193.

- 2) SHIRU JIA, MINGXIA WANG, PRIHARDI KAHAR, YONGSOO PARK, and MITSUYASU OKABE(1997). Enhancement of Yeast Fermentation by Addition of Oxygen Vectors in Air-Lift Bioreactor. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 84, 2, 176-178.
- 3) SHIRU JIA, GUIBIN CHEN, PRIHARDI KAHAR, DU BOK CHOI, and MITSUYASU OKABE (1999). Effect of Soybean Oil on Oxygen Transfer in the Production of Tetracycline with an Air lift Bioreactor. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 87, No 2, 825-827.

「既発表学術論文」

- 1) S. Aiba, J. Koizumi, Jia Shi Ru and S. N. Mukhopadhyay (1984). The Effect of Temperature on k_La in Thermophilic Cultivation of *Bacillus stearothermophilus*. *Biotechnology and Bioengineering*, 26, No9, 1136-1138.
- 2) SHUICHI AIBA, JUN-ICHI KOIZUMI and JIA SHI RU(1986). ENHANCED PRODUCTION OF α -AMYLASE AND PLASMID STABILITY IN BATCH AND/OR CONTINUOUS CULTURE OF *BACILLUS STEAROTHERMOPHILUS* (pAT9). *Chemical Engineering Communication*, 45, 217-218.
- 3) Kazutoyo Yahiro, Tetsusi Takahama, Shi-ru Jia, Yongsoo Park and Mitsuyasu Okabe (1997). Comparison of air-lift and stirred tank reactors for itaconic acid production by *Aspergillus terreus*. *Biotechnology Letters*, 19, No.7, 619-621.
- 4) KAZUTOYO YAHIRO, SHINJI SHIBATA, SHI-RU JIA, YONGSOO PARK, and MITSUYASU OKABE (1997). Efficient Itaconic Acid Production from Raw Corn Starch, *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 84, No 2, 375-377.