



Title	エタノール発酵性大腸菌を用いた廃建材からのエタノール生産プロセスに関する研究
Author(s)	奥田, 直之
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48659
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	奥田直之
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第21976号
学位授与年月日	平成20年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科応用生物工学専攻
学位論文名	エタノール発酵性大腸菌を用いた廃建材からのエタノール生産プロセスに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 塩谷 捨明 (副査) 教授 大竹 久夫 教授 清水 浩 教授 福崎英一郎 教授 原島 俊 教授 卜部 格 教授 福井 希一 教授 小林 昭雄 教授 金谷 茂則

論文内容の要旨

地球温暖化対策としてバイオエタノールが注目されている。原料としては食料と競合しない木質系バイオマスの利用が必要とされているが、製造コストが高く実用化の障壁となっている。本研究では木質系原料の中で収集が比較的容易な廃建材からエタノール発酵性組換え大腸菌KO11を用いてエタノールを生産するプロセスを実用化するための課題を解決し、生物工学的な視点からKO11の培養特性とその有効な利用方法について考察することを目的とした。

第1章では廃建材の糖組成に伴う課題を検討した。従来用いられている嫌気発酵ではキシロースの消費が抑えられ、総体収率（加えた糖に対するエタノール生成量の理論収率に対する比率）が低い値にとどまった。対策として発酵初期から酸素を供給しNADHレベルを低減することによってキシロース代謝の促進を試みた結果、酸素移動速度が4mmol/(L·h)の微好気条件によってキシロース消費が著しく改善され、総体収率が向上した。この微好気条件の効果をパイロット規模の培養でも確認した。

第2章では培地栄養分の削減を検討した。KO11に対して有効な培地栄養分の中で最も安価なCSLでも培地中の濃度として1% (v/v)まで下げるとキシロース消費率、総体収率ともに大きく低下した。対策としてまずKO11の植菌量を4倍に上げたところ、CSL4%と同等の糖消費率と総体収率が得られ、発酵時間も短縮された。しかしKO11は高価な培地で調製するのでコスト的に得策ではない。そこで安価な培地で調製できる酵母*S. cerevisiae*との共培養を試みたところ、同様に糖消費率、総体収率ともに改善された。加水分解液ではKO11の世代数に伴いエタノール生産速度が低下したことから、植菌量の増加および共培養の効果は、ヘキソースをKO11あるいは酵母によって速やかに消費させKO11がエタノール生産力を維持している間にキシロースを消費させたため、と解釈された。

第3章では発酵阻害物質除去方法として広く用いられているoverlimingに代わる新しい方法として、リグニン分解能が確認されている好熱性細菌*Ureibacillus thermosphaericus*による生物的除去を試みた。その結果、*U. thermosphaericus*を植菌して処理した廃建材加水分解液はKO11および酵母によるエタノール生産がいずれもoverlimingと同等にまで向上した。糖のロスもoverlimingに比べて少なく、従来の生物的方法に比べて実用的な方法であることを示した。効果の理由として*U. thermosphaericus*はフラン類をカルボン酸に酸化していることを確認し、さらに、リグニン由来のフェノール化合物も低減していることを示唆する結果も得られた。

論文審査の結果の要旨

本研究では木質系原料の中で収集が比較的容易な廃建材からエタノール発酵性組換え大腸菌 KO11 を用いてエタノールを生産するプロセスを実用化するための課題を解決し、生物工学的な視点から KO11 の培養特性とその有効な利用方法について考察することを目的としている。

第1章では廃建材の糖組成に伴う課題を検討している。従来用いられている嫌気発酵ではキシロースの消費が抑えられ、総体収率（加えた糖に対するエタノール生成量の理論収率に対する比率）が低い値にとどまつたので、発酵初期から酸素を供給し NADH レベルを低減することによってキシロース代謝の促進を試みた結果、酸素移動速度が 4 mmol/(L・h) の微妙気条件によってキシロース消費が著しく改善され、総体収率が向上している。この微妙気条件の効果をパイロット規模の培養でも確認している。

第2章では培地栄養分の削減を検討している。KO11 に対して有効な培地栄養分の中で最も安価な CSL でも培地中の濃度として 1% (v/v) まで下げるときシロース消費率、総体収率ともに大きく低下するので、まず KO11 の植菌量を 4 倍に上げたところ、CSL 4% と同等の糖消費率と総体収率が得られ、発酵時間も短縮されている。しかし KO11 は高価な培地で調製するのでコスト的に得策ではない。そこで安価な培地で調製できる酵母 *S. cerevisiae* との共培養を試み、同様に糖消費率、総体収率ともに改善されている。加水分解液では KO11 の世代数に伴いエタノール生産速度が低下したことから、植菌量の増加および共培養の効果は、ヘキソースを KO11 あるいは酵母によって速やかに消費させ KO11 がエタノール生産力を維持している間にキシロースを消費させたため、と考えられる。

第3章では発酵阻害物質除去方法として広く用いられている overliming に代わる新しい方法として、リグニン分解能が確認されている好熱性細菌 *Ureibacillus thermosphaericus* による生物的除去を試みている。*U. thermosphaericus* を植菌して処理した廃建材加水分解液は KO11 および酵母によるエタノール生産がいずれも overliming と同等にまで向上している。糖のロスも overliming に比べて少なく、従来の生物的方法に比べて実用的な方法であることが示されている。効果の理由として *U. thermosphaericus* はフラン類をカルボン酸に酸化していることを確認し、さらに、リグニン由来のフェノール化合物も低減していることを示唆する結果も得られている。

以上のように、本論文は、エタノール発酵性組換え大腸菌 KO11 を用いてエタノールを生産するプロセスを実用化するための課題を生物化学工学的に解決し、成功している。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。