

乳酸とペントースからの新奇高ブタノール生産

資源・エネルギー

SATテクノロジー・ショーケース2015

はじめに

近年、石油資源の大量消費による地球温暖化や大気汚染が問題となっている。そのため、石油資源に依存しない社会の構築を目指し、バイオマス由来の物質生産に関する研究が世界中で行われている。その中で次世代燃料の一つとして注目を集めているのがブタノールである。ブタノールは*Clostridium*属細菌によるAcetone - Butanol - Ethanol (ABE) 発酵によって生産される。ABE発酵の原料として、食用デンプンなどの食糧バイオマスが利用されており、食糧価格の高騰や食糧不足を引き起こす可能性がある。よって、非食糧バイオマスであるリグノセルロースなどをABE発酵の基質として利用することが望ましい。しかしながら、ABE発酵では、リグノセルロースを基質として直接用いる事が困難である。よって本研究では、リグノセルロースの有効利用を目指し、完全非食糧バイオマスからの高ブタノール生産プロセスの構築を行った。

活動内容

ABE発酵の特徴としてABE生産*Clostridium*属細菌の代謝が挙げられる。その代謝は、乳酸、酢酸、酪酸などの有機酸を生成する酸生成期と生成した有機酸を再同化しながらアセトン、エタノール、ブタノールの溶媒を生成する溶媒生成期に分けられる。このように、ABE発酵では有機酸を消費してブタノールを生産するため、有機酸は基質として利用できる可能性がある。そこで、乳酸発酵によってリグノセルロースから生産され、かつグリーンプラスチックであるポリ乳酸の原料とならない付加価値の低いDL-乳酸に着目した。共役基質にヘミセルロースの構成糖であるペントースを用い、乳酸を利用した高ブタノール生産システムの構築について研究を行った。最適共役基質を検討した結果、回分培養にてペントースのアラビノースを用いた場合、ヘキソースのグルコースを用いた場合と比較して乳酸消費速度、ブタノール生産速度がそれぞれ4.3倍、3.1倍増加し、同じペントースのキシロースと比較してもそれぞれ2.0倍、3.7倍増加し、アラビノースが最適共役基質であった。さらに、乳酸阻害(10 g/l以上)を回避しつつ、高いブタノール生産濃度を得るため、乳酸とアラビノースを培養途中で添加する流加培養を行った。その結果、回分培養では最大ブタノール生産濃度が7.11 g/lであったが、基質を2

回添加した流加培養では15.6 g/lに達した¹⁾。ところで、DL-乳酸とグルコースを用いたブタノール生産の報告では、流加培養において乳酸が培養液中に蓄積したため、乳酸濃度を一定以下に制御できるpH-stat流加培養法を考案せざるを得なかった²⁾。一方、本研究では、アラビノースを共役基質として用いることによって、pH非制御での流加培養で前報と同等のブタノール生産濃度を得ることができ、培養プロセスの簡略化に成功した。また、¹³Cでラベルした乳酸を用いてアラビノースを共役基質とした回分培養を行い、代謝産物をGC-MSで解析した。その結果、乳酸由来の¹³Cを2個または4個含むブタノールのピークが確認され、ブタノールへの乳酸変換効率はグルコースを共役基質とした場合と同等の52%であった。

- 1) Yoshida et al., *JBB*, 114, 526-530, 2012.
- 2) Oshiro et al., *AMB*, 87, 1177- 1185, 2010.

関連情報等(特許関係、施設)

「ブタノールの新規な生産方法」, 園元謙二, 吉田剛士, WO2013027282 A1, 2013.2.28

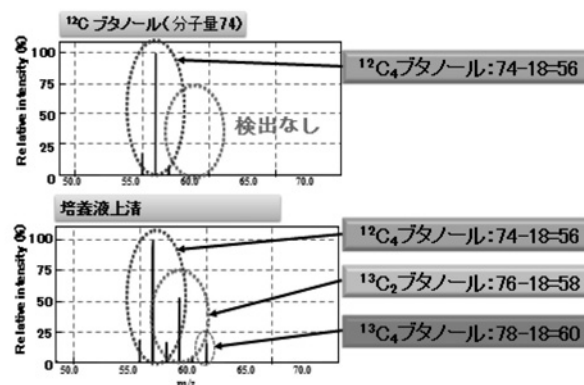


図1、GC-MS測定法による¹³C乳酸を用いた乳酸からブタノール生産の検証

代表発表者 吉田 剛士 (よしだ つよし)
所 属 (独)産業技術総合研究所
イノベーションスクール
健康工学研究部門
問合せ先 〒563-8577 大阪府池田市緑丘 1-8-31
TEL:072-751-9953 FAX:072-751-9517
tsuyoshi-yoshida@aist.go.jp

■キーワード: (1) バイオブタノール
(2) 非食料バイオマス
(3) 乳酸

■共同研究者: 園元 謙二
田代 幸寛
九州大学大学院農学研究院