

氏名(国籍)	アサド・ウル・レヘマン (パキスタン)		
学位の種類	博士(生物工学)		
学位記番号	博甲第4706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		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Studies on the Improvement of 1,3-Propanediol Production by <i>Clostridium butyricum</i> Using Glycerol Based Medium (<i>Clostridium butyricum</i> によるグリセロールを基質とした1,3-プロパンジオール生産プロセスの改良に関する研究)		
主査	筑波大学教授	農学博士	佐藤 誠吾
副査	筑波大学教授	工学博士	國府田 悦男
副査	筑波大学教授	工学博士	王 碧 昭
副査	筑波大学講師	博士(農学)	野村 名可男

論文の内容の要旨

近年、地球温暖化対策の一環としてバイオ燃料の需要が高まっており、バイオディーゼル生産が脚光を浴びている。バイオディーゼルは菜種油、ひまわり油、大豆油、パーム油、オリーブ油などの植物油を原料としたエステル化反応により得られるが、量論的には、1モルの植物油から3モルのバイオディーゼル(モノアルキルエステル)と1モルのグリセロールが副産物として得られる。バイオディーゼル生産が全世界的に普及しはじめ、副産物であるグリセロールは供給過剰状態となり、その有効利用が望まれている。

グリセロールは発酵原料として利用されてきたが、バイオディーゼル生産プロセスから得られるグリセロールには通常、メタノール、石鹼およびアルカリ成分などの不純物が含まれているため、そのままでは発酵原料とはなり得ない。そこで、本研究では、まずバイオディーゼルの副産物として得られるグリセロールを発酵原料とするために、不純物を除去する前処理法を開発し、不純物を除去したグリセロールを原料として1,3-プロパンジオールの発酵生産を試みた。

ひまわり油のメチルエステル化反応の副産物として得られたグリセロールには、アルカリ触媒やメタノール、未変換の脂肪酸などが混入しているため、85%リン酸を用いて洗浄した。次いで、メタノールを蒸留により除去し、さらに遊離脂肪酸を沈殿分離により除去した。このような処理により、グリセロールに含まれていた石鹼13%、およびアルカリ成分2.9%はいずれも検出不能なレベルにまで除去することができた。さらにメタノールは処理前50%だったが、処理後は1%以下まで除去することができた。またグリセロールの濃度は前処理により30%から90-95%にまで濃縮された。

このような前処理を行ったグリセロールを用いて、*Clostridium butyricum* DSM 5431による1,3-プロパンジオールの生産を試みた。グリセロール濃度を4%として発酵を行なった場合、本菌株に対する増殖阻害は純粋なグリセロールを用いた場合と同程度であった。次に、前処理を行ったグリセロールとこれをさらにn-ヘキサノールで2回洗浄したものを原料として増殖に対する阻害を比較すると、n-ヘキサノールで2回洗浄した場合は増殖阻害が53.2%軽減された。n-ヘキサノール洗浄の効果について検討したところ、グリセロー

ル濃度が2%までは増殖および1,3-プロパンジオール生産に差異は認められなかったが、グリセロールを5%に増加した場合には、1,3-プロパンジオールの生産性に大きな差異が認められた。このことから、ヘキサノール洗浄の効果は発酵生産の阻害物質である遊離脂肪酸が除去されたことが要因の一つであることが明らかとなった。また、培養へのグリセロール供給方法についての検討を行った結果、fed-batch培養における生産性は1.8g-1,3プロパンジオール/ℓ/hrから、2.14g-1,3プロパンジオール/ℓ/hrに改善され、グリセロールの消費量は87g/ℓに達した。

審査の結果の要旨

1,3-プロパンジオールは生分解性プラスチックの原料として利用価値が高く、今後の需要拡大が期待されている。一方、世界的に植物油脂を原料としたバイオディーゼルの生産が増大しているが、副産物であるグリセロールは供給過剰の状態である。グリセロールは、エタノール・水素・プロピオン酸など多くの有用物質の発酵生産原料として広く利用されてきたが、バイオディーゼルの生産から副生するグリセロールは、アルカリ触媒や脂肪酸、メタノールなどを含み、発酵原料としては適さなかった。

本論文の著者は、このように不純物を多く含むグリセロールを85%リン酸を用いて洗浄し、さらに蒸留を組み合わせることにより、石鹼やアルカリ成分、メタノールを除去し、グリセロール濃度を90-95%にまで濃縮した。さらに、グリセロールをn-ヘキサノールで洗浄することにより脂肪酸を除去し、発酵生産の阻害を低減した。このような処理により、バイオディーゼル生産の副産物であるグリセロールを発酵原料として使用可能とし、*Clostridium butyricum* DSM 5431を用いて1,3-プロパンジオールの生産に成功した。以上の理由から、本研究の独創性と新規性は十分に評価できる。

よって、著者は博士（生物工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。