

氏名	GULIBUSITAN AIERKENTAI		
授与学位	博士(工学)		
学位記番号	博甲第167号		
学位授与年月日	平成30年3月16日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項		
学位論文題目	Bioethanol synthesis from cellulosic materials (セルロース系原料からのバイオエタノール合成)		
論文審査委員	主査	教授	吉田 孝
		准教授	菅野 亨
		准教授	服部 和幸
		教授	阿部 良夫
		准教授	新井 博文

学位論文内容の要旨

非食糧で再生可能な資源からのセルロース系バイオエタノール製造は、化石燃料と地球温暖化問題を解決するための一助となる。クラフトパルプは製紙産業で木材から工業的生産が確立されているため、セルロース系バイオエタノールの原料として適しておりいくつかの研究がある。本研究では、効率的な糖化発酵のために市販セルラーゼ製剤と当研究室でこれまで使用し発酵能力の高いpYBGA1酵母の組合せによるクラフトパルプの効率的な糖化発酵条件を検討したところに特徴がある。

初めに微結晶セルロースを用い種々のセルラーゼ製剤の糖化率や生成するグルコース、セロビオースなどの割合などを検討した。始めにマイクロクリスタルセルロースの実験室的な前処理方法として、微粉碎化、高压高熱処理、希アルカリ低温処理を検討した。エネルギー的、糖化収率、後処理の容易さから希アルカリ低温処理が最も適していることが分かった。次に種々のセルラーゼの糖化性質を詳細に検討し、Cellic CTech、Acremonium、Sumizyme C、Sucrase Cなどのセルラーゼが希アルカリ低温処理したマイクロクリスタルセルロースを効率的に糖化できることが分かった。

次にセルロース成分が多いとされているNBKP(針葉樹晒しクラフトパルプ)を原料に市販のセルラーゼと形質転換酵母pYBGA1の組合せにより効率的なバイオエタノール合成について検討した。NBKPはそのまま、および希アルカリ低温処理(9wt%NaOH水溶液を用い-10°Cで10分攪拌)したものも使用した。熱重量分析装置による水分と灰分の定量、NREL法によりヘミセルロース、セルロース、リグニンの定量を行った。上記のセルラーゼ製剤を中心に糖化効率を検討し、逐次糖化発酵(STSF)と同時糖化発酵(SSF)を行った。

希アルカリ低温処理したNBKPは、未処理NBKPと比べセルラーゼによる糖化初期段階で糖化速度が速かった。しかし、72時間後では未処理NBKPでも糖化収率は同じとなった。希アルカリ低温処理NBKPの糖化初期での糖化速度が速い理由は、希アルカリ低温処理によりパルプ中のセルロース結晶構造が変化したため、糖化が容易になったと考えた。しかしNBKPではアルカリ処理する製造工程が含まれ、X線測定結果でも結晶化度は低い。そのため、改めて希アルカリ低温処理をしないでも長時間の糖化反応では、ほぼ同じ糖化収率になったと考えた。NBKPでも逐次糖化発酵法(SUSF)により糖化発酵を行った。Cellic CTec2とpYBGA1の組合せは、効率的に糖化発酵が進行した。Sumizyme C、Sucrase Cなどの酵素でも効率的に糖化が進行した。NBKPのアルカリ処理の有無に関係なく72時間糖化後、24時間の発酵で6.1g/Lエタノールが得られエタノール変換率は93%であった。同時糖化発酵法(SSF)でのエタノール変換率は64%であった。

以上、マイクロクリスタルセルロースおよびクラフトパルプ（NBKP）を原料にして12種類のセルラーゼ製剤とpYBGA1酵母との組合せによる糖化発酵について検討し、Cellic CTec2、Sumizyme C、Sucrase CなどのセルラーゼとpYBGA1酵母との組合せが効率的なバイオエタノール製造に適していることを見出した。この成果はクリーンなエネルギー源としてのセルロース系バイオエタノール製造に寄与できると考える。

論文審査結果の要旨

木材や植物などを原料とするセルロース系バイオエタノールは食糧と競合せず再生産可能なので、カーボンニュートラルで環境にやさしいエネルギー源として注目されている。しかし、同じグルコースから成るデンプンなどとは異なり、セルロースは結晶性であり酵素糖化に抵抗するので、効率的な糖化発酵条件の検討が必要になる。

申請者はセルロース源としてすでに工業生産されているNBKP（針葉樹晒しクラフトパルプ）に着目し、市販の11種類のセルラーゼ製剤とpYBGA1形質転換酵母および酒造用K7酵母との組合せによる糖化発酵について詳細に検討した。逐次糖化発酵法によりCellic CTec2、Sumizyme C、Sucrase Cなどのセルラーゼ酵素とpYBGA1酵母との組合せが効率的なバイオエタノール合成に適していることを見出した。糖化後からのエタノール最高変換率は93%に達した。

これらの成果は国際専門学術誌に総合論文として掲載され、かつ国内外の学会での研究発表も行い一定の評価も得ている。本研究の成果は博士論文として必要な事項をすべて満たし研究の発展性も期待できる。よって申請者は北見工業大学博士（工学）の学位を授与される資格があると審査委員会は認めた。