

| | | | |
|---------|---|---------|-------|
| 氏名 | Roni MARYANA | | |
| 学位の種類 | 博 士 (生物資源工学) | | |
| 学位記番号 | 博 甲 第 8324 号 | | |
| 学位授与年月日 | 平成 29年 6月 30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 Utilization of Sugarcane Bagasse for Dissolving Pulp and Bioethanol Production as Potential Biorefineries (バイオリファイナリーとしての溶解パルプとバイオエタノール製造のためのサトウキビバガスの利用に関する研究) | | |
| 主査 | 筑波大学教授 | 農学 博士 | 大井 洋 |
| 副査 | 筑波大学准教授 | 博士 (農学) | 中川 明子 |
| 副査 | 筑波大学准教授 | 工学 博士 | 梶山 幹夫 |
| 副査 | 筑波大学教授 | 博士 (農学) | 江前 敏晴 |

論 文 の 要 旨

著者は第一章で、サトウキビ (*Saccharum officinarum*) バガスとアブラヤシ (*Elaeis guineensis*) のバイオリファイナリーについて概説している。

インドネシアの2014年の統計資料によると、インドネシアの粗糖生産量は260万tで、約48万haのプランテーションから3,300万tのサトウキビを収穫し、粗糖を抽出している。サトウキビバガス (SB) の発生量はサトウキビ収穫量の30-40%であり、年間で約990-1,120万tに相当する。インドネシアはまた、粗パーム油の世界最大の生産国である。しかし、アブラヤシ樹木の生産性は20-25年後に低下するため、アブラヤシを植え替える必要があり、伐採されたアブラヤシの幹 (OPT) はもう一つの重要なバイオマス資源である。リグノセルロース材料からのエタノール生産の重要な工程は、前処理と糖化である。前処理の目的は、リグニンを除去し、セルロースとヘミセルロースへの酵素の接触を増大させることである。リグノセルロース原料の複雑に構成されている細胞壁構造を改変する方法が研究され、いくつかの化学的処理がその前処理として提案されている。酸性サルファイト、クラフト、ソーダ・アントラキノン (AQ) 蒸解が日本産カラマツ材の前処理に適用された。SB原料の酵素加水分解の前処理には、湿式酸化処理が水蒸気爆砕処理よりも適していることが報告されている。さらに、アルカリ性過酸化水素と酸加水分解を用いる前処理法も、SBからのリグニン除去に有効であることが報告されている。OPTに関しては、柔細胞と維管束の脱リグニンのために水酸化ナトリウム前処理が用いられた。

これらの知見に基づいて、著者は本論文の目的について、第一に、酵素糖化に対するリグニンの阻害的影響を調べることを挙げた。リグニンの影響は多くの研究者によって報告されているが、否定的影響が残留リ

グニンの量だけに依存しているのか、あるいはリグニン構造からの影響もまたあるのかについては未だ明らかでなかった。リグニン構造は、ニトロベンゼン酸化法によるシリングアルデヒドとバニリン収率の比 (S/V 比) に関係づけて頻繁に議論される。

そこで第二章で著者は、非木材材料の残留リグニン量 (カップー価), S/V 比, および糖化速度 (k) の間の関係を解析することによって、残留リグニンの含有量と構造的特徴の両者について、糖化におよぼす影響を明らかにした。アルカリ性サルファイト・アントラキノン (AS-AQ) またはソーダ・AQ 蒸解で、SB と OPT の脱リグニンを行い、得られたパルプを酵素糖化处理した。SB の脱リグニンについては、AS-AQ 法はソーダ・AQ 法よりも適していた。同一の蒸解および糖化の条件では、SB パルプは OPT パルプよりもグルコース遊離量が大きかった。カップー価 (残留リグニン量) の減少は明らかに糖化速度を向上させた。同一カップー価 (20) の AS-AQ パルプの比較では、S/V 比がより小さい (0.68) SB パルプで大きい糖化速度 (0.0327) が認められ、S/V 比が大きい (2.56) OPT パルプの糖化速度は小さかった (0.0252)。残留リグニンのシリング核が多い場合、糖化速度が遅くなることを見出された。

第三章で著者は、環境負荷の小さい蒸解と漂白として、無イオウ蒸解と完全無塩素 (TCF) 漂白をとりあげ、SB から高品質の溶解パルプ (DP) を調製した。ソーダ・AQ 蒸解と TCF 漂白の条件を詳細に検討し、得られる DP の品質を評価した。はじめに SB の前加水分解処理と蒸解条件を調べ、つぎに新規な多段漂白法として、酸素 (O), モノ過硫酸 (P_{sa}), アルカリ性過酸化水素漂白 (E_p) 処理を用いる O- P_{sa} - E_p - P_{sa} - E_p 多段漂白を提案した。最適な条件における未漂白パルプの白色度と粘度は、それぞれ 46.3% ISO と 34.1 cP で、最終漂白後のパルプ品質は、白色度 89.1% ISO, 粘度 6.4 cP, グルカン含有率: 95.7%, 灰分: 0.12% であり、インドネシア工業標準で定める品質の DP が得られた。

以上を総括すると、著者は、SB の酵素糖化前処理としては AS-AQ 蒸解が優れていること、残留リグニンの S/V 比が小さいために酵素糖化に対するリグニンの阻害的影響が小さいことを明らかにした。また、SB から高品質の DP の製造する方法として、無イオウ蒸解と無塩素多段漂白法を提案した。

審 査 の 要 旨

本論文は、SBの酵素糖化前処理としてAS-AQ蒸解法を提案し、SBから高品質のDPを製造する方法として、ソーダ・AQ蒸解とモノ過硫酸と過酸化水素を用いる無塩素多段漂白法を提案している。また、残留リグニン構造がパルプの酵素糖化に及ぼす阻害的影響を明らかにしている。有用な信頼性のある技術的方法と新規な基礎的知見が示されており、インドネシアにおける製糖産業とバイオマス関連産業の持続的発展への貢献が期待できる。

平成29年1月30日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士 (生物資源工学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。