บทคัดย่อ

เส้นใยนาโนเซลลูโลสสามารถแยกออกจากเส้นใยต้นปาล์มน้ำมันได้ด้วยวิธีการระเบิดด้วยไอน้ำความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และการใช้คลื่นอัลตราโซนิคความเข้มสูง 20 กิโลเฮิรซ์ กำลัง 800-1000 วัตต์ ร่วมกับการปรับสภาพทางเคมี วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยต้นปาล์มน้ำมันแห้งได้ดังนี้ แอลฟาเซลลูโลสร้อยละ 40.4 เฮมิเซลลูโลสร้อยละ 23.0 ลิกนินร้อยละ 18.7 สารแทรกต่างๆ ร้อยละ 5.7 และความชื้นร้อยละ 12.5 เทียบกับน้ำหนักแห้ง การแยกเส้นใยด้วยวิธีการระเบิดด้วยไอน้ำเริ่มจากการนำเส้นใยไปปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 2, 4 และ 6 โดยน้ำหนัก เพื่อไฮโดรไลซ์สารแทรกบริเวณพื้นผิวของเส้นใย โดยพบว่าการปรับสภาพด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ให้ร้อยละของแอลฟาเซลลูโลสสูงสุดเท่ากับ 70.0 นำเส้นใยที่ผ่านการปรับสภาพไปฟอกขาวด้วยสารละลายแคลเซียมไฮโปคลอไรต์เข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก จากนั้นนำไประเบิดด้วยไอน้ำ และไฮโดรไลซ์ด้วยสารละลายกรดออกซาลิกเข้มข้นร้อยละ 5 และ 11 โดยน้ำหนัก ส่วนการแยกเส้นใยด้วยวิธีการใช้คลื่นอัลตราโซนิคความเข้มสูง เริ่มจากการปรับสภาพเส้นใยและฟอกขาวเช่นเดียวกับการระเบิดด้วยไอน้ำก่อนนำเส้นใยไปผ่านคลื่นอัลตราโซนิค พบว่าปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยนาโนเซลลูโลสที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีแอลฟาเซลลูโลสเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 93.8-94.7 เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน สารแทรกและความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 0.5-0.7, 0.4-0.7, 0.3-0.1 และ 4.6-4.2 เทียบกับน้ำหนักแห้ง และเส้นใยนาโนเซลลูโลสที่แยกได้จากกระบวนการใช้อัลตราโซนิคความเข้มสูงมีร้อยละผลได้ของเส้นใยนาโนเซลลูโลสสูงกว่ากระบวนการระเบิดด้วยไอน้ำ เส้นใยนาโนเซลลูโลสที่ได้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20-50 นาโนเมตร และความยาวของเส้นใยมากกว่า 400 นาโนเมตร ความเป็นผลึกสูงขึ้นเป็นร้อยละ 41-65 และเซลลูโลสที่แยกได้เป็นเซลลูโลสชนิด I มีสมบัติเชิงความร้อนดีกว่าเส้นใยดิบ อุณหภูมิที่เส้นใยเกิดการสลายตัวสูงสุดคือ 304-345°C เมื่อเพิ่มเส้นใยตั้งต้นเป็น 500-1000 กรัม นำไปปรับสภาพเส้นใยด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก และผ่านกระบวนการระเบิดด้วยไอน้ำ รวมทั้งการฟอกขาวด้วยสารละลายแคลเซียมไฮโปคลอไรต์และการไฮโดรไลซ์ด้วยสารละลายกรดออกซาลิกเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก ได้ผลิตภัณฑ์เป็นเส้นใยนาโนเซลลูโลสเช่นกัน

Abstract

Nanocellulose fibers were successfully isolated from oil palm trunk fibers by steam explosion at pressure 15 $lb.in^{-2}$ and high intensity ultrasonication at 20 kHz with power 800-1200 watts incorporating with chemical pretreatment. Dried oil palm trunk fibers before consisted of 40.4% α-cellulose, 23.0% hemicellulose, 18.7% lignin, 5.7% waxes, and 12.5% moisture (dry weight). For steam explosion method, dried oil palm trunk fibers were treated with 2, 4, and 6 % wt NaOH solution to hydrolyzed waxes and impurities of fiber surface before steam explosion. The highest percentage of α-cellulose after pretreated with 2 % wt NaOH solution was 70.0. The oil palm trunk fibers were then bleached with 3 % wt $Ca(ClO)_2$ solution, isolated by steam explosion, and hydrolyzed further with 5 and 11 % wt oxalic acid solution. For high intensity ultrasonication method, the oil palm trunk fibers were pretreated and bleached with the same chemicals as steam explosion method before irradiated with high intensity ultrasonication. The chemical composition of nanocellulose fibers obtained from both isolation methods were nearly the same. The α-cellulose percentage increased up to 93.8-94.7%, while hemicellulose, lignin, waxes, and moisture decreased to 0.5-0.7, 0.4-0.7, 0.3-0.1, and 4.6-4.2%, respectively. The high intensity ultrasonication method gave higher percentage yield of nanocellulose fibers than steam explosion method. The diameter of nanocellulose fibers was around 20-50 nm with more than 400 nm length, crystallinity index increased up to 41-65% and higher thermal stability (DTG_{max} around 304-345°C) than raw oil palm fiber. The oil palm trunk raw material was then scaled up to 500-1000 g and pretreated with 2 % wt NaOH solution. These fibers were isolated by steam explosion method, also bleached with 3 % wt $Ca(ClO)_2$ solution, and hydrolyzed with 5 % wt oxalic acid solution to obtain nanocellulose fibers.