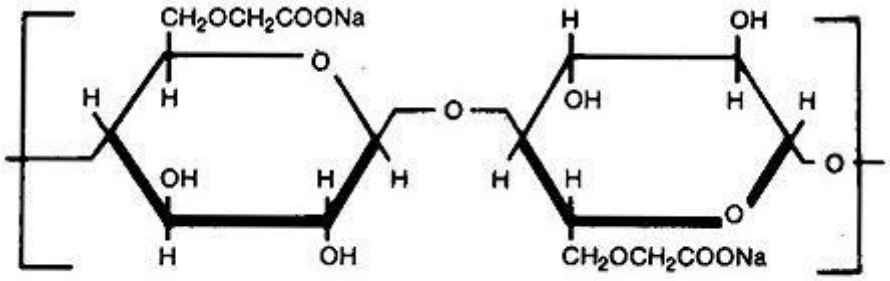
“CMC biopolymer”

ปิยพร ร่มแสง, มัตติกา ไชยลังกา, รังสรรค์ กุนสะนา, วิชชากร กันทรัญ, อนุวัฒน์ โรจน์สินทรัพย์, และนพพล เล็กสวัสดิ์

สาขาวิศวกรรมกระบวนการอาหาร สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

****

คาร์บอกซิเมทิลเซลลูโลสหรือซีเอ็มซี (carboxymethyl cellulose,CMC) หรือโซเดียมคาร์บอกซิ-เมทิลเซลลูโลส (sodium carboxymethylcellulose) เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) คือพอลิเมอร์ชนิดชอบน้ำ (hydrophilic) ที่เป็นคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสนั่นเอง ไฮโดรคอลลอยด์ชนิดนี้เป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่ดัดแปรจากสารที่ได้จากธรรมชาติ (modified natural hydrocolloids) เกิดจากการแปรหรือปรับปรุงคุณสมบัติของเซลลูโลสซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืชให้เกิดการแทนที่โครงสร้างเดิมด้วยหมู่เมธิลและหมู่คาร์บอกซิเมทิล ซึ่งมีโครงสร้างโมเลกุล ดังรูปที่ 1 (ดุษฎี และน้องนุช, 2555; สุนทร, 2555; นิธิยา และพิมพ์เพ็ญ, 2552; กฤษณา, 2547)



รูปที่ 1: โครงสร้างโมเลกุลของ sodium carboxymethylcellulose (นิธิยา และพิมพ์เพ็ญ, 2552).

ซีเอ็มซีถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆอย่างแพร่หลาย อาทิ อุตสาหกรรมการซักฟอก สี กาว สิ่งทอ กระดาษ เซรามิก อาหารและยา เนื่องจากซีเอ็มซีมีลักษณะเป็นของแข็งสีขาวไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่เป็นอันตราย ไม่มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ละลายน้ำได้ดี มีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มความหนืดที่ช่วยในการยึดเกาะและเป็นสารคงสภาพ สำหรับการใช้ประโยชน์คาร์บอกซิเมธิลเซลลูโลสในอุตสาหกรรมอาหาร จะใช้เป็นสารให้ความหนืดในไอศกรีม ใช้เป็นสารเคลือบผิวแคปซูลยาหรือเป็นสารก่อให้เกิดการเป็นเจลทางด้านเภสัชกรรม เป็นต้น (สุนทร, 2555; กฤษณา, 2547)

ในการเตรียมซีเอ็มซีหรืออนุพันธ์ของเซลลูโลสโดยทั่วไปจะต้องใช้เยื่อเซลลูโลสที่มีปริมาณแอลฟา-เซลลูโลส (alpha cellulose) หรือที่เรียกกันว่า เซลลูโลสคุณภาพสูงซึ่งเซลลูโลสคุณภาพสูงนี้อาจเตรียมได้จากวัตถุดิบต่างๆกันและวิธีทางเคมีที่แตกต่างกันด้วยเช่นกัน ในบางกรรมวิธีอาจเตรียมมาจากแป้งผสม เช่น แป้งผสมเบต้ากลูแคนที่เตรียมจากข้าวโอ๊ต (เกล็ดเล็กๆ) ข้าวบาร์เลย์และยีสต์ หรือจะเป็นจากโพลีแซคคาไรด์ในน้ำนมโปรตีนและจากแป้งข้าวเจ้าแบบเบต้ากลูแคน เป็นต้น ซึ่งในต่างประเทศส่วนใหญ่ผลิตเซลลูโลสดังกล่าว

ได้จากไม้ยืนต้น จำพวกสนและยูคาลิปตัส ทั้งนี้การควบคุมคุณภาพเยื่อเซลลูโลสที่ได้ให้คงที่นับว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งในการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ซึ่งต้องใช้วัตถุดิบจำนวนมาก เนื่องจากการใช้วัตถุดิบจำพวกพืชไร่ที่มีคุณภาพและปริมาณแตกต่างกันจากหลายๆแหล่ง จะทำให้ได้เยื่อเซลลูโลสที่มีคุณสมบัติไม่คงที่ แต่ในประเทศไทยได้มีการนำเอาพืชไร่หรือวัสดุที่เหลือทิ้งทางการเกษตรมาทดลองผลิตเซลลูโลสคุณภาพสูงไม่ว่าจะเป็น ต้นกก ซังข้าวโพด กาบมะพร้าว ก้านกล้วย กากปาล์ม ใบคะน้า ใบสัปปะรด หญ้านวลจันทร์ เป็นต้น ซึ่งถือว่าเป็นการนำเอาวัสดุเหลือทิ้งหรือผลพลอยได้ทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ การวิจัยเพื่อพัฒนาในการนำวัสดุเหล่านี้มาใช้ในการผลิตเซลลูโลสคุณภาพสูง จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะสามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุเหล่านี้ได้ (กฤษณเวช และวิทวัส, 2554; รานี และสุธาทิพย์, 2554; กฤษณา, 2547; Almasi *et al.*, 2010) ในบทความนี้จะนำเสนอการผลิตเซลลูโลสคุณภาพสูงจากวัสดุที่น่าสนใจ ดังนี้

- เปลือกทุเรียน เนื่องจากในเปลือกทุเรียนนอกจากจะมีส่วนที่เป็นพอลิแซคคาไรด์แล้ว ยังประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นเซลลูโลสสูงถึงร้อยละ 30 จากการศึกษาที่ผ่านมาเกณฑ์ขั้นต่ำของคุณภาพทางเคมีสำหรับวัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้เตรียมเซลลูโลสคุณภาพสูง จะต้องมีแอลฟาเซลลูโลสไม่ต่ำกว่าร้อยละ 29 มีลิกนินไม่เกินร้อยละ 22 มีเถ้าไม่เกินร้อยละ 9 และมีเพนโตแซน (pentosans) ไม่เกินร้อยละ 32 นั่นคือ เปลือกทุเรียนมีคุณภาพทางเคมีที่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำมาใช้เตรียมเยื่อเซลลูโลสคุณภาพสูงได้ (กฤษณา, 2547)

- ผักตบชวา ปัจจุบันมีผลวิจัยที่ค้นพบว่าสามารถนำเอาผักตบชวามาเตรียมเซลลูโลสคุณภาพสูงได้ เพราะในผักตบชวามีปริมาณแอลฟาเซลลูโลสสูงประมาณร้อยละ 24 (กฤษณเวช และวิทวัส, 2554) - 44 (รานี และสุธาทิพย์, 2554) ซึ่งเป็นเซลลูโลสคุณภาพสูงที่นำไปเตรียมซีเอ็มซีที่จัดเป็นซีเอ็มซีที่นำไปใช้ประโยชน์มากที่สุดด้วย แต่ในประเทศไทยยังไม่มีการผลิตซีเอ็มซีจากผักตบชวาใช้เอง จุดนี้จึงเป็นที่น่าสนใจในการทำการวิจัยต่อไป

- ชานอ้อย ในการสังเคราะห์เซลลูโลสคุณภาพสูงนั้น ชานอ้อยถือว่าเป็นวัสดุที่มีปริมาณเซลลูโลสมากที่สุดถึงร้อยละ 41 ซึ่งปริมาณเซลลูโลสคุณภาพสูงนี้จะนำไปเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของคาร์บอกซิเมธิลเซลลูโลสเพื่อการผลิตแผ่นพลาสติกชีวภาพที่มีคุณภาพคือมีการยึดติดแข็งแรงและไม่เปราะบางมากที่สุด ด้วยเหตุนี้ชานอ้อยจึงเหมาะจะเป็นวัตถุดิบในการสกัดเซลลูโลสคุณภาพสูงนั่นเอง (กฤษณเวช และวิทวัส, 2554)

- เยื่อฟางข้าว ในเยื่อฟางข้าวมีปริมาณเซลลูโลสเพียงพอในการผลิตคาร์บอกซิเมธิลเซลลูโลส ซึ่งมีลักษณะเป็นฟิล์มแบบโซดาแอนทราคิวโนนและมีความสามารถในการละลายน้ำกว่าร้อยละ 50-85 ในหลักการนี้ถูกนำไปใช้ในการผลิตฟิล์มคาร์บอกซิเมธิลเซลลูโลสเคลือบผิวผลไม้ โดยฟิล์มจากเยื่อฟางข้าวที่ได้จะมีลักษณะใส ละลายน้ำได้ง่ายและที่สำคัญคือ ไม่มีสารพิษตกค้างถึงผู้บริโภค ฟางข้าวจึงเป็นอีกหนึ่งวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่เป็นที่น่าสนใจในการสกัดเซลลูโลสคุณภาพสูง แล้วสังเคราะห์เป็นฟิล์มซีเอ็มซีนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นนอกเหนือจากอุตสาหกรรมอาหารนั่นเอง (สุนทร, 2555)

จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นว่าการสกัดเซลลูโลสคุณภาพสูงสามารถสกัดได้จากวัสดุทางการเกษตรได้หลายชนิด จึงถือเป็นความโชคดีของประเทศไทยที่มีวัสดุเหล่านี้อยู่มากในประเทศ เพราะวัสดุดังกล่าวจัดเป็นวัสดุที่ใช้ในการผลิตที่มีต้นทุนต่ำและหาได้ง่าย ปัจจุบันจึงพบว่ามีการนำซีเอ็มซีไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆมากมาย ไม่เฉพาะในอุตสาหกรรมที่กล่าวไปแล้วในข้างต้น ยังมีอุตสาหกรรมกระดาษ สีทา กาว สิ่งทอ หรือ

แม้แต่อุตสาหกรรมการขุดเจาะและมีแนวโน้มที่จะขยายตัวในด้านอุตสาหกรรมอาหาร โดยเฉพาะอาหารและเครื่องดื่มที่มีแคลลอรี่ต่ำ นอกจากนี้ยังมีการนำเอาซีเอ็มซีไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆอีก เช่น อุตสาหกรรมไม้อัด ซีเมนต์ บุหรี่ ดินสอ ลวดเชื่อมไฟฟ้า วัตถุระเบิด หนังยาง เครื่องสำอาง ของใช้ประจำบ้านได้แก่ ยาสีฟัน โฟมล้างหน้า โลชั่นและอื่นๆ อย่างไรก็ดี ด้วยความน่าสนใจในเทคโนโลยี CMC biopolymer นี้เองการศึกษาและวิจัยในเรื่องนี้ควรได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนต่อไป เพื่อที่ประเทศของเราจะได้พัฒนาไปเป็นประเทศอุตสาหกรรมอีกทางหนึ่งเลยก็ว่าได้ (ศรีไฉล, 2555)

เอกสารอ้างอิง

กฤษณา ศิรเลิศมุกุล. 2547. “เซลลูโลสจากเปลือกทุเรียน.”[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.material.chula.ac.th/RADIO47/September/radio9-4.htm (สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม2555).

กฤษณเวช ทรงธนศักดิ์ และวิทวัส จิรัฐพงศ์.2554.“การศึกษาปริมาณเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินจากของเหลือทิ้งจากพืชเพื่อใช้ในการผลิตแผ่นฟิล์มพลาสติกชีวภาพ.”การประชุมวิชาการนานาชาติวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 21. วันที่10–11 พฤศจิกายน 2554, อำเภอหาดใหญ่จังหวัดสงขลา. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.chem.eng.psu.ac.th/tiche2011/TCHE/data/paper/thai/tes/oral/tes007.pdf (สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2555).

ดุษฎีอุตภาพ และน้องนุช เจริญกุล.2555. “บทที่ 4สมบัติทางเคมีของคาร์โบไฮเดรท-ไฮโดรคอลลอยด์และการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม.” เทคโนโลยีของคาร์โบไฮเดรท Carbohydrate Technology สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวเคมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/BCT611/chapter4.html (สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม2555).

นิธิยา รัตนาปนนท์ และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2552.“carboxy methyl cellulose cmc.”[ระบบออน-ไลน์]. แหล่งที่มาhttp://www.foodnetworksolution.com/vocab/word/1439/CMC (สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม2555).

รานีสุวรรณพฤกษ์ และสุธาทิพย์ ศิริไพศาลพิพัฒน์.2554. “การผลิตโซเดียมคาร์บอกซี เมทธิล เซลลูโลสจากผักตบชวา.” สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (หน้า 471-478). [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มาhttp://anchan.lib.ku.ac.th/kukr/handle/003/11297?mode=full (สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม2555).

ศรีไฉลขุนท.2555. “ประโยชน์ของชานอ้อยในการผลิตสารซีเอ็มซี.”[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://b23307.wordpress.com/ (สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2555).

สุนทร ตรีนันทวัน.2555.“ฟิล์มเคลือบผิวผลไม้จากเยื่อฟางข้าว CMC.”[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://edtech.ipst.ac.th/index.php/2011-07-29-04-02-00/18-2011-08-09-06-29-06/372-2012-07-09-02-32-53 (สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2555).

Almasi, H., Ghanbarzadeh, B.,Entezami, A.A. 2010. International Journal of Biological Macro-molecules. (Accessed 5th December 2012). http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813009002104