ประโยชน์ที่จะได้จากเมล็ดฝ้าย

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีผลผลิตทางเกษตรหลายชนิด เช่น ข้าว ไม้สัก ยางพารา ผ้าไหม ฯลฯ ซึ่งเป็นสินค้าออกที่สำคัญและนำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละมาก ๆ ผลผลิตทางเกษตรอีกอย่างหนึ่ง ได้แก่ ฝ้าย เป็นเวลานานมาแล้วที่มนุษย์รู้จักใช้ปุยฝ้ายมากรอเป็นเส้น ทำด้ายหลอด ทอเป็นเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม ทำสำลีและผ้ากรอสหรือผ้าพันแผล เป็นต้น ในสมัยก่อนมนุษย์รู้จักใช้ประโยชน์เฉพาะปุยฝ้ายแต่อย่างเดียว ส่วนเมล็ดฝ้าย ถ้าไม่ใช่ทำพันธุ์ก็เผาหรือทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์

การศึกษาวิจัย และความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสมัยต่อมา ทำให้รู้จักนำเมล็ดฝ้ายซึ่งเป็นส่วนที่เคยถูกละเลย และทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ กลับมาใช้ประโยชน์มากกว่าปุยฝ้ายเสียอีก ปัจจุบันนี้เมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งวัตถุดิบที่ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด

เมล็ดฝ้ายประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 3 ส่วน คือ

1. เนื้อที่อยู่ภายในเมล็ดฝ้าย ประมาณร้อยละ 44–61
2. เปลือกเมล็ด ประมาณร้อยละ 40–55
3. เส้นใยที่ติดอยู่กับเปลือกเมล็ด ประมาณร้อยละ 10–15

ส่วนต่างๆ เหล่านี้อาจใช้เป็นวัตถุดิบของอุหสาหกรรมได้ดังนี้

1. เนื้อที่อยู่ภายในเมล็ดฝ้าย ใช้เป็นวัตถุดิบในการอุตสาหกรรม เกี่ยวกับ

การทำแป้ง สำหรับทำขนมปัง เค็ก (cake) แครคเกอร์ (cracker)

อาหารสัตว์ ใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยง วัว ควาย แกะ ม้า ฟ่อ เป็ด ไก่ หมู และอื่น ๆ

ปุ๋ย เช่นปุ๋ยเพาะเห็ด ปุ๋ยหมัก

น้ำมันพืช สำหรับทำน้ำมันสลัด มาการีน น้ำสลัดชนิดข้น (mayonaise) ชอตเทนนิ่ง (shortening) สลัดเดรสซิ่ง (salad dressing) ใช้เป็นส่วนผสมในยาและเครื่องสำอาง ใช้ประกอบอาหาร ทำสบู่ กลีเซอรีน วัตถุระเบิด และกรดไขมัน (fatty acid) ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบ ในอุตสาหกรรมยาง พลาสติค ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าเชื้อรา สารกันน้ำ สารแต่งผิวกระดาษ หนัง และสิ่งทอ ฯลฯ

2. เปลือกเมล็ด ใช้ทำปุ๋ย อินทรีย์วัตถุคลุมดิน (mulch) และสารแต่งสภาพดิน (soil conditioning) ใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมการย้อมสี การพิมพ์ดอกผ้า การฟอกหนัง หมึกพิมพ์ และใช้ในการเตรียมสารเฟอร์ฟูราล (furfural) ซึ่งใช้มากในอุตสาหกรรมยางสังเคราะห์ พลาสติค และการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม เป็นต้น

3. เส้นใยที่ติดอยู่กับเปลือกเมล็ด เป็นส่วนที่มีเซลลูโลสประกอบอยู่มาก จึงใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับเตรียมเซลลูโลส และสารประกอบอนุพันธ์ของเซลลูโลส (cellulose and cellulose derivatives) ซึ่งอาจนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเหล่านี้ได้ เช่น

เรยอง ซึ่งเป็นเส้นใยสังเคราะห์ที่ใช้ทำท่ออากาศ (air hose) และผ้าหรือสิ่งทอที่ใช้ในการอุตสาหกรรม (industrial fabrics)

ฟิล์มหรือแผ่นเซลโลเฟน (cellophane) ที่ใช้ทำถุงในการบรรจุอาหารและทำไส้กรอก

เซลลูโลสไนเตรต ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมเกี่ยวกับ พลาสติค แลคเกอร์ และดินระเบิด

เซลลูโลสอาซีเตต เป็นเส้นใยสังเคราะห์อีกชนิดหนึ่ง ใช้สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ พลาสติค

และผลิตภัณฑ์พลาสติคหลายอย่างเช่น ส่วนประกอบรถยนต์ เครื่องไฟฟ้า เครื่องสุขภัณฑ์ ปากกา และดินสอ ฯลฯ นอกจากนี้เซลลูโลสอาซิเตตยังใช้ในการผลิตฟิล์มถ่ายรูปและฟิล์มเอ็กซเรย์ด้วย

กระดาษ เช่น กระดาษเขียน–กระดาษพิมพ์ กระดาษกรอง กระดาษซับ เป็นต้น

สารประกอบเอสเทอร์ และอีเทอร์ของเซลลูโลส (cellulose esters and ethers) ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่นอาหาร ยา เครื่องสำอาง เป็นต้น

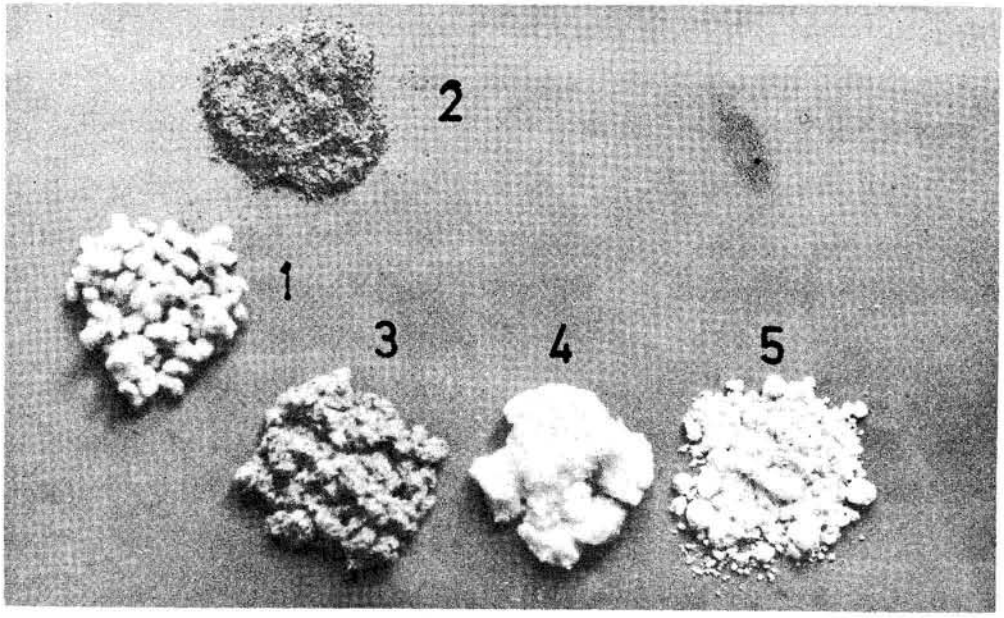
จากที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่า เมล็ดฝ้ายมีประโยชน์และก่อให้เกิดอุตสาหกรรมใหญ่ ๆ หลายชนิด สำหรับประเทศไทยในปัจจุบัน ใช้เมล็ดฝ้ายเฉพาะการสกัดน้ำมันพืชเพื่อใช้ประกอบอาหารเป็นส่วนใหญ่ ส่วนกากที่เหลือหลังจากการสกัดเอาน้ำมันออกแล้ว จะจำหน่ายให้แก่เกษตรกร สำหรับทำฟาร์มเพาะเห็ด หรืออาจจะแปรรูปโดยอัดเป็นเม็ด เพื่อจำหน่ายในรูปของอาหารสัตว์เท่านั้น ส่วนเส้นใยของเปลือกเมล็ด ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์แต่อย่างใด

กรมวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์จากเส้นใยที่ติดอยู่กับเมล็ดในการเตรียมเซลลูโลสที่บริสุทธิ์ และได้ทดลองใช้เซลลูโลสที่แยกออกมานี้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสารอนุพันธ์ของเซลลูโลส คือ คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส หรือซีเอมซี (carboxy methyl cellulose or CMC) ซึ่งเป็นสารที่ละลายน้ำได้ดีเมื่อละลายน้ำแล้วจะมีลักษณะข้นคล้ายวุ้น ไม่ตกตะกอนไม่ว่าจะอยู่ในตัวกลางที่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือด่าง ช่วยให้ส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน โดยไม่แยกชั้นหรือแยกตัวออกจากกัน และไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ดังนั้น ซีเอมซี จึงนิยมใช้เป็นสารทำให้ข้น (thickening agent) ในอาหารแยม ไอสครีม ยาสีฟัน แชมพู เครื่องสำอางประเภทครีม และอีมัลชั่น และอื่น ๆ นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนผสมในผงซักฟอก (detergent) เพื่อช่วยให้สิ่งสกปรกที่แยกออกมารวมตัวกันง่ายขึ้นทำให้สะดวกต่อการซัก

กรรมวิธีการแยกเซลลูโลส การทำให้บริสุทธิ์และการเตรียมซีเอมซี เริ่มจากการทำความสะอาดกากเมล็ดฝ้ายที่สกัดน้ำมันออกแล้ว และใช้เครื่องบดตีแยกเอาเส้นใยสั้น ๆ ที่ติดอยู่กับเปลือกเมล็ดออกจากเปลือก ร่อนเอาแต่ส่วนที่เป็นเส้นใย นำเส้นใยที่ได้ไปต้มกับสารละลายด่างภายใต้ความกดดันในเครื่องออโตเคลฟ (autoclave) เป็นเวลาประมาณ 1–2 ชั่วโมง นำออกมาล้างน้ำให้หมดฤทธิ์ด่าง ถ้ามีสีน้ำตาลติดอยู่กับเส้นใย จะต้องฟอกสีให้ขาวด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ในการฟอกสีจะต้องระมัดระวังความเข้มข้นของสารฟอกสีที่ใช้ให้พอเหมาะ ปรับสภาพให้เป็นกลางก่อนนำมาล้างน้ำ แล้วแช่ไว้ในน้ำกลั่นประมาณ 6–8 ชั่วโมง นำออกมาตากให้แห้ง เส้นใยที่ผ่านกรรมวิธีดังกล่าวแล้ว เรียกว่า พัลพ์ (pulp) หรือเยื่อซึ่งเป็นเซลลูโลส จากการทดลองพบว่าเยื่อที่ได้จะมีอัลฟาเซลลูโลสอยู่ร้อยละ 65–79 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายด่าง สารฟอกสี เวลาที่ใช้ในการต้มฟอกสี อุณหภูมิและความดัน

นำเยื่อที่เตรียมได้มาอบให้แห้ง ใส่ลงในเครื่องกวน เติมตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) บางชนิดลงไปเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเกิดปฏิกริยาเคมี (reaction medium) สารละลายนี้อาจจะใช้ เบนซีน อาซีโตน หรือเมธิลเอธิลคีโตน อย่างใดอย่างหนึ่งกับเอธิลอัลกอฮอล์ หรือตัวทำละลายอื่น

เปิดเครื่องกวนให้เยื่อกระจายในตัวทำละลายอินทรีย์ แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไปในเครื่องกวน (ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 กรัมโมล์ ต่อ 1 กรัมโมล์ของเซลลูโลส) เปิดเครื่องกวนตลอดเวลา ในขณะที่เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำให้อุณหภูมิของของผสมต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ก่อนเติมกรดโมโนคลอโรอาซิติค (ใช้กรด 1 กรัมโมล์ ต่อ เซลลูโลส 1 กรัมโมล์) เปิดเครื่องกวนจนส่วนผสมเข้ากันดี เทส่วนผสมลงในถ้วยแก้วทรงกระบอก แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ทำให้อุณหภูมิคงที่ที่ 30 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน นำออกมากรอง ส่วนที่อยู่บนกระดาษกรอง คือ ซีเอมซี ล้างซีเอมซีที่ได้ด้วยเม-



1. เมล็ดฝ้าย หลังจากแยกเอาเส้นใยขนาดยาว และสกัดน้ำมันออกแล้ว
2. เปลือกเมล็ดฝ้าย ซึ่งผ่านเครื่องมือสำหรับแยกเอาเส้นใยขนาดสั้นที่ติดอยู่ออก
3. เส้นใยขนาดสั้น เป็นเส้นใยที่ติดอยู่กับเปลือกเมล็ด และใช้เป็นวัตถุดิบในการเตรียมเยื่อ (pulp)
4. เยื่อที่ได้หลังจากผ่านกรรมวิธีทำให้บริสุทธิ์ เพื่อใช้ในการเตรียม ซีเอมซี
5. ซีเอมซี

ธิลอัลกอฮอล์ นำไปตากให้แห้ง ซีเอมซีที่ได้ในขั้นนี้จะมีดีกรีของการแทนที่ (Degree of Substitution) น้อยกว่า 0.8 การทำให้ดีกรีของการแทนที่สูงขึ้นจะทำได้โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่ามัลติสเตพ (multistep) จากการทดลองพบว่า หลังจากการทำมัลติสเตพ 5 ครั้ง ซีเอมซีที่ได้จะมีดีกรีของการแทนที่เท่ากับ 2.82 ± 0.01 ซึ่งสูงกว่าในซีเอมซีที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด ซึ่งมีค่าดีกรีของการแทนที่เท่ากับ 0.8–1.4

ซีเอมซีที่ได้จากการทดลอง มีลักษณะเป็นผงสีขาว ละลายน้ำได้ดีมาก และมีความหนืดสูงเหมาะสำหรับเป็นสารทำให้ข้นในอุตสาหกรรมอาหาร น้ำสลัด แยม ไอสครีม ใช้เป็นส่วนผสมในผงซักฟอก ยาสีฟัน และผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่เป็นอีมัลชั่น นอกจากนี้อาจนำไปใช้ในการสังเคราะห์สารโมเลกุลใหญ่ที่เรียกว่าโพลิเมอร์ (polymers) บางชนิดที่มีประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมหลายประเภท และใช้เป็นตัวกลางในการศึกษาเกี่ยวกับกลไกของปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชั่น (polymerization) ของสารบางชนิด

□