

การสกัดเซลลูโลสจากต้นกกเพื่อใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เส้นใยอาหาร Cellulose Extraction from *Cyperus Corymbosus* Rottb L. for Dietary Fiber

พัชราภรณ์ พิมพ์จันทร์*, สุปัญญา พงอูดา, พรนภา บุญตา, อรุณรัตน์ อุทัยคู

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

E-mail: Patcharaporn145@gmail.com*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดเซลลูโลสจากต้นกกและเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของต้นกกที่เกิดในดินเค็มและดินทั่วไปสำหรับความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารและแหล่งเซลลูโลสทดแทน ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำพืชหลายชนิดมาทำการสกัดเซลลูโลสแต่ก็ยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศเนื่องจากมีปริมาณไม่เพียงพอ ดังนั้นต้นกกซึ่งมีราคาถูก เป็นวัชพืชทนเค็ม จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่จะสามารถใช้ทดแทนพืชชนิดอื่นๆได้

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของต้นกกพบว่าต้นกกที่เกิดในดินเค็มและดินทั่วไปมีปริมาณความชื้นร้อยละ 2.04 และ 2.67 มีเถ้าร้อยละ 2.64 และ 2.32 มีแอลฟาเซลลูโลสร้อยละ 43.73 และ 51.61 มีโฮโลเซลลูโลสร้อยละ 80.20 และ 70.52 และลิกนินร้อยละ 14.92 และ 17.30 ตามลำดับ โดยต้นกกในดินเค็มสามารถสกัดเซลลูโลสได้ร้อยละ 81.91 และต้นกกในดินทั่วไปสามารถสกัดเซลลูโลสได้ร้อยละ 88.74 ยืนยันโครงสร้างเซลลูโลสที่สกัดได้ด้วยเทคนิค Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) และ เทคนิค X-ray Diffraction (XRD) จากการศึกษาพบว่า ต้นกกทั้งในดินเค็มและดินทั่วไปมีปริมาณเส้นใยสูงสามารถสกัดเซลลูโลสและเหมาะสมในการผลิตเป็นเส้นใยอาหารที่ไม่ต้องการพลังงานได้

คำสำคัญ : กก, ดินเค็ม, เซลลูโลส, เส้นใยอาหาร

ABSTRACT

The aims of this research were to study the cellulose extraction methods of *Cyperus Corymbosus* Rottb L. in saline soil and general soil and study the chemical compositions of *Cyperus Corymbosus* Rottb L. for the potential application in the food industry and finding alternative sources of cellulose. In the present-day, Thailand has introduced many kinds of plants to extract the cellulose, but still need to import from abroad due to insufficient quantity. The *Cyperus Corymbosus* Rottb L. is one alternative plants to use because it inexpensive and salty weed.

The *Cyperus Corymbosus* Rottb L. in saline soil and general soil were observed the moisture at 2.04% and 2.67%, ash at 2.64%, 2.32%, alpha-cellulose at 43.73%, 51.61%, Holocellulose at 80.20%, 70.52% and lignin at 14.92%, 17.30%, respectively. The extraction recoveries of cellulose for *Cyperus Corymbosus* Rottb L. in saline soil and general soil were 81.91% and 88.74%, respectively. The cellulose structure was characterized by Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) and X-ray diffraction (XRD). According to the studies, it has been found that *Cyperus Corymbosus* Rottb L. in saline soil and general soil revealed the high fiber content indicating that the *Cyperus Corymbosus* Rottb L. in saline soil and general soil can be used to the raw material dietary fiber, which is the low energy.

Keyword: *Cyperus Corymbosus* Rottb L., Saline soil, Cellulose, dietary fibers

บทนำ

เซลลูโลส (Cellulose) เป็นองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์ในพืช เป็นส่วนของเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ปัจจุบันเซลลูโลสและอนุพันธ์ของเซลลูโลสถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆอย่างกว้างขวาง เช่น อุตสาหกรรมอาหาร เกษตรกรรม เครื่องสำอาง สี และอุตสาหกรรมอื่นๆ ซึ่งประเทศไทยยังต้องนำเข้าเซลลูโลสและอนุพันธ์จากต่างประเทศเนื่องจากแหล่งผลิตภายในประเทศไม่เพียงพอ ซึ่งคาดว่าจะสามารถเติบโตในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากคนส่วนใหญ่หันมาให้ความสำคัญด้านสุขภาพมากขึ้นและมีการรับประทานเซลลูโลสและใยอาหารมากขึ้น ในแง่ของอาหารเซลลูโลสเป็นอาหารลดความอ้วน เพราะไม่ให้พลังงาน และไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่น (ศศิเกษม ทองยงค์และพรณี เดชกำแหง, 2530) ช่วยป้องกันมะเร็ง ปกป้องลำไส้ให้สุขภาพดี มีสมบัติอุ้มน้ำได้ดี และเพิ่มปริมาณกากอาหาร (บรรจบ ชุณหสวัสดิกุลและปาริชาติ สักกะทำนุ, 2539) นอกจากนี้ยังช่วยควบคุมโรคเบาหวาน โดยลดระดับน้ำตาล ไขมัน และคอเลสเตอรอล (cholesterol) ในเลือด และลดการเกิดนิ่วในถุงน้ำดีได้ (นิธิยา รัตนานนท์, 2537) ส่วนเซลลูโลสผงช่วยเพิ่มปริมาตร และปรับปรุงเนื้อสัมผัสในเค้ก (จันทร์รัตน์ เลิศมนรัตนและคณะ, 2539) ทำให้การหดตัวของเค้กหลังการอบลดลง เพราะเซลลูโลสผงทำให้โครงสร้างที่เก็บกักก๊าซแข็งแรงขึ้น (Ang, 1991) และช่วยลดการอมน้ำมันในอาหารทอดต่างๆ (จุฬาลักษณ์ วงศ์สรรเสริญและคณะ, 2544) ปัจจุบันเซลลูโลสผงมักจะนำเข้ามาจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีราคาสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ใยอาหารและเซลลูโลสที่ใช้ปัจจุบันล้วนต้องนำเข้าจากต่างประเทศแทบทั้งสิ้น อีกทั้งยังไม่มีการผลิตเชิงพาณิชย์ภายในประเทศ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพมีศักยภาพในการแข่งขันกับประเทศอื่นในตลาดโลกลดน้อยลง และมีแนวโน้มที่จะเกิดปัญหามากขึ้นในอนาคต นอกจากนี้บริเวณ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม มีลักษณะเป็นดินเค็ม และมีแปลงทดลองของราชภัฏมหาสารคามจากการสำรวจแหล่งดินเค็มพบว่า มีพืชเจริญเติบโตอยู่น้อย แต่พืชคือ กก ที่เป็นวัชพืชทนเค็มสามารถขึ้นได้แต่มีการนำไปใช้ประโยชน์น้อย ซึ่งลักษณะพิเศษของพืชที่ขึ้นในดินเค็มคือมีการสะสมของเกลือและสารอนินทรีย์ มากกว่าพืชในดินทั่วไปอาจมีผลต่อทั้งรสชาติและสมบัติทางเคมีของพืชนั้นซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะนอกจากนี้ กกยังมีสรรพคุณทางยา เช่น รักษาโรคท้องน้ำดีอักเสบ ขับน้ำดี แก้แผลเปื่อยพุพองในปาก บำรุงธาตุ แก้ไข้ในได้อีกด้วย ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดที่จะศึกษาการสกัดเซลลูโลสจากกก เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่มีเซลลูโลสแหล่งใหม่จากพืชในชุมชนที่มีราคาถูก

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1 สกัดเซลลูโลสจากต้นกกที่เกิดขึ้นในดินเค็มและดินทั่วไป
2. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกกในดินเค็มและดินทั่วไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

เก็บตัวอย่างต้นกกโดยเลือกที่มีดอกสีน้ำตาล ตัดจากโคนที่ความสูง 45 เซนติเมตร ทำความสะอาดแล้วเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่อไป

1.1 ความชื้น

1) ชั่งน้ำหนักถ้วยอบตัวอย่างพร้อมฝาที่ล้างสะอาดและแห้งอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

2) ชั่งตัวอย่างที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ 1 กรัม ใส่ลงในถ้วยอบบันทึกน้ำหนักนำไปอบที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่ จากนั้นคำนวณ ร้อยละความชื้น ดังสมการ

$$\% \text{ความชื้น} = \frac{(W_1 - W_2) \times (100)}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

W_1 คือน้ำหนักถ้วยอบ + น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

W_2 คือน้ำหนักถ้วยอบ + น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

1.2 ปริมาณเถ้า

1) ชั่งน้ำหนักถ้วยอบตัวอย่างพร้อมฝาที่ล้างสะอาด และแห้งอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง

2) ชั่งตัวอย่างใส่ลงในถ้วยที่ทราบน้ำหนักแล้ว 1 กรัม นำไปเผาบนเตาไฟฟ้าจนหมดควัน

3) นำตัวอย่างที่เผาไล่ควันแล้วไปเผาต่อในเตาเผา (Muffle furnace) อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง

4) นำถ้วยออกมาใส่ในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็น แล้วชั่งน้ำหนัก จากนั้นคำนวณ ร้อยละเถ้า ดังสมการ

$$\% \text{เถ้า} = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

W_1 คือน้ำหนักถ้วย

W_2 คือน้ำหนักถ้วย + น้ำหนักตัวอย่างหลังการเผา

1.3 ปริมาณไฮโดรเซลลูโลส (Zobel et al., 1996)

1) ชั่งสารที่ได้จากการเตรียมหนัก 0.7 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขวด 250 มิลลิลิตร

2) เติมน้ำสารละลายกรดแอสซิติคเข้มข้น 0.6% w/v ปริมาตร 10 มิลลิลิตรและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.02% w/v ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ตามด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 20%w/v ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ปิดด้วยกระดาษฟิวส์

3) แกว่งเป็นวงไปมาสม่ำเสมอทุกๆ 15 นาที ใน Water bath ที่ควบคุมอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส โดยทุกๆ 1 ชั่วโมง ให้เติมน้ำสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaClO) อีก 1 มิลลิลิตร แกว่งสม่ำเสมอ รวมเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ใน Water bath เมื่อครบเวลานำขวดรูปชมพู่ออกมาวางในอ่างน้ำแข็งจนสารละลายอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส

4) นำสารตัวอย่างมากรองผ่าน sinter glass เบอร์ 3 ล้างด้วยสารละลายกรดแอสซิติค 100 มิลลิลิตร ไม่ใช้ suction และล้างด้วย acetone ปริมาตร 5 มิลลิลิตร แล้วต่อ suction จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่ทำการคำนวณดังสมการ

$$\% \text{Holocellulose} = \frac{(W_3 - W_2) \times 100}{W_1}$$

W_1 คือน้ำหนักตัวอย่าง

W_2 คือน้ำหนัก sinter glass crucible

W_3 คือน้ำหนัก sinter glass crucible และตัวอย่างที่ผ่านอบจนน้ำหนักคงที่

1.4 ปริมาณแอลฟา-เซลลูโลส

1) วาง sinter glass crucible ลงใน dish ที่มีน้ำสูง 1 เซนติเมตร จากนั้นเติมน้ำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 17.5% w/w หรือ 5.21 N ปริมาตร 3 มิลลิลิตรคนด้วยแท่งแก้ว นาน 5 นาที

2) เติมน้ำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 17.5% w/w หรือ 5.21 N ปริมาตร 3 มิลลิลิตร คนด้วยแท่งแก้ว และตั้งทิ้งไว้ นาน 35 นาที ต่อมาเติมน้ำกลั่น 6 มิลลิลิตร แล้วต่อด้วย sinter glass crucible เข้ากับ suction เติมน้ำกลั่น 60 มิลลิลิตร ตามด้วย acetone 10 มิลลิลิตร

3) นำตัวอย่างที่อยู่ใน sinter glass crucible ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่ โดยทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คำนวณดังสมการ

$$\% \alpha\text{-cellulose} = \frac{(W_3 - W_2) \times 100}{W_1}$$

W_1 คือตัวอย่างที่ผ่านอบจนน้ำหนักคงที่ จากการหา Holocellulose

W_2 คือน้ำหนัก sinter glass crucible

W_3 คือน้ำหนัก sinter glass crucible และตัวอย่างที่ผ่านอบจนน้ำหนักคงที่

1.5 ปริมาณลิกนิน

1) ชั่งสาร 1.00 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น (H_2SO_4 conc.) 72% v/v ปริมาตร 15 มิลลิลิตร โดยสารละลายจะต้องมีอุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส จากนั้นคนด้วยแท่งแก้วให้เส้นใยกระจาย ปิดด้วยกระดาษฟิวส์

2) วางบีกเกอร์ลงในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง โดยคนสารตัวอย่าง อย่างสม่ำเสมอทุกๆ 15 นาที

3) เทสารละลายใส่ขวดรูปชมพู่ 1,000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรโดยเติมน้ำกลั่น 560 มิลลิลิตร เพื่อลดสภาพความเป็นกรดของซัลฟูริก ให้เหลือเพียง 3% w/w

4) นำไปต้มให้เดือดนาน 4 ชั่วโมง รักษาระดับน้ำให้คงที่ โดยเติมน้ำกลั่นเป็นระยะๆ จากนั้นตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ให้ Lignin ตกตะกอนลงมา

5) กรองผ่าน Sinter glass เบอร์ 3 ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 500 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่คำนวณดังสมการ

$$\% \text{Lignin} = \frac{(W_3 - W_2) \times 100}{W_1}$$

W_1 คือสารตัวอย่างที่เตรียมหาปริมาณลิกนิน

W_2 คือน้ำหนัก sinter Glass crucibleเปล่า

W_3 คือน้ำหนัก sinter Glass crucible และตัวอย่างที่ผ่านอบจนน้ำหนักคงที่

2. การสกัดเซลลูโลส

2.1 ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 30 กรัมในบีกเกอร์ เติมน้ำเอทานอล 90% v/v 100 มิลลิลิตร แช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) อุณหภูมิ 55–60 องศาเซลเซียส โดยคนสารเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อกำจัดไขมัน

2.2 กรองแยกเส้นใยด้วยกระดาษกรองเบอร์ 98 โดยใช้เครื่องกรองระบบสุญญากาศ และล้างด้วยน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง

2.3 เติมน้ำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 15% w/w 150 มิลลิลิตร แช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) อุณหภูมิ 55–60 องศาเซลเซียส คนสารเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อกำจัดโปรตีนจากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง โดยใช้เครื่องกรองระบบสุญญากาศและล้างด้วยน้ำกลั่นจนกว่าสารที่ได้จะมีค่า pH เป็นกลาง

2.4 เติมน้ำสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 12% w/w 100 มิลลิลิตร อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เพื่อกำจัดโปรตีน กรองและล้างด้วยน้ำกลั่นจนกว่าสารที่ได้จะมีค่า pH เป็นกลาง

2.5 นำสารตัวอย่างที่ได้จากกระบวนการสกัดมาเติมโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 8–12% v/v และกรดแอสซิติคเข้มข้น

โดยใช้อัตราส่วน 1:1 เวลา 45 นาที เพื่อฟอกสีของเซลลูโลสกรองและล้างด้วยน้ำกลั่นจนกว่าสารที่ได้จะมีค่า pH เป็นกลาง นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

ผลการวิจัย

งานวิจัยการสกัดเซลลูโลสจากต้นกกเพื่อใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เส้นใยอาหาร โดยเก็บตัวอย่างต้นกกในดินเค็มจากบริเวณสวนสาธารณะหนองบ่อ ตำบลบรบือ จังหวัดมหาสารคาม และต้นกกในดินทั่วไปได้จากบริเวณบ้านนาสีนวน ตำบลนาสีนวน อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี จากนั้นสกัดเซลลูโลสจากต้นกกในดินเค็มและในดินทั่วไป ผลการศึกษาได้นำเสนอตามลำดับดังนี้

1. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

ทำการศึกษาค่าปริมาณความชื้นในต้นกกดินเค็มและดินทั่วไป โดยจะนำเอาต้นกกมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของต้นกกดินเค็มและดินทั่วไป

องค์ประกอบทางเคมี	ต้นกก (%)	
	ดินเค็ม	ดินทั่วไป
ปริมาณความชื้น	2.04	2.67
เถ้า	2.64	2.32
ปริมาณไฮโดรเซลลูโลส	80.20	70.52
ปริมาณแอลฟาเซลลูโลส	43.73	51.61
ปริมาณลิกนิน	14.92	17.30

จากตารางการวิเคราะห์หาค่าปริมาณความชื้นในต้นกกดินเค็มและดินทั่วไปมีความแตกต่างกัน โดยปริมาณความชื้นจากต้นกกในดินเค็มมีร้อยละ 2.04 และต้นกกดินทั่วไปมีร้อยละ 2.67 ซึ่งความชื้นมีผลต่อการเก็บรักษาหากตัวอย่างมีความชื้นสูงจะอยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ พบว่าในเห็ดหูหนูขาว มีความชื้นร้อยละ 15 (ปิยพร พยัมพร. 2558) ในขณะที่ปาล์ม มีความชื้นถึงร้อยละ 60 ทำให้ใช้ประโยชน์ได้น้อย (รุ่งทิพย์ ลุยเลา. 2559) จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าต้นกกมีค่าความชื้นต่ำและกกในดินเค็มยังมีความชื้นต่ำกว่าดินทั่วไป ดังนั้นนอกจากความเค็มที่กกสามารถสะสมแล้วยังมีผลให้ความชื้นต่ำกว่าซึ่งลดการเจริญเติบโตของ แบคทีเรีย ยีสต์และราได้อีกด้วย

ปริมาณเถ้าจากต้นกกในดินเค็มมีค่า 2.64% และต้นกกดินทั่วไปมีค่า 2.32% ซึ่งปริมาณเถ้าบอกถึงปริมาณสาร

อนินทรีย์ที่อยู่ในองค์ประกอบทางเคมี จากการศึกษาพบว่าปริมาณเถ้าจากต้นกกในดินเค็มมีปริมาณสูงกว่าดินทั่วไป เนื่องจากบริเวณดินเค็มมีสารอนินทรีย์มากกว่า ส่งผลต่อปริมาณสารอนินทรีย์ในกกที่เกิดในบริเวณดินเค็ม แต่อย่างไรก็ตามปริมาณเถ้าในตัวอย่างต้นกกจากดินเค็มและดินทั่วไปก็อยู่ในช่วงที่เหมาะสม เพราะพืชสมุนไพรต้องมีปริมาณเถ้าไม่เกินร้อยละ 10 ซึ่งจะมีสารอนินทรีย์อื่นๆ ผสมอยู่ในปริมาณที่รับประทานได้ (นันทนา สิริชัย. 2547)

การวิเคราะห์หาปริมาณไฮโดรเซลลูโลสพบว่าปริมาณไฮโดรเซลลูโลสจากต้นกกในดินเค็มมี 80.20% และต้นกกดินทั่วไปมี 70.52% พบว่าซึ่งข้าวโพดและฟางข้าวมีปริมาณไฮโดรเซลลูโลส 22.90% และ 22.06% ตามลำดับ (วิทยา ปันสุวรรณ และคณะ. 2549) แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างต้นกกจากดินเค็มและดินทั่วไปอยู่ในช่วงที่เหมาะสม คือ เส้นใยที่ดีจะต้องมีปริมาณไฮโดรเซลลูโลสไม่ต่ำกว่า 60% (วิทยา ปันสุวรรณ และคณะ. 2549)

ปริมาณแอลฟาเซลลูโลสจากต้นกกในดินเค็มมีค่า 43.73% และต้นกกดินทั่วไปมีค่า 51.61% ซึ่งการศึกษาพืชได้แก่ กัง แคม ธูปฤๅษี เล้า ลำเอียง หนุ่ยขาวจรจอบดอกเล็ก หนุ่ยขาว และหนุ่ยขาวเปี้ยว จากการเปลี่ยนเชิงชีวภาพของ แอลฟาเซลลูโลสจากพืชไปเป็นเอทานอล โดยอาศัยการย่อยด้วยกรดและด่าง พืชทั้งหมดมีปริมาณ แอลฟาเซลลูโลส อยู่ในช่วง 32.1–42.5% (ศรัญญา ยิ้มย่อง, 2547) ปริมาณแอลฟาเซลลูโลสในตัวอย่างต้นกกจากดินเค็มและดินทั่วไปอยู่ในช่วงที่เหมาะสม คือ เส้นใยที่ดีจะต้องมีปริมาณแอลฟาเซลลูโลสไม่ต่ำกว่า 30% (วิทยา ปันสุวรรณ และคณะ. 2549)

โครงสร้างของไฮโดรเซลลูโลสประกอบด้วย เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส หรือกล่าวได้ว่าโครงสร้างของไฮโดรเซลลูโลสมีส่วนที่เป็นอสัณฐานคือเฮมิเซลลูโลสและสารแทรกต่างๆกับส่วนที่เป็นผลึกคือเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ โดยเซลลูโลสจะเป็นส่วนที่เกิดพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรงไม่ละลายน้ำในขณะที่ส่วนอสัณฐานจะเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับโครงสร้าง ดังนั้นจากปริมาณไฮโดรเซลลูโลสที่สูงกว่าและปริมาณแอลฟาเซลลูโลสที่ต่ำกว่าแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบทางเคมีของกกในดินเค็มนั้นจะมีสารแทรกอื่นๆในปริมาณที่สูงกว่ามีผลให้โครงสร้างของเซลลูโลสมีความยืดหยุ่นมากกว่าหรือสามารถละลายได้ง่ายกว่าในกกที่ขึ้นในดินทั่วไป ทั้งนี้อาจเกิดจากในสภาวะดินเค็มมีสารอนินทรีย์อยู่ในปริมาณมากจึงทำให้เกิดการสะสมภายในเซลล์พืชได้

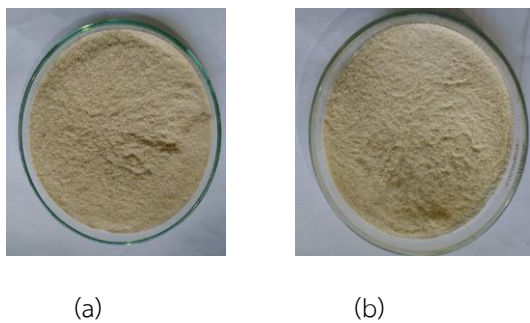
ปริมาณลิกนินจากต้นกกในดินเค็มมีค่า 14.92% และต้นกกดินทั่วไปมีค่า 17.30% ในไม้ใบแคบจะมีลิกนินประมาณ 25-30% (ปรีชา เกียรติกระจาย. 2528) ซึ่งปริมาณลิกนินที่เหมาะสมคือไม่เกิน 20-30% (วิทยา ปันสุวรรณ และคณะ.

2549) จึงจะสามารถรับประทานได้ ไม่ส่งผลให้เกิดอาการท้องเสีย จากปริมาณลิกนินของต้นกกอยู่ในช่วงที่สามารถรับประทานได้ และในกระบวนการสกัดเซลลูโลสต้องผ่านกระบวนการกำจัดลิกนินจึงไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย

จากข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณเส้นใยแสดงให้เห็นว่ากก ทั้งในดินเค็มและดินทั่วไปมีความเหมาะสมที่จะนำมาสกัดเซลลูโลสเพื่อใช้ประโยชน์ได้

2. สกัดเซลลูโลสจากต้นกกในดินเค็มและดินทั่วไป

สกัดเซลลูโลสจากต้นกกในดินเค็มและดินทั่วไป โดยใช้เอทานอล 90% v/v ได้ผงเซลลูโลสจากการสกัดดังภาพที่ 1 และปริมาณเซลลูโลสที่สกัดได้แสดงในตารางที่ 2



ภาพที่ 1 ผงเซลลูโลสจากต้นกกในดินเค็ม a) และดินทั่วไป b)

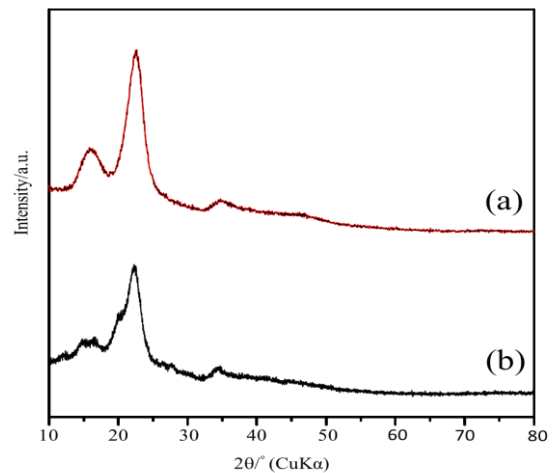
เซลลูโลสที่สกัดได้จากต้นกกในดินเค็มมีลักษณะเป็นผงสีขาวตาลและกกในดินทั่วไปมีลักษณะเป็นผงสีขาวตาลที่อ่อนกว่าเล็กน้อย เนื่องจากมีปริมาณแร่ธาตุและสารอินทรีย์ในปริมาณไม่เท่ากัน สอดคล้องกับปริมาณเถ้าที่แตกต่างกันดังตารางที่ 2 โดยปริมาณการสกัดได้ร้อยละ 81.91 สำหรับกกในดินเค็มและร้อยละ 88.74 สำหรับต้นกกในดินทั่วไป ซึ่งมีค่าสูงมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์เป็นแหล่งเซลลูโลสทดแทน รวมทั้งในอุตสาหกรรมเส้นใยอาหารได้

ตารางที่ 2 ปริมาณเซลลูโลสที่สกัดได้ในต้นกกดินเค็มและดินทั่วไป

ตัวอย่างกก	ปริมาณเซลลูโลสที่ได้ (%)
ดินเค็ม	81.91
ดินทั่วไป	88.74

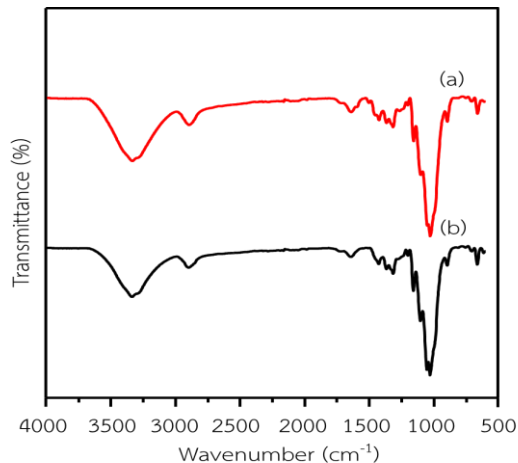
2. พิสูจน์เอกลักษณ์ของเซลลูโลส

เมื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ของเซลลูโลสที่สกัดได้ด้วยเทคนิค X-ray Diffraction (XRD) ได้กราฟดังภาพที่ 2 เซลลูโลสจากต้นกกในดินเค็มและในดินทั่วไป พบพีค 2 θ ที่ตำแหน่ง 16° และ 24° สอดคล้องกับการทดลองของ Heloisa Tibolla. (2014). พบว่าเซลลูโลสบริสุทธิ์จะมีพีคที่ตำแหน่ง 16° และ 23° สามารถยืนยันโครงสร้างของเซลลูโลสที่สกัดได้จากต้นกกในดินเค็มและในดินทั่วไป



ภาพที่ 2 XRD ของเซลลูโลสจากต้นกกในดินเค็ม a) และในดินทั่วไป b)

และจากกราฟ FT-IR ของเซลลูโลสจากต้นกกในดินเค็มและในดินทั่วไป พบพีคที่ 3300 cm^{-1} ซึ่งเป็นการสั่นของ O-H (O-H stretching) และ 2900 cm^{-1} ซึ่งเป็นการสั่นของ C-H (C-H stretching) ที่ 1400-1200 cm^{-1} และ 900-600 cm^{-1} เป็นการสั่นของ CH_2 (CH_2 bending and wagging) และพบการสั่นของ C-O (C-O stretching) ที่ 1000 cm^{-1} (Lu and Hsieh, 2012) สามารถยืนยันโครงสร้างของเซลลูโลสที่ได้จากการสกัดของต้นกกในดินเค็มและในดินทั่วไป



ภาพที่ 3 FT-IR ของเซลลูโลสจากต้นกกในดินเค็ม a) และในดินทั่วไป b).

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาวิธีการสกัดเซลลูโลสจากต้นกกที่เกิดขึ้นในดินเค็มและดินทั่วไป สำหรับเป็นแหล่งเซลลูโลสทดแทน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถใช้ทดแทนเส้นใยอาหารตามท้องตลาดทั่วไป เพราะในปัจจุบันได้มีการนำพืชหลายชนิดมาทำการสกัดเซลลูโลส ต้นกกจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถใช้ทดแทนพืชชนิดอื่นๆได้ เซลลูโลสที่สกัดได้มีลักษณะเป็นผงสีขาว และสามารถเตรียมได้เป็นร้อยละ 81.91 และ 88.74 สำหรับเซลลูโลสของต้นกกในดินเค็มและดินทั่วไป ตามลำดับ ยืนยันด้วยเทคนิค X-ray Diffraction (XRD) พบ 2θ อยู่ที่ 16° และ 24° เมื่อทำการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีในต้นกก พบว่ามีปริมาณความชื้นของต้นกกในดินเค็มจะอยู่ที่ร้อยละ 2.04 เถ้าร้อยละ 2.64 แอลฟาเซลลูโลสร้อยละ 43.73 โฮโลเซลลูโลสร้อยละ 80.20 ลิกนินร้อยละ 14.92 ต้นกกในดินทั่วไปมีความชื้นร้อยละ 2.67 เถ้าร้อยละ 2.32 แอลฟาเซลลูโลสร้อยละ 51.61 โฮโลเซลลูโลสร้อยละ 70.52 และลิกนินร้อยละ 17.30 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าต้นกกที่เกิดขึ้นในดินเค็มและดินทั่วไปมีสถานะที่เหมาะสมในการผลิตเป็นเส้นใยอาหารได้โดยองค์ประกอบทางเคมีของกกในดินเค็มนั้นจะมีสารอินทรีย์ในปริมาณที่สูงกว่าซึ่งอาจมีผลต่อความยืดหยุ่นหรือความสามารถในการละลาย

ข้อเสนอแนะ

ผลิตภัณฑ์ใยอาหารที่ได้มีสีน้ำตาลอ่อน ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการเลือกใช้กับผลิตภัณฑ์อาหาร จึงควรมีการศึกษาการฟอกสีของใยอาหารเพิ่มเติม รวมทั้งศึกษาผลของการฟอกสีต่อสมบัติของด้านต่างๆ ของเส้นใยอาหาร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศูนย์วิทยาศาสตร์และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จันทร์รัตน์ เลิศมนโรจน์และคณะ. (2539). การใช้เซลลูโลสที่สกัดจากกากอ้อยในผลิตภัณฑ์เค้กช็อกโกแลตแคลอรีต่ำ. ปรินญาณพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จุฬาลักษณ์ วงศ์สรรเสริญและคณะ. (2544). การใช้เซลลูโลสผงที่ผลิตจากเปลือกถั่วเหลืองและเปลือกถั่วเขียวเพื่อลดการร่อนน้ำมันในปาท่องโก๋. ปรินญาณพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บรรจบ ชุมทสวัสดิกุลและปาริชาติ สักกะทำนุ. (2539). คุณค่าอาหารเส้นใยป้องกันบำบัดสารพัดโรค. กรุงเทพมหานคร: รวมทัศน์.
- ปิยพร พัทธมม. (2558). การควบคุมคุณภาพของสมุนไพร. องค์การเภสัชกรรม. 22(4): 1-7.
- ปรีชา เกียรติกระจ่าย. (2528). เคมีของเนื้อไม้. ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์. คณะวนศาสตร์: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิธิยา รัตนพานนท์. (2537). โภชนศาสตร์เบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- นันทนา ลิทธิชัย. (2547). มาตรฐานของสมุนไพรในตำราตามมาตรฐานยาสมุนไพรไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักยาและวัตถุเสพติด.
- วิทยา ปันสุวรรณ, ปรีศนา สิริอาษา, สุชาดา อุชชิน, บุญฤทธิ์ ชูประยูร, บุศรินทร์ คงเสรี, จารุวรรณ ไผ่ทอง, เนตรชนก สิริพงศ์พันธ์. (2549). การผลิตเยื่อที่มีแอลฟาเซลลูโลสสูง และไซโลสจากขานอ้อยและซังข้าวโพดโดยวิธีระเบิดด้วยไอน้ำ. ปทุมธานี : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
- รุ่งทิพย์ ลุยเลา. (2559). การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมในมุมมองของนักออกแบบ กรณีศึกษา: การสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยกระบวนการย้อมสีทะเลลายปาล์มเปล่าที่เหลือจากการผลิตน้ำมันปาล์ม. วารสารสิ่งแวดล้อม. 20(1): 54-62.
- ศศิเกษม ทองยงค์และพรรณิ เดชกำแหง. (2530). เคมีอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: โอเดียน สโตร์.

- ศรีบุญญา ยิ้มย่อง. (2547). การเปลี่ยนเชิงชีวภาพของแอลฟาเซลลูโลสจากวัชพืชไปเป็นเอทานอล. ปรินญา นิพนธ์วิทยาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.
- Ang, J. F. (1991). **Water retention capacity and viscosity effect powdered cellulose.** J. Food Science., 56(2), 1682–1684.
- Heloisa Tibolla, Franciele Maria Pelissari. (2014). **Cellulose nanofibers produced from banana peel by chemical and enzymatic treatment.** Campinas University.
- Lu P., Hsieh Y.-L. (2012). **Preparation and characterization of cellulose nanocrystals from rice straw.** Carbohydrate Polymer. 87: 564–573.
- TAPPI Standards: Regulations and Style Guidelines. [ออนไลน์=]. [อ้างถึงวันที่ 17 เมษายน 2557]. เข้าถึงจาก : http://www.tappi.org/content/pdf/standards/tm_guidelines_complete.pdf
- Technical Association of the Pulp and Paper Industry. TAPPI test methods, 2008. Atlanta, Ga. : TAPPI Press, 2008.
- Zobel B, McElvee R. (1996). **Variation of cellulose in loblolly pine.** Tappi; 49(9): 383.