



วัสดุซับเลือดจากเซลลูโลสนาโนไฟเบอร์ของมันสำปะหลัง
ที่สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้ และไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์
Development of a Biodegradable Hemostatic Material
from Cassava-Derived Nanocellulose

บุญพัฒน์ เยี่ยมสิริวัณณิ พัยรุช หะมุ
มลิวัลย์ ปาณะศรี¹

¹โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาราชวิทยาลัย สตุล ตำบลฉลุง อำเภอเมืองสตูล จังหวัดสตูล 91140

Email: punyaphat.y@pccst.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวัสดุซับเลือดประสิทธิภาพสูงจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร โดยการสกัดเซลลูโลสนาโน (Cellulose Nanofibrils: CNF) จากกากมันสำปะหลังผสมผสานกับไคโตซานและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) เพื่อสร้างวัสดุที่มีโครงสร้างรูพรุนสูงและมีความปลอดภัยต่อมนุษย์ กระบวนการเตรียมเริ่มต้นจากการสกัดเยื่อบริสุทธิ์จากกากมันสำปะหลังด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการลดขนาดด้วยแรงกลโดยใช้เครื่องปั่นความเร็วรอบสูงจนได้เจลเซลลูโลสนาโน แล้วจึงนำไปผสมกับสารละลายไคโตซานและทำการขึ้นรูปรูพรุนด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรดแอซิติกและโซเดียมไบคาร์บอเนต จากการทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับของเหลว พบว่าวัสดุซับเลือดที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเหนือกว่าวัสดุทางการแพทย์ทั่วไปอย่างชัดเจน โดยมีร้อยละการดูดซับเฉลี่ยสูงถึง 2,127.20% ของน้ำหนักตัว หรือสามารถดูดซับของเหลวได้มากกว่า 21 เท่า ภายในระยะเวลา 60 วินาที และมีอัตราการดูดซับเฉลี่ยที่ 35.45% ต่อวินาที ซึ่งรวดเร็วเพียงพอต่อการใช้งานในสถานการณ์ห้ามเลือดฉุกเฉิน โครงสร้างรูพรุนแบบต่อเนื่อง (Open-cell) ที่เกิดขึ้นช่วยเพิ่มความเร็วในการดึงของเหลวเข้าสู่ใจกลางวัสดุผ่านแรงดันแคพิลลารี นอกจากนี้วัสดุทั้งหมดที่เลือกใช้เป็นสารจากธรรมชาติ 100% จึงมีความปลอดภัยสูง ไม่เป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อมนุษย์ และสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพภายหลังการใช้งาน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับของเสียทางการเกษตรตามหลักเศรษฐกิจหมุนเวียน

คำสำคัญ: กากมันสำปะหลัง , การดูดซับ , วัสดุดูดซับเลือด

1. บทนำ

ในปัจจุบัน วัสดุห้ามเลือดมีบทบาทสำคัญทั้งในวงการแพทย์ การผ่าตัด และการปฐมพยาบาลฉุกเฉิน โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ต้องการหยุดเลือดอย่างรวดเร็ว เช่น อุบัติเหตุ ภาวะเลือดออกมาก หรือการใช้งานในสนามรบ วัสดุห้ามเลือดที่มีอยู่ในตลาด เช่น ผ้าก๊อซสาลี หรือโฟมห้ามเลือด มีข้อจำกัดด้าน การดูดซับเลือด นอกจากนี้

วัสดุบางประเภทอาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเนื่องจากย่อยสลายยาก

มันสำปะหลัง เป็นพืชเศรษฐกิจของไทยที่อุดมไปด้วยเซลลูโลส สามารถนำมาสกัดเป็น เซลลูโลสนาโนไฟเบอร์ (Cellulose Nanofiber – CNF) มีคุณสมบัติในการดูดซับเลือด การพัฒนาวัสดุห้ามเลือดจากมันสำปะหลัง จึงเป็นแนวทางที่สามารถ เพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทาง



การเกษตร และสร้างวัสดุห้ามเลือดที่มีประสิทธิภาพสูง
ปลอดภัย ย่อยสลายได้ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ดังนั้น โครงการนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาเซลลูโลส
นาโนไฟเบอร์ชีวภาพจากมันสำปะหลัง เพื่อใช้เป็นวัสดุ
ห้ามเลือด โดยศึกษาคุณสมบัติด้านการดูดซับเลือด
ความสามารถในการหยุดเลือด และการป้องกันการติดเชื้อ
เพื่อเปรียบเทียบกับวัสดุห้ามเลือดที่มีอยู่ในปัจจุบัน

2. วิธีดำเนินการ

2.1 กระบวนการสังเคราะห์เซลลูโลสนาโน ไฟเบอร์จากมันสำปะหลัง

2.1.1. การเตรียมวัตถุดิบ

นำกากมันสำปะหลังมาล้างน้ำเพื่อกำจัดแป้งที่
หลงเหลือออกให้มากที่สุด จากนั้นนำไปตากแดดจนแห้ง
สนิทและบดให้เป็นผงละเอียด

2.1.2. การกำจัดลิกนิน (ฟอกขาว)

ตวงกากมันสำปะหลังแห้ง 100 กรัม ใส่ในหม้อ
สแตนเลส เติมน้ำยาซักผ้าขาว (โซเดียมไฮโปคลอไรต์)
ความเข้มข้น 5-10% ลงไปให้ท่วม และต้มที่อุณหภูมิ
ประมาณ 70-80 °C เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง (สังเกตจนกาก
เริ่มเปลี่ยนเป็นสีขาว) กรองด้วยผ้าขาวบางและล้างด้วยน้ำ
สะอาดหลายๆ รอบจนหมดกลิ่นคลอรีน

2.1.3. การกำจัดเอมิเซลลูโลส

นำใยขาวที่ได้มาต้มต่อในสารละลายโซดาไฟ
(NaOH) ความเข้มข้น 5% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อสกัดให้
เหลือเพียงเซลลูโลสบริสุทธิ์ กรองและล้างด้วยน้ำจนค่า
pH เป็นกลาง (วัดด้วยกระดาษลิตมัสหรือจนกว่า
จะหายกลิ่น)

2.1.4. การเตรียมเป็นนาโนเซลลูโลส (CNF)

นำเส้นใยที่ล้างสะอาดแล้วมาผสมน้ำกลั่น นำไป
ปั่นด้วย เครื่องปั่นน้ำผลไม้พลังสูง นาน 15-20 นาที (ปั่น
เป็นจังหวะเพื่อให้เครื่องร้อนเกินไป) จนได้สารลักษณะ
เป็น “เจลข้นสีขาว” ซึ่งก็คือ CNF

2.2 การผสมและขึ้นรูปแผ่นห้ามเลือด (Bio-Composite)

2.2.1. การตวงส่วนผสม

ขี้เถ้า CNF ที่สกัดได้ปริมาณ 50 กรัม ใส่ใน
ถ้วยผสม เติมน้ำละลายโคโคซาน (2%) ปริมาณ 10 ml
เติมน้ำละลาย CMC (1%) ปริมาณ 5 ml

2.2.2. การสร้างโครงสร้างโฟม (Mechanical Foaming)

ใช้เครื่องตีวิปครีมมือถือ ปั่นผสมสารทั้งหมดด้วย
ความเร็วสูงสุดเป็นเวลา 15 นาที สังเกตจนเนื้อสาร
เปลี่ยนเป็นลักษณะ “มูส” ที่มีความละเอียด
และตั้งยอดแข็ง

2.2.3. การกระตุ้นรูพรุนทางเคมี (Chemical Foaming)

โรยผงฟู (โซเดียมไบคาร์บอเนต) 0.5 กรัม ลงบน
เนื้อมูส คนเบาๆ ให้กระจายตัว ใช้หลอดหยด หยด
น้ำส้มสายชูลงไป 2 หยด แล้วคนเร็วๆ ให้ทั่วเนื้อสารจะ
เกิดฟองก๊าซจืดแทรกตัวอยู่ภายใน

2.3 การทำให้แห้งและคงรูป (Freeze-Drying Process)

การหล่อแบบ เทเนื้อสารที่ผสมเสร็จแล้วลงใน
แม่พิมพ์ยางซิลิโคน เคาะกันแม่พิมพ์เบาๆ เพื่อให้
ฟองอากาศขนาดใหญ่และให้หน้าเรียบ

การแช่เยือกแข็ง (Freezing) นำแม่พิมพ์ไปแช่
ในช่องแช่แข็ง (Freezer) ที่อุณหภูมิ -18 °C หรือต่ำกว่า
เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ผลึกน้ำแข็งสร้างโครงร่างรู
พรุน

การระเหยน้ำ (Drying) นำแม่พิมพ์ออกจากช่อง
แช่แข็ง แล้วนำเข้า ตู้อบ (Oven) ทันที และตั้งอุณหภูมิไว้ที่
60 °C นานประมาณ 12-18 ชั่วโมง (จนกว่าวัสดุ
จะแห้งสนิทและมีน้ำหนักเบา)

การเก็บรักษา เมื่อแห้งแล้ว ทิ้งไว้ให้เย็นลงที่
อุณหภูมิห้อง แล้วจึงค่อย ๆ แกะออกจากแม่พิมพ์ยาง เก็บ
ไว้ในถุงซิปล็อกหรือภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อกันความชื้น

2.4 การทดสอบประสิทธิภาพความสามารถใน การดูดซับเลือด (Blood Absorption Capacity)

นำวัสดุที่ใช้ในการทดลองเปรียบเทียบหยุดเลือด
พร้อม ๆ กันครั้งละ 5 ml ไปเรื่อย ๆ จนกว่าวัสดุชิ้นนั้นจะ
มีเลือดหยุดออกมา วัสดุชิ้นไหนที่มีเลือดหยุดออกมา

หลังสุดเท่ากับดูดซับได้ดีกว่า แต่ถ้าวัดสูงขึ้นไหนที่มีเลือด
หยดออกมาอันแรกสุดเท่ากับดูดซับได้น้อยที่สุด

บันทึกผลปริมาณเลือดจากวัสดุนั้น ๆ ได้จาก
การเอา 5 ml คูณกับจำนวนรอบที่หยดเลือดไป

3. ผลการทดลอง

3.1 ลักษณะทางกายภาพของวัสดุห้ามเลือด

นาโนเซลลูโลส

จากการสกัดเซลลูโลสนาโนไฟเบอร์ (CNF) จาก
กากมันสำปะหลังและนำมาขึ้นรูปด้วยกระบวนการแช่
เยือกแข็ง (Freeze-drying) พบว่าวัสดุที่ได้มีลักษณะเป็น
แผ่นสีขาวนวล โครงสร้างมีลักษณะของตัวคล้ายฟองน้ำ
(Sponge-like structure) น้ำหนักเบามาก จากการ
สังเกตด้วยสายตาพบว่าพื้นผิววัสดุมี ความสม่ำเสมอใน
ระดับปานกลาง โดยปรากฏรอยขรุขระเล็กน้อยในบาง
บริเวณ ซึ่งเป็นผลมาจากปฏิกิริยาการจับตัวของประจุ
(Ionic interaction) ระหว่างไคโตซานและเซลลูโลส
ในช่วงที่มีการเติมกรดน้ำส้มสายชู อย่างไรก็ตาม
โครงสร้างโดยรวมยังคงมีความต่อเนื่องและสามารถคง
รูปทรงตามแม่พิมพ์ยางซิลิโคนได้เป็นอย่างดี



(ภาพที่ 1 ภาพของกระบวนการกระตุ้นการสร้างรูพรุน
เชิงเคมีของวัสดุห้ามเลือด)



(ภาพที่ 2 ภาพของการแช่ช่องแช่แข็งของวัสดุห้ามเลือด
อยู่ในกระบวนการการแช่เยือกแข็ง)



(ภาพที่ 3 ภาพของวัสดุห้ามเลือดตอนเสร็จสมบูรณ์แล้ว
มีความยืดหยุ่นและนุ่มเหมือนฟองน้ำ)

3.2 สมบัติความยืดหยุ่นและการคืนตัว

ในการทดสอบสัมผัส พบว่าวัสดุมีความนุ่มและ
ยืดหยุ่นสูง เมื่อทำการออกแรงกดทับเบา ๆ วัสดุสามารถ
ยุบตัวและคืนตัวกลับสู่สภาพเดิมได้โดยไม่เกิดการฉีกขาด
หรือแตกหัก แสดงให้เห็นว่าการเติม คาร์บอกซีเมทิล
เซลลูโลส (CMC) ช่วยเพิ่มความเหนียวและสร้างโครงข่าย
สปริงภายในผนังรูพรุน ทำให้วัสดุมีความทนทานต่อแรง
กระทำทางกลเบื้องต้น

3.3 ประสิทธิภาพการดูดซับของเหลว

จากการทดสอบหยดน้ำลงบนพื้นผิวแผ่นซับ
เลือด พบว่าวัสดุสามารถดูดซับของเหลวเข้าไปใน
โครงสร้างรูพรุนได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจาก
โครงสร้างรูพรุนหลายระดับ (Multiscale Porosity) ที่
เกิดจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (จากผงฟู) และช่องว่าง
จากการระเหยของผลึกน้ำแข็ง ทำให้เกิดแรงดึงดูด
มหาศาลในการดูดซับของเหลวเข้าสู่ใจกลางแผ่น



(ภาพที่ 4 ภาพของวัสดุตอนดูดซับเลือดเทียม)



(ภาพที่ 5 ภาพของวัสดุตอนหลังดูดซับเลือดเทียม และชั่งน้ำหนัก)

สูตรการคำนวณร้อยละการดูดซับของเหลว

$$\text{Absorption}(\%) = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100$$

(ภาพที่ 6 สมการการคำนวณ % การดูดซับ)

% การดูดซับ

$$\text{Absorption Rate}(\%/s) = \frac{\text{Absorption}(\%)}{\text{Time}(s)}$$

(ภาพที่ 7 สมการการคำนวณ อัตราการดูดซับ (%/วินาที)

(ตารางที่ 1 การแสดงผลการทดลองในการทดสอบ ประสิทธิภาพการดูดซับเลือดของแผ่นดูดซับเลือด)

การทดลองครั้งที่	น้ำหนักก่อนดูดซับ (กรัม)	น้ำหนักหลังดูดซับ (กรัม)	% การดูดซับ	อัตราการดูดซับ (%/วินาที)
1	1.00	22.55	2,155%	35.92
2	1.00	22.19	2,119%	35.32
3	1.00	22.44	2,144%	35.73
4	1.00	21.97	2,097%	34.95
5	1.00	22.21	2,121%	35.35
ค่าเฉลี่ย	1.00	22.27	2,127.20%	35.45

4. สรุปและอภิปรายผล

4.1 อภิปรายผลการทดลอง

จากการสกัดเซลลูโลสนาโนไฟเบอร์ (CNF) จากกากมันสำปะหลังและนำมาขึ้นรูปด้วยกระบวนการแช่เยือกแข็ง (Freeze-drying) พบว่าวัสดุที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นสีขาวนวล โครงสร้างมีลักษณะฟองตัวคล้ายฟองน้ำ (Sponge-like structure) น้ำหนักเบามาก จากการสังเกตด้วยสายตาพบว่าพื้นผิววัสดุมีความสม่ำเสมอในระดับปานกลาง โดยปรากฏรอยขรุขระเล็กน้อยในบางบริเวณ ซึ่งเป็นผลมาจากปฏิกิริยาการจับตัวของประจุ (Ionic interaction) ระหว่างไคโตซานและเซลลูโลสในช่วงที่มีการเติมกรดน้ำส้มสายชู อย่างไรก็ตาม โครงสร้างโดยรวมยังคงมีความต่อเนื่องและสามารถคงรูปทรงตามแม่พิมพ์ยางซิลิโคนได้เป็นอย่างดี

ในการทดสอบสัมผัส พบว่าวัสดุมีความนุ่มและยืดหยุ่นสูง เมื่อทำการออกแรงกดทับเบา ๆ วัสดุสามารถยุบตัวและคืนตัวกลับสู่สภาพเดิมได้โดยไม่เกิดการฉีกขาดหรือแตกหัก แสดงให้เห็นว่าการเติม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) ช่วยเพิ่มความเหนียวและสร้างโครงข่ายสปริงภายในผนังรูพรุน ทำให้วัสดุมีความทนทานต่อแรงกระทำทางกลเบื้องต้น

จากการทดสอบหยดน้ำลงบนพื้นผิวแผ่นซับเลือด พบว่าวัสดุสามารถดูดซับของเหลวเข้าไปในโครงสร้างรูพรุนได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากโครงสร้างรูพรุนหลายระดับ (Multiscale Porosity) ที่เกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (จากผงฟู) และช่องว่างจากการระเหยของผลิตภัณฑ์น้ำแข็ง ทำให้เกิดแรงดึงดูดมหาศาลในการดูดซับของเหลวเข้าสู่ใจกลางแผ่น

4.2 สรุปผลการทดลอง

การดำเนินโครงการพัฒนาวัสดุห้ามเลือดจากกากมันสำปะหลังสรุปผลได้ดังนี้

4.2.1. ด้านการสกัด สามารถสกัดเซลลูโลสนาโนไฟเบอร์ (CNF) จากของเหลือทิ้งทางการเกษตรด้วยวิธีเคมี-กายภาพอย่างง่ายได้สำเร็จ

4.2.2. ด้านการขึ้นรูป การใช้เทคนิคการตีฟองร่วมกับปฏิกิริยาจากโซเดียมไบคาร์บอเนตและการแช่



เยือกแข็ง สามารถสร้างวัสดุที่มีรูปทรงและมีความหนาแน่นต่ำได้จริง

4.2.3. ด้านสมบัติทางกายภาพ วัสดุที่ได้มีความนุ่ม ยืดหยุ่น และมีประสิทธิภาพในการดูดซับของเหลวที่ดี แม้ความสม่ำเสมอของเนื้อวัสดุจะอยู่ในระดับปานกลาง แต่ถือว่ามีความเหมาะสมเพียงพอที่จะพัฒนาเป็นวัสดุห้ามเลือดเบื้องต้น

ข้อเสนอแนะ

1. การปรับปรุงกระบวนการ ในอนาคตควรทำการเจือจางกรดแอซิดกับน้ำกลั่นก่อนการเติมลงในส่วนผสม เพื่อให้กรดกระจายตัวได้สม่ำเสมอและลดการตกตะกอนของโคโคซาน
2. การเพิ่มสมบัติเฉพาะทาง ควรมีการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย และการทดสอบอัตราการแข็งตัวของเลือดจริงเพื่อให้เห็นประสิทธิภาพที่ชัดเจนในเชิงการแพทย์
3. การบรรจุภัณฑ์ วัสดุมีความไวต่อความชื้นสูง ควรทำการศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่สามารถรักษาความแห้งของวัสดุได้ในระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิทยาศาสตร์เรื่อง วัสดุซับเลือดจากเซลลูโลสนาโนไฟเบอร์ของมนัสสำปะหลังที่สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้ และไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาและการสนับสนุนอย่างดีจากบุคคลหลายฝ่ายขอขอบพระคุณ คุณครูมลิวัลย์ ปาณะศรี ครูที่ปรึกษาโครงการ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา ตรวจสอบ ความถูกต้องของเนื้อหาและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวัสดุห้ามเลือดจากเซลลูโลสนาโนไฟเบอร์ในมนัสสำปะหลังที่สามารถย่อยสลายได้ จนโครงการนี้มีความสมบูรณ์ ขอขอบคุณโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย สตูล ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการใช้ห้องทดลองวิทยาศาสตร์และทรัพยากรสำหรับการทำทดลองรวมถึงเพื่อนๆ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทุกคนที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาการดำเนินงาน สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอ

น้อมรำลึกถึงพระคุณของคุณพ่อคุณแม่และผู้ปกครองที่ให้การสนับสนุนทางด้านทุน ทรัพย์และเป็นการกำลังใจสำคัญที่ทำให้โครงการนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการบริหารโครงการสารานุกรมไทยสำหรับ

เยาวชน. (2567). มั่นสำปะหลัง. สืบค้นเมื่อ 20

พฤศจิกายน 2568, จาก

<https://www.saranukruthai.or.th/>

มลฤดี จงรัตน์ และคณะ. (2562). การสกัดและ

ลักษณะเฉพาะของนาโนเซลลูโลสจากกากมัน

สำปะหลัง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 27(3), 456–465.

Asri, S. E., et al. (2019). Cellulose nanofibers

preparation from cassava peels via mechanical disruption. *Materials*, 7(5),

44. Retrieved November 20, 2025, from

[https://www.mdpi.com/2079-](https://www.mdpi.com/2079-6439/7/5/44)

6439/7/5/44

Jonoobi, M., et al. (2015). Methods for preparing

cellulose nanofibrils (CNF) and their prospects in medical applications. *Cellulose*, 22(2), 959–981.

Cellulose, 22(2), 959–981.

Lani, N. S., et al. (2014). Easy cellulose nanofiber

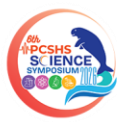
extraction from residue of agricultural crops. *Journal of Nanomaterials*.

Retrieved November 20, 2025, from

<https://scispace.com/pdf/easy-cellulose-nanofiber-extraction-from-residue-of-4ljroxos8v.pdf>

Uetani, K., & Yano, H. (2011). Nanofibrillation of

wood pulp using a high-speed blender.



Biomacromolecules, 12(2), 348–353.

Retrieved November 20, 2025, from

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/bm101>

103p