*บทความรับเชิญ*

# ใบสับปะรด: แหล่งเส้นใยธรรมชาติที่ไม่ควรมองข้าม

**ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย[1*] และ นันทยา เก่งเขตร์กิจ[2]**

---

## บทคัดย่อ

ปัญหาสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงเป็นภัยคุกคามที่สำคัญที่ทุกคนจะต้องช่วยกันบรรเทา ในอีกด้านหนึ่งก็มีปัญหาเรื่องการใช้พลังงาน และทรัพยากรที่ยั่งยืนสำหรับรองรับการขยายตัวของเศรษฐกิจโลก วัสดุหนึ่งที่ได้รับความสนใจอย่างมากในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาคือเส้นใยธรรมชาติ ประเทศที่เป็นผู้นำด้านอุตสาหกรรมของโลกต่างก็มีการเตรียมตัวทางด้านนี้เป็นอย่างดี พร้อมทั้งได้มีการออกกฎระเบียบต่างๆ ที่จะส่งเสริม หรือบังคับให้อุตสาหกรรมต่างๆ ให้ความร่วมมือ บทความนี้กล่าวถึงการพัฒนาอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเส้นใยธรรมชาติในต่างประเทศ เพื่อให้เห็นภาพกว้างของอุตสาหกรรม และเกิดแรงจูงใจในการเตรียมพร้อม และพัฒนาอุตสาหกรรมเส้นใยธรรมชาติขึ้นในประเทศไทย พร้อมทั้งนำเสนอให้เห็นว่าใบสับปะรดเป็นแหล่งเส้นใยธรรมชาติที่มีศักยภาพสูง และยังไม่มีการใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม โดยในส่วนท้าย ผู้วิจัยได้นำเสนอแนวทางใหม่ในการแยกเส้นใยใบสับปะรดสำหรับการใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรม

คำสำคัญ เส้นใยธรรมชาติ ใบสับปะรด เส้นใยใบสับปะรด

---

[1] ภาควิชาเคมีและศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

[2] สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน, e-mail: taweechai.amo@mahidol.ac.th

# Pineapple leaf: Source of natural fiber that should not be ignored

**Taweechai Amornsakchai[1*] and Nanthaya Kengkhetkit[2]**

---

## ABSTRACT

Climate change is an important threatening process that everyone has to be responsible for. In another aspect, sustainable usages of energy and natural resources to accommodate the world economic growth are also needed. Over the past decades, natural fibers have been identified as one of the green materials widely studied. Leading industrialized countries have already prepared themselves on this material. New rules and regulations are issued in order to force industries to align with the policy. This article presents a brief review of the development of natural fiber industries in leading industrialized countries. The aims are to provide a wide perspective of the industries and activate the awareness for Thai industries. In addition, it will be illustrated that pineapple leaves are a high potential source of natural fiber that is remained underutilized. In the final part, the authors present a novel method for the extraction of pineapple leaf fiber for industrial uses.

Keywords: natural fiber, pineapple leaf, pineapple leaf fiber

[1]Department of Chemistry and Center of Excellence for Innovation in Chemistry, Faculty of Science, Mahidol University. Buddhamonthon 4 Road, Salaya, Nakhon Pathom, 73170.

[2]Division of Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna. Bankrang, Muang, Phitsanulok, 65000

[*]Corresponding author, e-mail: taweechai.amo@mahidol.ac.th

## บทนำ

## พลังขับเคลื่อนระดับโลก

ปัญหาโลกร้อน เป็นปัญหาสากลที่ประเทศต่างๆ จำเป็นจะต้องร่วมมือกันเพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เริ่มตั้งแต่การร่วมลงนามในพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ซึ่งก่อให้เกิดข้อผูกพันทางกฎหมายในการดำเนินการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการรับมือกับสภาวะโลกร้อน และล่าสุดผู้นำประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป หรืออียูเห็นชอบในข้อตกลงลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ได้อย่างน้อย 40 % ภายในปี 2030 และมีการคาดการณ์ว่าประเทศอื่นๆ จะเดินตามแนวทางนี้ในอนาคตอันใกล้ นอกจากปัญหาดังกล่าวแล้ว ยังมีปัญหาทรัพยากรที่มีปริมาณลดลงไปอย่างมากโดยเฉพาะน้ำมัน ทำให้เกิดความตื่นตัวอย่างมากที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว พร้อมทั้งเร่งหาแหล่งทรัพยากรที่ยั่งยืน แนวทางหนึ่ง คือ การเปลี่ยนแปลงสู่เศรษฐกิจชีวฐาน (bio-based economy) โดยใช้พืชเป็นแหล่งวัตถุดิบต่างๆ ซึ่งมีความยั่งยืนกว่าการพึ่งพาปิโตรเลียม

การใช้พืชเป็นแหล่งวัตถุดิบ สำหรับการผลิตสารตั้งต้นต่างๆ สามารถช่วยให้เราลดการพึ่งพาปิโตรเลียมได้ แต่ยังคงต้องใช้พลังงานในการแปรรูปวัตถุดิบเหล่านั้นในระดับที่ใกล้เคียงเดิม (หรือในบางกรณีอาจจะมากกว่า) แต่ก็มีการใช้ในบางรูปแบบที่ช่วยให้ประหยัดพลังงานได้อย่างมาก คือ การใช้ในรูปเส้นใยธรรมชาติ เช่น ป่าน และปอต่างๆ ที่เคยมีการใช้กันในอดีต ซึ่งใช้พลังงานในการผลิตเพียงประมาณ 1 ใน 5 ของการผลิตวัสดุทั่วไป และมีการศึกษาวิจัยกันอย่างมากสำหรับการใช้งานในวัสดุคอมพอสิท [1] ในขณะนี้ ได้มีการสร้างตลาดใหม่ๆ สำหรับเส้นใยธรรมชาติที่กว้างกว่าเดิมมาก โดยมีตลาดที่สำคัญคือ วัสดุก่อสร้าง เช่น แผ่นฉนวนกันความร้อน ฉนวนกันเสียง นอกจากนี้ยังมีการใช้ผสมพลาสติกเป็นวัสดุคอมพอสิทเพื่อเสริมแรง และลดปริมาณการใช้พลาสติกอีกด้วย โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมรถยนต์ [2] จีโอเท็กไทล์ที่ย่อยสลายได้ และผลิตภัณฑ์สำหรับการปลูกพืช ซึ่งในบทความนี้ เราจะให้ความสำคัญเฉพาะส่วนของพลาสติกคอมพอสิทเท่านั้น

อุตสาหกรรมที่มีการใช้เส้นใยธรรมชาติมากที่สุด คือ อุตสาหกรรมรถยนต์ เนื่องจากถูกบังคับโดยกฎระเบียบต่างๆ เช่น ในสหภาพยุโรป ได้ออก Directive2000-53-EC-ELV ซึ่งกำหนดให้ต้องมีการนำวัสดุจากรถยนต์ที่สิ้นอายุการใช้งานแล้วกลับมาใช้ใหม่โดยที่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 ภายในปี 2015 หรือ กรมพลังงาน (Department of Energy) ของสหรัฐอเมริกาได้ออกโครงการ FreedomCAR and Vehicle Technologies เพื่อสนับสนุนให้เกิดเทคโนโลยีการขนส่งที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จึงทำให้ประเทศผู้นำต่างๆ ทั้งยุโรป ญี่ปุ่น อเมริกา และแคนาดา ต้องมีการพัฒนาวัสดุใหม่ขึ้นมาก เช่น พลาสติกคอมพอสิทที่เสริมแรงด้วยเส้นใยธรรมชาติมาใช้เป็นชิ้นส่วนต่างๆ เช่น ผนังด้านในประตู ช่องเก็บของท้ายรถ กล่องเก็บของในรถ ฉนวนเก็บเสียง เป็นต้น บริษัทหนึ่งที่เป็นผู้นำในด้านนี้ คือ เมอร์ซีเดส เบนซ์ ซึ่งได้ทำงานวิจัยด้านเส้นใยธรรมชาติสำหรับใช้ในรถยนต์มานานกว่า 15 ปีแล้ว และได้มีการนำไปใช้จริงในรถยนต์หลายรุ่น ดังแสดงในรูป 1 ซึ่งแสดงชิ้นส่วนต่างๆ ในรถยนต์เมอร์ซีเดสที่ผลิตจากเส้นใยธรรมชาติ [2] เหตุผลต่างๆ เหล่านี้ทำให้ปริมาณการใช้เส้นใยธรรมชาติเพิ่มขึ้นอย่างมาก และได้มีการคาดการณ์ปริมาณการใช้เส้นใยธรรมชาติในยุโรป ว่าอาจมีปริมาณมากถึง 100,000 ตันต่อปี

**รูปที่ 1** ตัวอย่างชิ้นส่วนต่างๆ ของรถยนต์ที่ใช้เส้นใยธรรมชาติเป็นองค์ประกอบ [2]

ประเทศต่างๆ ที่เป็นผู้นำอุตสาหกรรม ได้เตรียมการด้านเส้นใยธรรมชาติเพื่อความมั่นคงในด้านวัตถุดิบสำหรับป้อนอุตสาหกรรมของตนเอง ซึ่งพืชที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ก็แตกต่างกันตามสภาพภูมิอากาศ เช่น อเมริกาปลูกปอคิวบา (Kenaf) ยุโรปปลูกแฟลกซ์ แคนาดาปลูกทั้งแฟลกซ์ และเฮมพ์ และแม้แต่ญี่ปุ่นเองมีพื้นที่เกษตรกรรมน้อย แต่ก็มีโครงการเส้นใยธรรมชาติเช่นกัน โดยบริษัทโตโยต้าได้ลงทุนปลูกปอคิวบาในอินโดนีเซีย ขณะที่มาเลเซียซึ่งประเทศเพื่อนบ้านของเราก็ได้มีการสนับสนุนการปลูกปอคิวบาให้เป็นพืชเศรษฐกิจมาตั้งแต่ปี 2000

ตัวอย่างของโครงการที่ประสบความสำเร็จเป็นรูปธรรมมากที่สุด และควรศึกษาเป็นตัวอย่าง คือ การรวมกลุ่มกันของอุตสาหกรรมเกษตรของกลุ่มสหภาพยุโรป และจัดตั้งเป็น The European Confederation of Linen and Hemp (CELC) [3] CELC ให้การสนับสนุนตั้งแต่การปลูก การผลิต การแปรรูป และการใช้ประโยชน์จากต้นแฟลกซ์ และเฮมพ์ ให้เกิดผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหลากหลายรูปแบบ มีการจัดตั้ง Linen Dream Lab ที่รวบรวมผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้จากแฟลกซ์ รูป 2 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกลางน้ำจากแฟลกซ์ที่มีจำหน่ายเชิงพาณิชย์ ทำให้สามารถนำไปทดสอบการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างสะดวก และได้ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ปลายน้ำขึ้นหลายชนิด เช่น เฟรมรถจักรยาน อานรถจักรยาน ไม้พายเรือคายัค ไม้เทนนิส และเซิร์ฟบอร์ด เป็นต้น

สำหรับประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรม มีแหล่งเส้นใยธรรมชาติอยู่เป็นปริมาณมาก บางชนิดจะต้องปลูกเพื่อเอาเส้นใยโดยเฉพาะ เช่น ปอชนิดต่างๆ ป่านศรนารายณ์ และไผ่ เป็นต้น ขณะเดียวกันก็มีของเหลือทิ้งจากการเกษตรที่สามารถให้เส้นใยธรรมชาติได้เช่นกัน เช่น มะพร้าว กล้วย ใบสับปะรด และชานอ้อย เป็นต้น เส้นใยธรรมชาติบางชนิดก็มีการใช้ประโยชน์แล้วในทางอุตสาหกรรม เช่น เส้นใยมะพร้าว แต่แหล่งเส้นใยชนิดอื่นๆ นั้น ยังไม่ได้มีการใช้ประโยชน์มากนัก ยังคงมีเหลือทิ้งในปริมาณมาก เมื่อพิจารณาข้อดีข้อเสียต่างๆ ของแหล่งเส้นใยธรรมชาติเหล่านี้ จะพบว่าใบสับปะรดเป็นแหล่งเส้นใยธรรมชาติที่น่าสนใจมาก และไม่ควรจะมองข้าม โดยในบทความนี้จะกล่าวถึงศักยภาพของการใช้เส้นใยจากใบสับปะรดเป็นหลัก

## เหตุใดใบสับปะรดจึงน่าสนใจ

### 1. เป็นของเหลือทิ้ง ที่ปริมาณมาก

ในการปลูกพืชต่างๆ จะต้องใช้พื้นที่ มีการเตรียมดิน บำรุงดิน ใส่ปุ๋ย รดน้ำ ใช้ยาฆ่าแมลงรวมทั้งสารกระตุ้นต่างๆ ใช้เครื่องจักรกลการเกษตร ซึ่งแต่ละกิจกรรมก็จะทิ้งรอยเท้าคาร์บอน (carbon footprint) ไว้ปริมาณหนึ่ง ดังนั้น

เมื่อพิจารณาในเรื่องของความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ การใช้ของเหลือทิ้งจากการเกษตรจะได้เปรียบกว่าการใช้พืชที่ต้องปลูกขึ้นมา

สับปะรดเป็นสินค้าเศรษฐกิจของประเทศไทย เราเป็นผู้ส่งออกสับปะรดกระป๋องอันดับ 1 ของโลก มีพื้นที่ปลูกสับปะรดในประเทศไทยเกือบ 600,000 ไร่ ในแต่ละรอบการผลิต จะมีใบสับปะรดสดที่ถูกทิ้งรวมมากกว่า 4000 กิโลกรัมต่อไร่ (ในบางพื้นที่อาจมีมากถึง 8,000 – 10,000 ตันต่อไร่) ใบสับปะรดเหล่านี้เป็นภาระต่อเกษตรกร ใบสับปะรดสดมีเส้นใยโดยเฉลี่ยประมาณ 2.7 %โดยน้ำหนัก ดังนั้น หากสามารถแยกเส้นใยเหล่านี้ออกมาจากใบสับปะรดได้ ก็จะได้เส้นใยอย่างน้อยประมาณ 100 กิโลกรัมต่อไร่ (หรืออาจสูงถึง 216 – 270 กิโลกรัมต่อไร่) ปริมาณเส้นใยแห้งที่ได้นี้อาจถือได้ว่าเป็นสัดส่วนที่ค่อนข้างสูงหากเทียบกับผลผลิตปอที่มีอัตราผลผลิตเฉลี่ยเส้นใยแห้งประมาณ 240 กิโลกรัมต่อไร่

**รูป 2** ตัวอย่างผลิตภัณฑ์กลางน้ำจากแฟลกซ์ สำหรับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ต่อไป เช่น เส้นใยสั้น (บนซ้าย) แผ่นเส้นใยแบบไม่ทอ (บนกลาง) เม็ดพลาสติก (บนขวา) เส้นใยยาว และผ้าผืนสำหรับการเสริมแรงคอมพอสิท (ล่างซ้าย) แผ่นพรีเพร็กชนิดเส้นใยเรียงตัวทางเดียวในอีพอกซี่ (ล่างกลาง) และแผ่นพรีเพร็กชนิดผ้าทอ [4-5]

## 2. มีความแข็งแรงที่ไม่เป็นรองเส้นใยอื่น

เส้นใยธรรมชาติแต่ละชนิด แม้จะมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก แต่สัดส่วน และการวางตัวของเซลลูโลสภายในเส้นใยแตกต่างกันมาก จึงทำให้เส้นใยแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่าง ตาราง 2 แสดงสมบัติเชิงกลของเส้นใยธรรมชาติชนิดต่างๆ เทียบกับเส้นใยสังเคราะห์ที่ใช้ในการเสริมแรงพลาสติก จะเห็นว่าเส้นใยใบสับปะรดมีสมบัติเชิงกลที่ค่อนข้างสูง มีมอดูลัส และความแข็งแรงสูง หากพิจารณาสมบัติเชิงกลจำเพาะ (specific mechanical properties) ซึ่งเทียบกับความหนาแน่น จะพบว่ามีค่าอยู่ในระดับเดียวกับเส้นใยแก้ว ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมหลายชนิด การใช้เส้นใยใบสับปะรดมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้เส้นใยแก้วในหลายด้าน [1, 6] เช่น ทำให้เครื่องจักรสึกหรอน้อยกว่า เส้นใยไม่เปราะ หรือแตกหัก จึงไม่ทำให้เกิดฝุ่น หรือผงที่มีความระคายเคืองต่อผิวหนัง และระบบทางเดินหายใจ มีความหนาแน่นน้อยกว่าจึงทำให้น้ำหนักผลิตภัณฑ์น้อยกว่า สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ สามารถเผาทิ้ง หรือเผาเพื่อเอาพลังงานได้โดยไม่เหลือเศษเส้นใย (ให้เป็นปัญหาเหมือนการใช้เส้นใยแก้ว) ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบในเรื่องการลดปัญหาสิ่งแวดล้อม

**ตาราง 2** สมบัติเชิงกลของเส้นใยใบสับปะรด (PALF) และเส้นใยธรรมชาติบางชนิดเทียบกับเส้นใยสังเคราะห์ [7]

| ชนิดเส้นใย | ความหนาแน่น ($g/cm^3$) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (μm) | ความทนแรงดึงสูงสุด (MPa) | มอดูลัสของยัง (GPa) | ระยะยืดณจุดขาด (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Ramie** | 1.5 | - | 400–938 | 61.4–128 | 1.2–3.8 |
| **PALF** | 1.44 | 20-80 | 413–1627 | 34.5–82.5 | 1.6 |
| **Flax** | 1.5–3 | - | 450–1100 | 27.6 | 2.7–3.2 |
| **Jute** | 1.3–1.45 | 20-200 | 393–773 | 13–26.5 | 7–8 |
| **Hemp** | – | - | 690 | – | 1.6 |
| **Sisal** | 1.45 | 50-200 | 468–640 | 9.4–22 | 3–7 |
| **Cotton** | 1.5–1.6 | - | 287–800 | 5.5–12.6 | 7–8 |
| **Coir** | 1.15 | 100-450 | 131–175 | 4–6 | 15–40 |
| **E-glass** | 2.5 | - | 2000–3500 | 70 | 2.5 |
| **S-glass** | 2.5 | - | 4570 | 86 | 2.8 |
| **Aramid** | 1.4 | - | 3000–3150 | 63–67 | 3.3–3.7 |
| **Carbon** | 1.7 | - | 4000 | 230–240 | 1.4–1.8 |

ที่มา: Satyanaraya et al, 1982 [8]; Susheel et al, 2009 [9]

จากประเด็น จุดเด่นต่างๆ ข้างต้นของเส้นใยจากใบสับปะรด ทั้งในแง่ของแหล่งวัตถุดิบของเส้นใยนี้ที่ไม่ต้องมีต้นทุน มีปริมาณมากมายเหลือเฟือและไม่ได้มีการใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง มีสัดส่วนเส้นใยในใบสับปะรดที่สูง ประกอบกับความเหนือกว่าในเรื่องความแข็งแรงของเส้นใยเมื่อเทียบกับเส้นใยธรรมชาติอื่นๆ ที่พบในประเทศไทย เส้นใยจากใบสับปะรด จึงมีความน่าสนใจที่จะพัฒนาและผลักดันให้ไปสู่การใช้งานและการแข่งขันกับเส้นใยสังเคราะห์และเส้นใยธรรมชาติอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีอีกสิ่งหนึ่งที่นับว่ามีความจำเป็นอย่างมากต่อการวิจัยและพัฒนา คือการส่งเสริมในส่วนของเรื่องแนวคิดและแนวทางต่างๆ เกี่ยวกับกระบวนการผลิตเส้นใย และรวมถึงการใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย ทั้งนี้เพื่อที่จะทำให้เส้นใยจากใบสับปะรดนี้สามารถเข้าสู่การใช้งานและการแข่งขันกับเส้นใยอื่นๆ ในอุตสาหกรรมได้จริง

ดังนั้น ต้องนับว่าเส้นใยสับปะรดเป็นหนึ่งในเส้นใยธรรมชาติที่ไม่ควรมองข้าม เพราะเส้นใยนี้มีโอกาสและศักยภาพอย่างมากในการยกระดับเพื่อเป็นเส้นใยในเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งจะได้ประโยชน์ทั้งในเรื่องลดการพึ่งพาวัสดุสังเคราะห์โดยมีการหันมาใช้ประโยชน์จากวัสดุหมุนเวียนทดแทน และนับเป็นการนำเอาเศษเหลือทิ้งจากแปลงปลูกสับปะรดมาเพิ่มมูลค่าให้สูงขึ้นอีกด้วย

## แนวคิดของกระบวนการผลิตเส้นใยจากใบสับปะรด ในระดับอุตสาหกรรม

ในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นถึงแนวคิดของกระบวนการผลิตเส้นใยแบบเดิม และแบบใหม่ ซึ่งเป็นแนวทางที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและพัฒนากระบวนการ [10]

**1. การแยกเส้นใยจากใบสับปะรดแบบเดิม**

โดยทั่วไป การแยกเส้นใยออกจากใบสับปะรดนั้น มีแนวทางอยู่ 3 วิธี คือ

1. การขูดด้วยมือ

วิธีการนี้เป็นวิธีการแบบดั้งเดิม และเก่าแก่ที่สุด โดยการใช้เศษกระเบื้อง หรือของแข็งที่มีลักษณะเป็นแผ่นขูดลงบนใบสับปะรดเพื่อแยกเอาส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อออกไป ให้เหลือเฉพาะเส้นใย เส้นใยที่ได้จากกระบวนการนี้เป็นเส้นใยยาว และค่อนข้างหยาบ

2. การแช่ฟอก

วิธีการนี้ อาจจะนำใบสับปะรดทั้งใบไปแช่ในน้ำ และรอจนกระทั่งเนื้อเยื่อของใบเปื่อยยุ่ย แล้วจึงใช้มือรูดเอาเฉพาะเส้นใย แต่เนื่องจากใบสับปะรดมีชั้นแวกซ์เคลือบอยู่ การแช่แบบธรรมดาจึงใช้เวลาค่อนข้างนาน การขูดเอาชั้นแวกซ์ออก และบีบใบให้เนื้อเยื่อแตกก่อนการแช่น้ำ จะช่วยให้เนื้อเยื่อของใบเปื่อยยุ่ยได้เร็วขึ้น

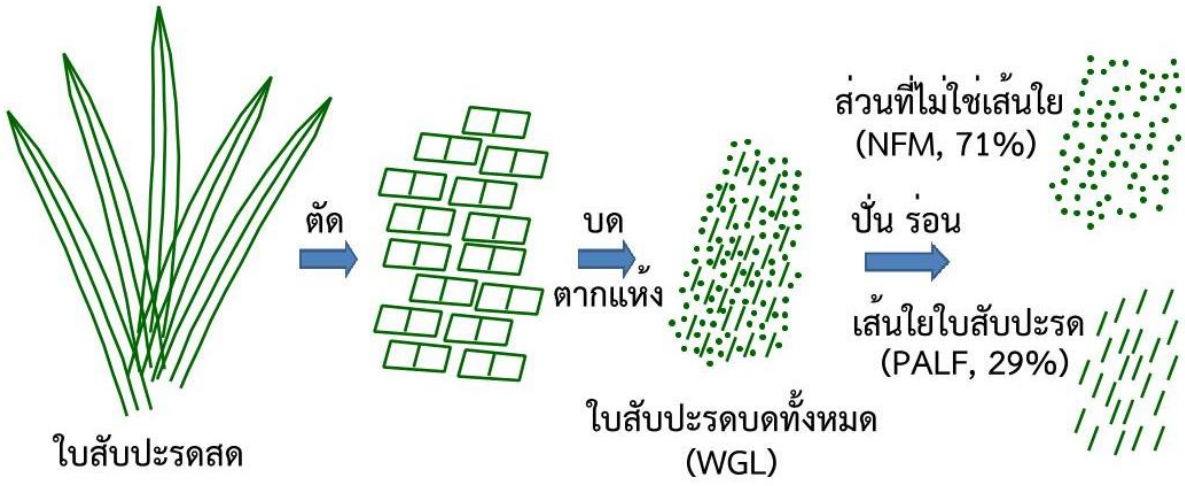
3. การขูดด้วยเครื่อง

วิธีการนี้ จะใช้หลักการเดียวกับการขูดด้วยมือ เพื่อใช้สามารถทำงานได้เร็วขึ้น โดยใช้เครื่องที่เรียกว่า decorticator ซึ่งได้รับการพัฒนามานานแล้ว [11-12] ตัวเครื่องมีใบมีดเหล็กจำนวนหนึ่งทำหน้าที่ขูดเอาเนื้อเยื่อออกไป ใบมีดเหล็กเหล่านี้ติดอยู่บนแกนหมุนที่ขับด้วยเครื่องยนต์ หรือมอเตอร์ไฟฟ้า ประเทศฟิลิปปินส์เป็นประเทศที่มีการส่งเสริมการผลิตเส้นใยใบสับปะรดอย่างเป็นรูปธรรมมากที่สุด โดยสินค้าพื้นเมืองที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักกันเป็นอย่างดี คือ ผ้าบารอง ในประเทศไทยก็ได้มีการศึกษาและพัฒนาเครื่องขูดใบสับปะรดเพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากใบสับปะรดในด้านสิ่งทอโดยนักวิจัยจากหลายหน่วยงาน [13-15]

การแยกเส้นใยจากใบสับปะรดด้วยวิธีการขูดทั้งด้วยมือ และด้วยเครื่องนั้น ยังใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แต่จะต้องเลือกใบที่มีอายุ ความยาวเหมาะสม และมีความสมบูรณ์ ผลผลิตเส้นใยที่ได้ค่อนข้างต่ำเพียงประมาณไม่เกิน 1.25 % โดยน้ำหนักใบสดเท่านั้น และเนื่องจากเป็นกระบวนการที่ต้องใช้แรงงานมาก กำลังการผลิตต่ำ จึงมีการผลิตในปริมาณที่ค่อนข้างจำกัด และใช้งานในด้านสิ่งทอเท่านั้น ยังคงมีใบสับปะรดเหลืออยู่จำนวนมาก การที่จะนำใบสับปะรดมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างจริงจัง จะต้องมีตลาดขนาดใหญ่ที่สามารถรองรับปริมาณใบสับปะรดปริมาณมหาศาลได้ ซึ่งหมายถึงการใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมรถยนต์ที่ได้กล่าวถึงในตอนต้น และการที่จะผลิตเส้นใยให้ได้ปริมาณมากพอสำหรับอุตสาหกรรมก็จำเป็นจะต้องหาวิธีการที่สามารถแยกเส้นใยทั้งหมดออกมาให้ได้ และสามารถผลิตได้ในปริมาณมากๆ ได้เช่นกัน

**2. การแยกด้วยวิธีบดเชิงกล แนวทางใหม่ในการแยกเส้นใยจากใบสับปะรด**

จากปัญหาของการแยกเส้นใยแบบขูดด้วยเครื่องที่ให้ผลผลิตที่ต่ำ และมีการสูญเสียค่อนข้างมาก ไม่เหมาะต่อการผลิตปริมาณมากๆ สำหรับป้อนอุตสาหกรรม ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาวิธีการแยกเส้นใยแบบใหม่ ที่ให้เส้นใยสั้น [10] โดยการบดใบสับปะรดสดที่ตัดสั้นตามขนาดที่ต้องการ ส่วนที่ไม่ใช่เส้นใยซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่นุ่ม ไม่เข็งแรง จะถูกบดละเอียด ตากสิ่งที่ได้ให้แห้ง ปั่นให้เส้นใยและอนุภาคที่ไม่ใช่เส้นใยหลุดออกจากกัน จากนั้นร่อนเพื่อแยกเส้นใย (PALF) และส่วนที่ไม่ใช่เส้นใย (NFM) ออกจากกัน (รูป 3) ผลผลิตเส้นใยที่ได้มีค่าสูงถึง 2.75% นอกจากนี้แล้ววิธีการบดเชิงกลนี้ ยังให้เส้นใยที่มีขนาดเล็กในช่วง 3 – 20 μm สูงถึง 60% ลักษณะของเส้นใยที่ได้แสดงดังรูป 4 ตาราง 3 เปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากการแยกเส้นใยด้วยวิธีต่างๆ




**รูปที่ 3** ขั้นตอนการแยกเส้นใยจากใบสับปะรดด้วยวิธีบดเชิงกล

**รูปที่ 4** ลักษณะของเส้นใยใบสับปะรดที่แยกด้วยวิธีการบดเชิงกล (ซ้าย) หลังจากการขึ้นเป็นแผ่นเส้นใยแบบไม่ทอ (กลาง) และภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ของแผ่นเส้นใย (ขวา)

**ตาราง 3** ตารางเปรียบเทียบผลผลิตเส้นใยที่ได้จากกระบวนการต่างๆ

| วิธีการแยก | ผลผลิตเส้นใย* (%) | ช่วงของเส้นผ่านศูนย์กลาง (µm) | เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย (µm) |
|---|---|---|---|
| การแช่ฟอก | 1.17 | 5 – 272 | 37.86 |
| การขูดด้วยมือ | 1.38 | 5 – 169 | 39.51 |
| การบดด้วยลูกบด | 2.92 | 3 – 164 | 12.69 |
| การบดด้วยเครื่อง | 2.75 | 3 – 138 | 13.22 |

เส้นใยใบสับปะรดที่แยกได้จากวิธีการบดเชิงกลนี้ สามารถนำไปใช้ในการเสริมแรงพลาสติก ยาง และเรซินชนิดต่างๆ ได้ในลักษณะเดียวกันกับแฟลกซ์ที่ได้กล่าวข้างต้น ซึ่งผู้วิจัยจะได้นำเสนอในลำดับต่อไป

## บทสรุป

ประเทศไทยอุดมสมบูรณ์ไปด้วยเส้นใยธรรมชาติ แต่ก็มีอุตสาหกรรมเส้นใยธรรมชาติเพียงบางชนิดเท่านั้น ยังคงมีแหล่งเส้นใยธรรมชาติที่ถูกทิ้งให้สูญเปล่าอีกเป็นปริมาณมาก และใบสับปะรดก็เป็นแหล่งเส้นใยธรรมชาติที่น่าสนใจมากด้วยเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ในขณะที่ประเทศผู้นำอุตสาหกรรมต่างๆ ได้เตรียมความพร้อมด้านเส้น

ใยธรรมชาติที่เหมาะกับภูมิศาสตร์ของตนเอง และผลักดันให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ อย่างครบครัน ประเทศไทยก็ควรมีการเตรียมความพร้อมเช่นกัน

## เอกสารอ้างอิง


1. Bledzki, A. K., and Gassan, J. 1999. Composites reinforced with cellulose based fibres. *Progress in Polymer Science* 24: 221-271.
2. Bledzki, A. K, Faruk, O., and Sperber, V. E. 2006. Cars from Bio-Fibres. *Macromolecular Materials and Engineering* 291: 449–457.
3. Available from URL: http://www.mastersoflinen.com/eng/celc/1-presentation. 26 October 2014.
4. Available from URL: http://www.flaxtechnic.fr/en/products/. 26 October 2014.
5. Available from URL: http://europeanlinenandhempcommunity.eu/tag/flax/page/6/. 26 October 2014.
6. Joshi, S. V., Drzal, L. T., Mohanty, A. K., and Arora, S. 2004. Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites?. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* 35: 371-376.
7. Kalia, S., Kaith, B. S., and Kaur, I. 2009. Pretreatments of Natural Fibers and their Application as Reinforcing Material in Polymer Composites—A Review. *Polymer Engineering and Science* 49: 1253–1272.
8. Satyanarayana, K. G., Pillai, C. K. S., Pillai, S. G .K., and Sukumaran, K. 1982. Structure property studies of fibres from various parts of the coconut tree. *Journal of Materials Science* 17: 2453 -2462.
9. Susheel, K., Kaith, B. S., Inderjeet, K., 2009. Pretreatments of natural fibres and their application as reinforcing material in polymer composites-A review. *Polymer Engineering and Science* 49: 1253-1272.
10. Kengkhetkit, N., and Amornsakchai, T. 2012. Utilisation of Pineapple Leaf Waste for Plastic Reinforcement: 1. A Novel Extraction Method for Short Pineapple Leaf Fiber. *Industrial Crops and Products* 40: 55-61.
11. Reeves, J. S. 1949. Decorticating Machine. United States patent US2,490,157.
12. Cary, J. E., Shafer, R. E., and Valerie, C. 1956. Fibre Decorticating Machine. United States patent US 2,745,142.

131. อัจฉราพร ไศละสูต และคณะ. 2525. การผลิตเส้นใยจากใบสับปะรดและการใช้ประโยชน์ทางด้านสิ่งทอ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัย.
14. สมชาย อานกำปัง. 2537. การออกแบบและประเมินผลเครื่องตีแยกเส้นใยจากใบสับปะรดสด. วิทยานิพนธ์ ม. ขอนแก่น.
15. วิชัย หฤทัยธนาสันติ์ และคณะ. 2547. รายงานฉบับสมบูรณ์ ชุดโครงการต้นแบบการใช้ประโยชน์จากเส้นใยของใบสับปะรดเพื่ออุตสาหกรรมสิ่งทอ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.