บทความรับเชิญ

แนวทางการใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรมของเส้นใยใบสับปะรด

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

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน ความยั่งยืนเป็นสิ่งที่ทุกคนให้ความสำคัญ และเป็นตัวขับเคลื่อนให้เกิดเศรษฐกิจชีวฐาน บริษัทชั้นนำ กลุ่มอุตสาหกรรม และรัฐบาลของประเทศอุตสาหกรรมชั้นนำ ได้พัฒนาการใช้เส้นใยธรรมชาติในอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างเป็นรูปธรรม โดยใช้เส้นใยที่ตนเองมีความเชี่ยวชาญเป็นทุนเดิมอยู่แล้ว ประเทศไทยซึ่งอุดมไปด้วยทรัพยากรธรรมชาติ และพืชเส้นใยหลายชนิดจึงควรมีการเตรียมตัวเพื่อให้สามารถแข่งขันได้ในเวทีโลก โดยเริ่มพิจารณา และสนับสนุนการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบที่มีอยู่ในประเทศอย่างจริงจัง บทความนี้กล่าวถึง และนำเสนอแนวทางการใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรมของเส้นใยใบสับปะรด ซึ่งเป็นของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการปลูกสับปะรด ข้อมูลที่นำเสนอส่วนหนึ่งมาจากแนวทางที่ได้มีการศึกษาวิจัย และตีพิมพ์ไว้แล้วกับเส้นใยธรรมชาติชนิดอื่นๆ แต่ก็สามารถประยุกต์ใช้กับเส้นใยใบสับปะรดได้เช่นกัน ข้อมูลอีกส่วนหนึ่งมาจากผลงานในกลุ่มวิจัยของผู้เขียนที่คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

คำสำคัญ: เส้นใยธรรมชาติ ใบสับปะรด เส้นใยใบสับปะรด วัสดุคอมพอสิท

---

[1]ภาควิชาเคมีและศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

[2]สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

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

Industrial Utilization Concept for Pineapple Leaf Fiber

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

ABSTRACT

Sustainability is one of the current global trends and a driver for bio-based economy. Companies, industrial sectors and governments of leading industrialized countries have been developing tangible uses of natural fiber in many industries. The focus is on plants and fibers that they already have expertise. Thailand is abundant with different kinds of natural resources and plants. We should be prepared to compete successfully in the global arena by considering and promoting the use of available resources. This article considers and proposes the use of pineapple leaf fiber which is obtained from agricultural waste for industrial applications. Part of the presentation was adopted from published literature on other natural fibers which can also be applied to pineapple leaf fiber. The other part was from the author's research work carried out at the faculty of science, Mahidol university.

Keywords: natural fiber, pineapple leaf, pineapple leaf fiber, composite

[1] Department of Chemistry and Center of Excellence for Innovation in Chemistry, Faculty of Science, Mahidol University

[2] Division of Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Phitsanulok

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

บทนำ

เส้นใยธรรมชาติในกระแสโลก

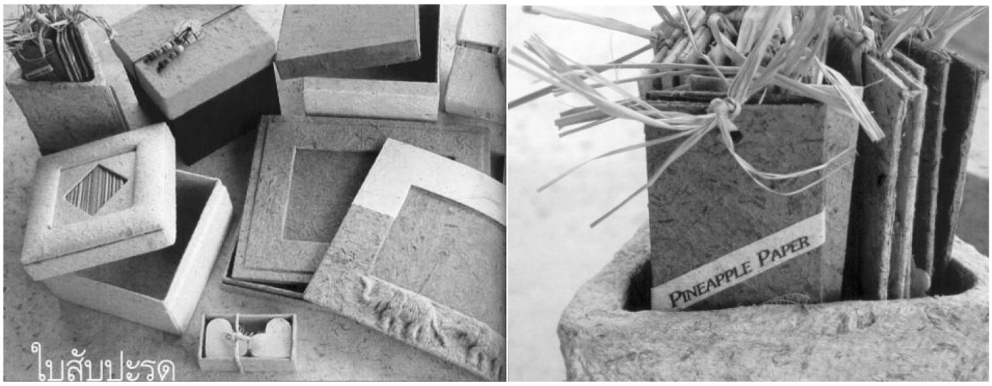
ปัญหาโลกร้อน พลังงาน สิ่งแวดล้อม และความยั่งยืนทำให้ประเทศต่างๆ ทั่วโลกโดยเฉพาะกลุ่มประเทศผู้นำ มีการเตรียมความพร้อม และกำหนดมาตรการต่างๆ ที่จะบรรเทาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และมีการปรับตัว เพื่อเข้าสู่เศรษฐกิจชีวฐาน หลายๆ ประเทศ โดยเฉพาะกลุ่มสหภาพยุโรป มีความพร้อมอย่างมาก รูปแบบหนึ่งของการปรับตัว คือ การใช้พืชเป็นแหล่งวัตถุดิบ โดยเฉพาะในรูปเส้นใยธรรมชาติเป็นรูปแบบที่ทำได้ง่ายที่สุด และได้มีการพัฒนาความรู้ และเทคโนโลยีมาเป็นเวลานาน โดยมีการใช้งานในรูปแบบที่ง่ายที่สุด คือ การใช้เป็นแผ่นฉนวนกันความร้อน ฉนวนกันเสียง ไปจนถึงการใช้ในวัสดุคอมพอสิทเสริมแรงที่ต้องใช้ความรู้ เทคโนโลยี และเครื่องจักรระดับสูง ที่ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับเส้นใยธรรมชาติได้อย่างมาก ซึ่งผู้เขียนได้รวบรวมมานำเสนอเป็นแนวทางให้เห็นว่า เราสามารถนำแนวคิดมาใช้กับเส้นใยธรรมชาติชนิดอื่นๆ ที่มีในประเทศไทยได้เช่นกัน โดยเฉพาะเส้นใยสับปะรด ซึ่งผู้เขียนได้นำเสนอมาในบทความก่อนหน้านี้ [1] แล้วว่ามีศักยภาพมาก โดยเฉพาะในด้านวัสดุคอมพอสิท ซึ่งเราสามารถเรียนรู้ได้จากตัวอย่างของกลุ่มสหภาพยุโรปที่มีการร่วมมือกันทำงานเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเส้นใยแฟลกซ์อย่างเป็นรูปธรรม นับตั้งแต่ศาสตราจารย์ Verpoest ได้ตีพิมพ์ผลงานเรื่องการใช้เส้นใยแฟลกซ์ในการเสริมแรงอีพอกซีในปี 1999 [2] และในที่สุดได้มีการก่อตั้ง The European Confederation of Linen and Hemp (CELC) [3] ขึ้นมาโดยศาสตราจารย์ Verpoest ได้รับเกียรติให้เป็นหัวหน้าทีมพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเส้นใยแฟลกซ์และเฮมพ์ ซึ่งนำไปสู่ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจำนวนมาก

การพัฒนาการใช้ประโยชน์เส้นใยธรรมชาติเชิงอุตสาหกรรมของแต่ละประเทศก็จะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ขึ้นอยู่กับว่าเส้นใยชนิดใดมีความเหมาะสมกับภูมิศาสตร์ และภูมิอากาศของประเทศในการปลูกและสามารถปลูกระดับอุตสาหกรรมได้ สำหรับประเทศไทยนั้น การส่งเสริมให้ปลูกพืชเส้นใยในระดับอุตสาหกรรมอาจทำได้ยาก และไม่ค่อยเหมาะสมนัก เนื่องจากประเทศไทยมีแหล่งเส้นใยคุณภาพดีจากของเหลือทิ้งของอุตสาหกรรมเกษตรในปริมาณมากอยู่แล้ว เช่น ใบสับปะรด ประกอบกับการที่เส้นใยใบสับปะรดมีสมบัติเชิงกลที่ดีมาก จึงควรนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทำนองเดียวกันกับเส้นใยแฟลกซ์

การใช้ประโยชน์แบบดั้งเดิม

1. การใช้เชิงหัตถกรรม

การใช้แบบที่ง่ายที่สุด คือ การนำใบสับปะรดไปผลิตเป็นกระดาษใบสับปะรด [4] ซึ่งเป็นกระดาษที่มีลักษณะพิเศษ และเป็นเอกลักษณ์ แตกต่างจากกระดาษทำมือชนิดอื่นๆ กระดาษใบสับปะรดสามารถนำไปผลิตสินค้าหัตถกรรม เช่น การ์ดอวยพร กล่องกระดาษในรูปแบบต่างๆ แฟ้มเอกสาร (รูปที่ 1) และใช้ในการตกแต่งต่างๆ เมื่อเร็วๆ นี้ ได้มีการนำกระดาษใบสับปะรดไปใช้ในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ (รูปที่ 2) โดยบริษัท โยธกา อินเตอร์แนชั่นแนล จำกัด [5] ซึ่งได้รับรางวัลการออกแบบจากผลงานดังกล่าวนี้ด้วย อย่างไรก็ตาม ปริมาณการใช้ประโยชน์จากใบสับปะรดในรูปแบบของกระดาษตามที่กล่าวมาข้างต้นก็ยังมีไม่สูงมากนัก ยังคงมีใบสับปะรดเหลือทิ้งโดยเปล่าประโยชน์จำนวนมาก



รูปที่ 1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากกระดาษใบสับปะรด
ที่มา: http://www.osotho.com/th/content/indexdetail.php?ContentID=1151&myGroupID=

รูปที่ 2 เฟอร์นิเจอร์ที่ผลิตจากกระดาษใบสับปะรด
ที่มา: http://www.yothaka.com/furniture_in.php?type=pineapple&check=2

2. การใช้ในงานสิ่งทอ

มีการนำเส้นใยใบสับปะรดไปใช้ประโยชน์ในรูปสิ่งทอมาเป็นเวลานานโดยต้นแบบที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักกันเป็นอย่างดี คือ ผ้าพีน่า (Pina fabric) ซึ่งเป็นสินค้าพื้นเมืองของฟิลิปปินส์ (รูปที่ 3) การแยกเส้นใยจากใบสับปะรดนั้นใช้วิธีการขูดด้วยมือ และต่อมาได้มีการพัฒนาเครื่องขูด [6-7] เพื่อเพิ่มกำลังการผลิต ซึ่งในประเทศไทยก็ได้มีการพัฒนาเครื่องขูด โดยหน่วยงานหลายแห่ง เช่น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อนำเส้นใยไปใช้ในด้านสิ่งทอ [8] การผลิตเส้นใยใบสับปะรดสำหรับใช้งานสิ่งทอนี้มีปริมาณน้อยมาก เนื่องจากต้องใช้ความพิถีพิถันในการคัดเลือกใบที่มีอายุ ความยาว และความสมบูรณ์เป็นพิเศษ เพื่อให้ได้เส้นใยคุณภาพดี จึงไม่ได้รับความสนใจจากเกษตรกรมากนัก ในประเทศไทย มีการนำเส้นใยใบสับปะรดไปผสมกับเส้นใยชนิดอื่นเพื่อปั่นเป็นเส้นด้าย ก่อนที่จะนำไปทอเป็นผ้าผืน แต่ปริมาณการผลิตก็ไม่สูงมากนัก

รูปที่ 3 เครื่องแต่งกายที่ผลิตจากเส้นใยใบสับปะรด

ที่มา: http://www.barongatsaya.com/ProdImages/images/JB32A.jpg

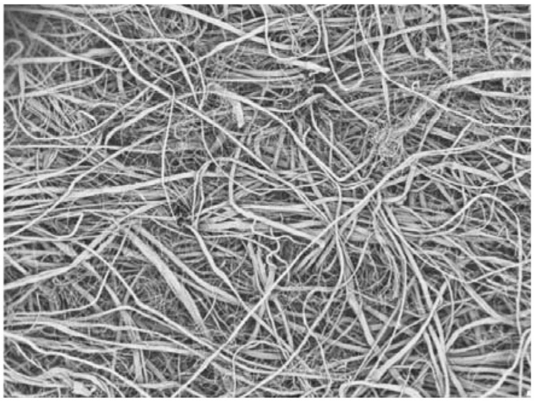
https://www.etsy.com/uk/listing/64953939/rare-vintage-hand-embroidered-philippine

การใช้เชิงอุตสาหกรรม

จากการสืบค้นข้อมูล พบว่า เส้นใยใบสับปะรดมีการใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรมน้อยมาก เมื่อเทียบกับเส้นใยธรรมชาติอื่นๆ เพื่อให้เห็นเป็นแนวทาง ผู้เขียนจึงนำเสนอตัวอย่างทั้งแบบที่มีการวางแผนผลิตแล้ว และแบบที่อยู่ในระหว่างการศึกษาวิจัย แต่มีแนวโน้มที่ดีที่จะนำไปใช้ในเชิงอุตสาหกรรมได้

1. วัสดุทางเลือก Piñatex™ [9]

ประมาณปลายปี 2014 นักออกแบบชาวสเปนได้ก่อตั้งบริษัท Ananas Anam จำกัดขึ้น เพื่อผลิตวัสดุทางเลือกสำหรับแทนหนัง โดยที่ใช้ผ้าชนิดไม่ทอจากเส้นใยใบสับปะรดเป็นวัสดุหลัก และผ่านกระบวนการตกแต่งสำเร็จแบบต่างๆ เพื่อให้มีลักษณะและลวดลายคล้ายหนัง โดยผ้าชนิดไม่ทอนี้ ใช้เส้นใยใบสับปะรดที่เตรียมโดยเกษตรกรในประเทศฟิลิปปินส์ที่เตรียมจากเครื่องขูด และนำเส้นใยไปผลิตเป็นผ้าผืนด้วยเครื่องจักรมาตรฐานที่ใช้ในการผลิตผ้าไม่ทอในอุตสาหกรรม รูปที่ 4 แสดงลักษณะของ Piñatex™ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน และตัวอย่างผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ผลิตจาก Piñatex™ อย่างไรก็ตาม ในการผลิต Piñatex™ นั้นต้องการวัตถุดิบที่เป็นเส้นใยยาว เหมือนกับที่ใช้ในด้านสิ่งทอ ซึ่งใช้การผลิตด้วยวิธีการแบบดั้งเดิม และต้องพึ่งพาแรงงานค่อนข้างมาก ดังนั้น จึงไม่น่าจะเหมาะกับประเทศไทย



รูปที่ 4 ลักษณะของผ้า Piñatex™ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่งกราด (ซ้าย) และ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากผ้า Piñatex™ (ขวา)

ที่มา: http://www.ananas-anam.com

http://www.theguardian.com/business/2014/dec/21/wearable-pineapple-leather-alternative

2. การใช้เพื่อเสริมแรงพลาสติก ยาง และเรซิน

ผู้เขียนได้กล่าวถึงแนวทางใหม่ในการแยกเส้นใยจากใบสับปะรด เพื่อให้ได้เส้นใยสั้นในบทความก่อนหน้านี้ [1] ซึ่งสามารถนำมาใช้ในหลายๆ รูปแบบที่มีการใช้เส้นใยแฟลกซ์แบบสั้นในการผลิต โดยจะแบ่งออกเป็น 3 แบบ ตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้

2.1 การใช้ทดแทน หรือเสริมแรงพลาสติกในงานฉีด

ใบสับปะรดประกอบด้วย ส่วนที่เป็นเส้นใย (PALF) และส่วนที่ไม่ใช่เส้นใย (NFM) ซึ่งมีความแข็งแรงแตกต่างกันค่อนข้างมาก ส่วนที่ไม่ใช่เส้นใย ถือเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการแยกเส้นใย หากนำมาใช้ได้ ก็จะทำให้ต้นทุนของเส้นใย ทั้งที่เป็นต้นทุนจริง และต้นทุนพลังงาน และสิ่งแวดล้อมลดลงอย่างมาก และยังไม่เป็นการสร้างของเสียเพิ่มขึ้นอีกด้วย หรือ Zero waste โดยการใช้ส่วนที่ไม่ใช่เส้นใยนี้จะเป็นการทดแทนเนื้อพลาสติกในงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก ขณะที่เส้นใยสามารถใช้ในการเสริมประสิทธิภาพของพลาสติกได้ ซึ่งการเสริมประสิทธิภาพนี้ หมายถึงการทำให้พลาสติกมีความแข็งความแข็งแรงทั้งต่อแรงดึง แรงดัดโค้ง และแรงกระแทก และความทนต่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ทำให้สามารถขยายขอบเขตการใช้งานของพลาสติกได้มากขึ้น หรืออาจเป็นการใช้ในรูปแบบเดิม แต่ลดความหนาของวัสดุลง เพื่อความประหยัดเนื้อวัสดุก็ได้ โดยผู้เขียนได้นำเปรียบเทียบสมบัติของพอลิพรอพิลีนที่มีการเติมเส้นใยใบสับปะรด และการเติมส่วนที่ไม่ใช่เส้นใยไว้แล้ว [10] และยังได้ศึกษาในระบบอะคริโลไนไตรล์บิวตะไดอีนสไตรีน หรือเอบีเอสอีกด้วย [11] ในที่นี้จึงขอแสดงภาพของชิ้นงานและยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ดังรูปที่ 5 เพื่อให้เห็นลักษณะปรากฏและภาพของการใช้งานเท่านั้น

รูปที่ 5 ลักษณะปรากฏของชิ้นงาน และตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากพอลิพรอพิลีน (PP) ผสมเส้นใยใบสับปะรด (PALF) และส่วนที่ไม่ใช่เส้นใยซึ่งเป็นเศษเหลือทิ้งจากการแยกใบสับปะรด (NFM)

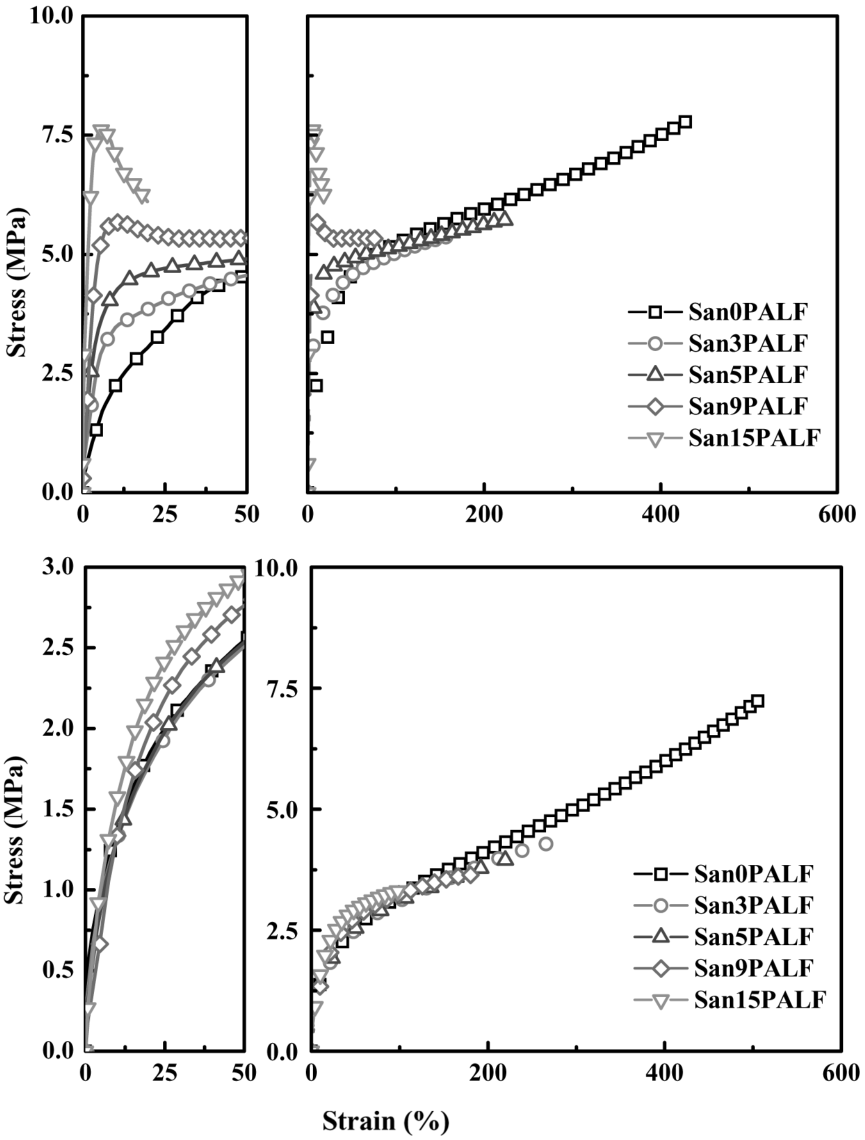
2.2 การใช้เสริมแรงพลาสติก ยาง หรือเทอร์โมเซตในรูปแบบการเรียงตัวทางเดียว (uniaxial reinforcement)

ลักษณะของเส้นใยที่มีความแข็งแรงสูงในทิศตามยาว จึงเหมาะที่จะนำไปเสริมแรงผลิตภัณฑ์บางประเภทให้มีสมบัติในบางทิศทางสูงกว่าปกติ ซึ่งเมทริกซ์ที่ใช้นั้นเป็นได้ทั้งเทอร์โมพลาสติก ยาง หรือเทอร์โมเซต เช่น อีพอกซี่ ในที่นี้ผู้เขียนจะขอยกตัวอย่างการใช้เส้นใยใบสับปะรดในการเสริมแรงยางเทอร์โมพลาสติก [12] และยางไนไตรล์ [13-14] เพื่อให้เห็นภาพของการใช้งานโดยทั่วไป ดังนี้

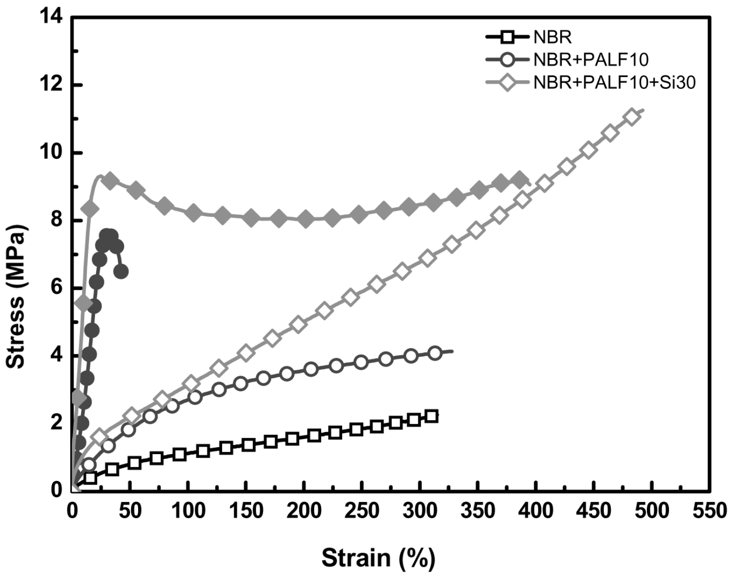
ยางเทอร์โมพลาสติกเป็นวัสดุที่มีลักษณะทางกายภาพคล้ายยาง แต่แปรรูปได้ด้วยความร้อนในลักษณะเดียวกันกับเทอร์โมพลาสติก ตัวอย่างที่นำมาศึกษา คือ ยางซานโตปรีน (Santoprene) ซึ่งเป็นวัสดุผสมระหว่างพอลิพรอพิลีนกับยางอีพีดีเอ็ม จึงเป็นวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาอิทธิพลของเส้นใยต่อทั้งยางและพลาสติก รูปที่ 6 แสดงผลของปริมาณเส้นใยต่อพฤติกรรมภายใต้แรงดึงใน 2 ทิศทางเทียบกับการวางตัวของเส้นใย จะเห็นชัดเจนว่า แรงดึงในทิศเดียวกันกับทิศการวางตัวของเส้นใยนั้นสูงกว่าในทิศตั้งฉากมาก โดยค่าแรงดึงในทิศเดียวกันกับการวางตัวของเส้นใยนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และค่าสูงสุดเพิ่มตามปริมาณเส้นใยอย่างชัดเจน ขณะที่ในทิศตั้งฉากนั้นแรงดึงไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ซึ่งพฤติกรรมเช่นนี้ ได้จากการเสริมแรงด้วยเส้นใยเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่า การมีเส้นใยส่งผลให้เมทริกซ์ที่เป็นพอลิเมอร์กึ่งผลึกมีการวางตัวที่จำเพาะ ซึ่งนี้มีส่วนทำให้สมบัติเชิงกลเพิ่มขึ้นอีกด้วย โดยสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในเอกสารอ้างอิง [12]

สำหรับเมทริกซ์ที่เป็นยางไนไตรล์ ก็แสดงพฤติกรรมในลักษณะเดียวกันกับยางซานโตปรีน คือ แรงดึงในทิศขนานการวางตัวของเส้นใยเพิ่มขึ้นสูงกว่าการยืดยางไนไตรล์ปกติมาก และมีระยะยืดน้อยลงมาก ในขณะที่การยืดตัวในทิศตั้งฉากกับการวางตัวของเส้นใยนั้นใช้แรงน้อยกว่ามาก และมีระยะยืดเท่ากับยางปกติ การที่ระยะยืดตัวของยางไนไตรล์เสริมแรงด้วยเส้นใยใบสับปะรดลดลงอย่างมากนั้น อาจเป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน ผู้เขียนจึงได้เสนอแนวทางในการใช้ซิลิการ่วมกับเส้นใยใบสับปะรดเป็นคอมพอสิทลูกผสม (hybrid composite) ที่แสดงลักษณะเด่นของการเสริมแรงด้วยวัสดุแต่ละชนิด คือ มีกราฟการดึงเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วที่ระยะยืดต่ำๆ (จากการเสริมแรงด้วยเส้นใย) และมีระยะยืดตัวที่สูงมากขึ้น (จากการเสริมแรงด้วยซิลิกา) (รูปที่ 7)

แนวคิดข้างต้นนี้ ไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะตัวอย่างที่แสดงเท่านั้น แต่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับยางชนิดอื่นๆ และสามารถใช้วัสดุเสริมแรงแบบอนุภาคชนิดอื่นๆ เช่น เขม่าดำ ได้เช่นกัน และยังสามารถนำไปใช้กับเทอร์โมพลาสติก เช่น พอลิพรอพิลีน หรือ พอลิเอทิลีน หรือเทอร์โมเซต เช่น อีพอก-ซีเรซินสำหรับผลิตแผ่นพรีเพร็ก เพื่อการผลิตคอมพอสิทที่มีประสิทธิภาพสูงได้เช่นกัน รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างของผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป (semi-finished product) ที่ได้จากการนำเทปเทอร์โมพลาสติกที่มีเส้นใยเรียงตัวตามแนวเทปมาทอเป็นผืนผ้า สำหรับการนำไปขึ้นรูปด้วยวิธีกดอัดด้วยความร้อนเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ



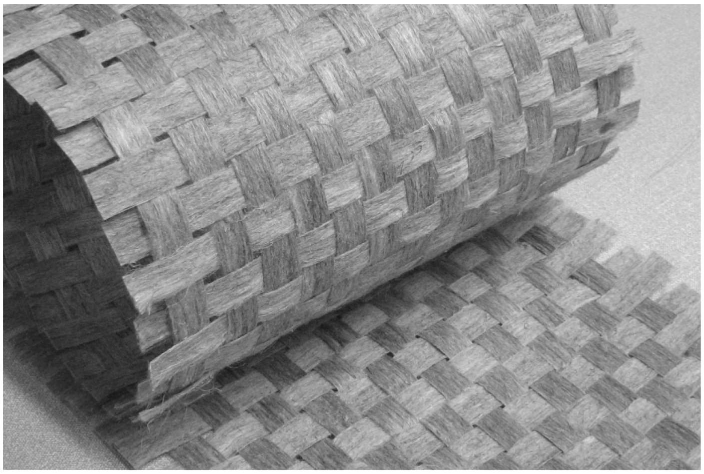
รูปที่ 6 กราฟแรงดึงของยางซานโตปรีนที่เสริมแรงด้วยเส้นใยใบสับปะรดวางตัวในทิศทางเดียวในปริมาณที่กำหนดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของวัสดุ วัดในแนวการวางตัวของเส้นใย (บน) และแนวตั้งฉากกับเส้นใย (ล่าง)



รูปที่ 7 กราฟแรงดึงของยางไนไตรล์ (NBR, □) ที่เสริมแรงด้วยเส้นใยใบสับปะรดปริมาณ 10 phr (●, ○) และที่เสริมแรงด้วยเส้นใยใบสับปะรด 10 phr ร่วมกับซิลิกา 30 phr (◆, ◇) โดยสัญลักษณ์ทึบแทนแรงดึงในทิศขนานเส้นใย และสัญลักษณ์โปร่งแทนแรงดึงในทิศตั้งฉากกับเส้นใย (phr หมายถึง ส่วนต่อร้อยส่วนโดยน้ำหนักของยาง)

2.3 การใช้งานในรูปแผ่นผ้าไม่ทอร่วมกับเรซินเหลวสำหรับผลิตคอมพอสิท

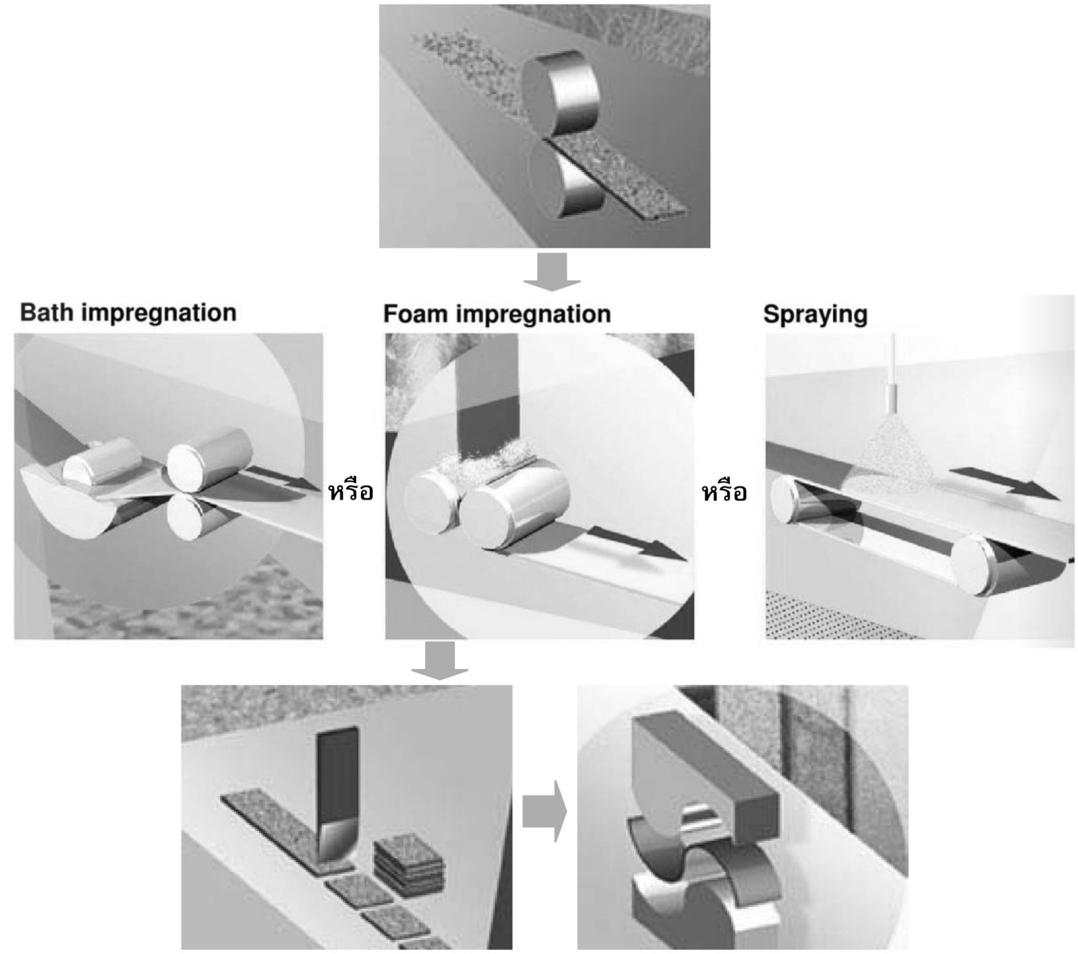
กลุ่มวิจัยของผู้เขียนได้ศึกษาการผลิตแผ่นผ้าไม่ทอจากใบสับปะรด [15-16] เพื่อใช้ร่วมกับเรซินเหลวสำหรับการผลิตวัสดุคอมพอสิทที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก โดยได้ศึกษาเรซิน 2 ชนิด คือ พอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัว (เกรดการค้าสำหรับผลิตไฟเบอร์กลาสทั่วไป) [17] และอะคริลิกเรซิน (Acrodur, BASF) พบว่าในการใช้พอลิเอสเทอร์เรซินชนิดไม่อิ่มตัวเป็นสารยึดติดนั้น สามารถใช้แผ่นผ้าไม่ทอได้ทั้งแบบที่ผลิตจากใบทั้งหมด (มีทั้งส่วนที่เป็นเส้นใย และส่วนที่ไม่ใช่เส้นใย) และแบบที่ผลิตจากเส้นใยใบสับปะรดเพียงอย่างเดียว โดยการใช้ผ้าไม่ทอที่ผลิตจากเส้นใยใบสับปะรดเพียงอย่างเดียวนั้นให้คอมพอสิทที่มีสมบัติเชิงกลสูงกว่าแบบที่ผลิตจากใบทั้งหมดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้น ในกรณีนี้การใช้เส้นใยใบสับปะรดเพียงอย่างเดียวจึงไม่ได้ประโยชน์ใดๆ เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม คอมพอสิทที่ได้นั้นมีสมบัติต่ำกว่าคอมพอสิทที่ผลิตจากเส้นใยแก้วค่อนข้างมาก แต่ก็เพียงพอที่จะใช้ในการผลิตโครงสร้างที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก และผู้เขียนยังได้ศึกษาการใช้แผ่นเส้นใยใบสับปะรดร่วมกับแผ่นเส้นใยแก้ว [17] เพื่อขยายกรอบสมบัติเชิงกลให้กว้างขึ้นพบว่า รูปแบบที่ทำให้สมบัติเชิงกลสูงขึ้นมากคือ การทำเป็นโครงสร้างแซนด์วิชที่มีแผ่นเส้นใยใบสับปะรดแทรกอยู่ระหว่างแผ่นเส้นใยแก้ว โดยมีอัตราส่วนของแผ่นเส้นใยใบสับปะรดต่อแผ่นเส้นใยแก้วสูงถึงร้อยละ 82 โดยน้ำหนัก แผ่นเส้นใยใบสับปะรดชนิดนี้ สามารถใช้ได้ในลักษณะเดียวกับใยแก้ว ดังแสดงในรูปที่ 9 ซึ่งเป็นการผลิตเรือต้นแบบด้วยวิธี hand lay-up แต่แผ่นเส้นใยใบสับปะรดดูดซับเรซินมากกว่าใยแก้วประมาณ 2 เท่า ดังนั้น การใช้ระบบที่มีความดันร่วม เช่น การแทรกซึมด้วยเรซิน (resin infiltration) หรือ การกดอัดด้วยความดันก็จะช่วยลดปริมาณเรซินลงได้



รูปที่ 8 ลักษณะผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปของเส้นใยใบสับปะรดที่มีการเรียงตัวทิศทางเดียวในเมทริกซ์เทอร์โม-พลาสติก เช่น พอลิพรอพิลีน สำหรับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายด้วยการกดอัดด้วยความร้อน

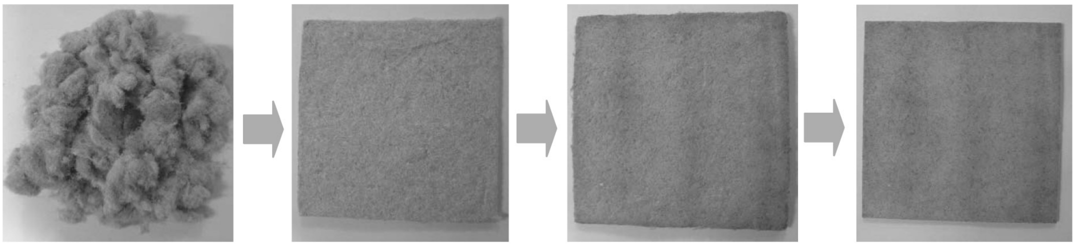
ที่มา: http://www.textreme.com/b2b/news-room/textreme-developments-showcased-on-composites-europe

รูปที่ 9 การผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบเรือไฟเบอร์จากแผ่นเส้นใยใบสับปะรดแบบที่ใช้ใบทั้งหมดและพอลิเอส-เทอร์แบบไม่อิ่มตัว โดยกระบวนการ hand lay-up ด้วยแบบ 2 ชิ้น แล้วจึงนำมาประกอบกันให้ได้ตัวเรือ



รูปที่ 10 กระบวนการผลิตคอมพอสิทด้วยอะคริลิกเรซินชนิดเซ็ตตัวด้วยความร้อน(ดูคำบรรยายในเนื้อความ)
ที่มา: http://www.dispersions-pigments.basf.com/portal/basf/ide/dt.jsp?setCursor=1_614670

สำหรับกรณีอะคริลิกเรซินนั้น มีรูปแบบการใช้งานต่างออกไปและที่น่าสนใจ ดังรูปที่ 10 โดยใช้การอาบ เคลือบ หรือพ่นเรซินลงบนแผ่นเส้นใย จากนั้นจึงนำไปทำให้แห้งและตัดเป็นแผ่น เป็นผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป (semi-finished product) ที่ผู้ใช้สามารถนำไปให้ความร้อนในแม่แบบเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาและรูปร่างถาวรขึ้น กระบวนการนี้ได้รับการกล่าวถึงค่อนข้างมากและมีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมแล้ว โดยเฉพาะการผลิตแผ่นคอมพอสิทจากเส้นใยธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ อย่างไรก็ตามเรซินชนิดนี้ยึดติดไม่ดีนักกับแผ่นเส้นใยชนิดที่ผลิตจากใบสับปะรดทั้งหมด จึงไม่สามารถผลิตแผ่นคอมพอสิทที่มีสมบัติดีได้ จะต้องใช้แผ่นที่ทำจากเส้นใยเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 ขั้นตอนการผลิตแผ่นคอมพอสิทเส้นใยใบสับปะรดและอะคริลิกเรซิน โดยเริ่มจาก ซ้ายสุดไปทางขวามือ คือ เส้นใยใบสับปะรดแบบสั้น นำมาขึ้นแผ่นเส้นใยแบบไม่ทอ อาบด้วยเรซิน และภายหลังการกดอัดด้วยความร้อน

สรุปภาพรวม และทิศทางในอนาคต

ประเทศไทยอุดมไปด้วยทรัพยากรที่เหมาะสำหรับเศรษฐกิจชีวฐาน ในขณะที่ประเทศต่างๆ ได้มีการเตรียมอุตสาหกรรมของตนเอง โดยเฉพาะการใช้เส้นใยธรรมชาติให้พร้อมแล้ว การที่ประเทศไทยมีพื้นฐานที่ดี รวมทั้งมีทรัพยากรพืชอยู่มาก ประกอบกับการเป็นฐานการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมต่อเนื่องในการส่งออกหลายชนิด เราจึงอยู่ในสถานะที่เหมาะสมมากที่จะพัฒนาวัสดุท้องถิ่น โดยเรียนรู้จากตัวอย่างเหล่านั้น และนำสิ่งที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้อุตสาหกรรมไทยสามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก และมีอนาคตที่สดใสมาก แม้ว่าเราจะมีเส้นใยหลายชนิด แต่เส้นใยใบสับปะรดมีศักยภาพสูง และสามารถใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายรูปแบบมากกว่าเส้นใยชนิดอื่นๆ แต่การที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวนี้จะต้องได้รับความร่วมมืออย่างจริงจังจากทุกภาคส่วน ภายใต้การประสานงานของหน่วยงานกลางที่ได้รับการสนับสนุนอย่างเป็นรูปธรรมจากภาครัฐในรูปแบบเดียวกับที่เกิดขึ้นในกลุ่มสหภาพยุโรป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ ดร.อุษา สมนึก และบริษัท ท้อปเทร็นด์ แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ร.ต.อนันต์ วุฒิกานต์นนท์ และกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรด ต.บ้านแยง อ.นครไทย จ.พิษณุโลก สำหรับความร่วมมือในการผลิตแผ่นเส้นใยใบสับปะรด และบริษัท ทริปเปิล พี ซัพพลายส์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการผลิตชิ้นงานต้นแบบ และขอขอบคุณสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ และสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมในการสนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย และนันทยา เก่งเขตร์กิจ. 2014 ใบสับปะรด: แหล่งเส้นใยธรรมชาติที่ไม่ควรมองข้าม *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.* 30 (2), 1-10.
2 George, J., Ivens, J. and Verpoest, I. 1999. Mechanical Properties of Flax Fibre Reinforced Epoxy Composites. *Die Angewandte Makromolekulare Chemie.* 272: 41-45.
3. http://www.mastersoflinen.com/eng/celc/1-presentation, 19 February 2015.
4. http://www2.oie.go.th/vc-pineapple/index.php/pineapple-industry/st09/93-kradas/84-industry-paper, 23 February 2015.
5. http://www.yothaka.com/furniture_in.php?type=pineapple, accessed 19 February 2015.
6. United States patent US2,490,157, 1949. Decorticating Machine.
7. United States patent US 2,745,142, 1956. Fibre Decorticating Machine.
8. สุชาดา อุชชิน, 2553. ต้นแบบการใช้ประโยชน์จากเส้นใยของใบสับปะรดเพื่ออุตสาหกรรมสิ่งทอ, http://www.trf.or.th/research/project_detail.asp?PROJECTID=RDG4650006. 19 February 2015.
9. http://www.ananas-anam.com/pinatex/, 19 February 2015.
10. Kengkhetkit, N. and Amornsakchai, T. 2014. A New Approach to “Greening” Plastic Composites using Pineapple Leaf Waste for Performance and Cost Effectiveness. *Materials & Design.* 55: 292-299.
11. ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย และคณะ. 2555. รายงานฉบับสมบูรณ์ การจัดการ และใช้ประโยชน์เส้นใยจากใบสับปะรด แบบครบวงจร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
12. Kalapakdee, A. and Amornsakchai, T. 2014. Mechanical Properties of Preferentially Aligned Short Pineapple Leaf Fiber Reinforced Thermoplastic Elastomer: Effects of Fiber Content and Matrix Orientation. *Polymer Testing.* 37: 36-44.
13. Wisittanawat, U., Thanawan, S., and Amornsakchai, T. 2014. Mechanical Properties of Highly Aligned Short Pineapple Leaf Fiber Reinforced-Nitrile Rubber Composite: Effect of Fiber Content and Bonding Agent. *Polymer Testing.* 35: 20-27.
14. Wisittanawat, U., Thanawan, S., and Amornsakchai, T. 2014. Remarkable Improvement of Failure Strain of Preferentially Aligned Short Pineapple Leaf Fiber Reinforced Nitrile Rubber Composites with Silica Hybridization. *Polymer Testing.* 38: 91-99.
15. ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย และคณะ. 2557. รายงานฉบับสมบูรณ์ การพัฒนากระบวนการแยกเส้นใยจากใบสับปะรดแบบใหม่ และการใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรมในรูปสิ่งทอเทคนิค. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ.

16. ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย. 2014. สิ่งทอเทคนิคจากใบสับปะรด วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร. *TTIS Textile Digest.* 23(194): 32-34.
17. ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย และคณะ. 2015. เส้นใยจากวัสดุทางการเกษตรสู่อุตสาหกรรมสิ่งทอเทคนิค ตอนที่ 3 วัสดุคอมพอสิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากใบสับปะรดเหลือทิ้ง. *TTIS Textile Digest.* 24(197): 37-39.