

การเตรียมกาวยางธรรมชาติสำหรับเสื้อ

สุวิมล เทียกทุม¹

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ต.สะเดียง อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000

สมใจ คำมุงคุณ² และ ชัยวุฒิ วัตจิง^{3*}

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ต.เมืองศรีโค อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190

* Corresponding Author: chaiwute2110@gmail.com, chaiwute.v@ubu.ac.th

¹ อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

² นักศึกษา สาขาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

ข้อมูลบทความ

บทคัดย่อ

ประวัติบทความ :

รับเพื่อพิจารณา : 5 กันยายน 2562

แก้ไข : 17 สิงหาคม 2563

ตอบรับ : 15 กันยายน 2563

คำสำคัญ :

กาว / ยางธรรมชาติ / เสื้อ /
แซนแทนกัม

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเตรียมและสมบัติของกาวยางธรรมชาติสำหรับเสื้อที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยเตรียมจากน้ำยางข้นชนิดครีมและน้ำยางข้นชนิดปั่นเหวี่ยง และแปรปริมาณกัมมะถันที่ 1, 2, 3 และ 4 phr จากการทดสอบสมบัติเชิงกลและสมบัติการยึดติด พบว่า กาวยางธรรมชาติที่เตรียมจากน้ำยางข้นชนิดปั่นเหวี่ยงที่ปริมาณกัมมะถัน 3 phr มีสมบัติที่ดีที่สุด รวมถึงได้ศึกษาปริมาณการเติมแซนแทนกัม (Xanthan gum) ลงในกาวยางธรรมชาติที่ร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนัก โดยทดสอบความเหนียวและสมบัติการยึดติด พบว่าการเติมแซนแทนกัมที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความเหนียวและสมบัติการยึดติดสูงขึ้น นอกจากนี้ ยังได้เปรียบเทียบสมบัติการยึดติดระหว่างกาวยางธรรมชาติและกาวยางทางการค้าที่มีตัวทำละลายอินทรีย์เป็นส่วนผสม พบว่ากาวยางธรรมชาติมีสมบัติการยึดติดที่ดีกว่ากาวยางทางการค้าที่มีตัวทำละลายอินทรีย์เป็นส่วนผสม

Preparation of Natural Rubber Adhesive for Mat

Suwimon Thiakthum¹,

Phetchabun Rajabhat University, Sadiang, Mueang, Phetchabun 67000

Somjai Khammungskun² and Chaiwute Vudjung^{3*}

Ubon Ratchathani University, Mueang Si Khai, Warin Chamrap, Ubon Ratchathani 34190

* Corresponding Author: chaiwute2110@gmail.com, chaiwute.v@ubu.ac.th

¹ Department of Production Engineering and Management, Faculty of Agricultural and Industrial Technology.

² Student, Rubber and Polymer Technology Program, Department of Chemistry, Faculty of Science.

³ Assistant Professor, Rubber and Polymer Technology Program, Department of Chemistry, Faculty of Science.

Article Info

Abstract

Article History:

Received: September 5, 2019

Revised: August 17, 2020

Accepted: September 15, 2020

Keywords:

Adhesive / Natural rubber /

Mat / Xanthan gum

This research aimed to study the preparation and properties of natural rubber adhesive for mat. Natural rubber latex adhesives were prepared from latex-type creaming and centrifugation process at 1, 2, 3 and 4 phr of sulfur. Mechanical and adhesive properties of natural rubber latex adhesives were investigated. The adhesive prepared from latex centrifuged with sulfur at 3 phr exhibited the best properties. In addition, the effect of Xanthan gum content at 10, 20, 30 and 40% by weight on the viscosity and adhesion properties were investigated. Viscosity and adhesive strength increased with increased Xanthan gum content. Adhesion properties of natural rubber latex adhesive and those of commercial rubber adhesives containing organic solvents were also compared. It was found that natural rubber latex adhesives possessed better adhesion properties than the organic solvent-based commercial adhesives.

1. บทนำ

บ้านโคกระเวียง อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ มีอาชีพเสริมในการทำเสื่อจากเตยหนาม โดยนำไปเตยหนามที่ฉีกให้เป็นเส้นมาตากให้แห้งและนำไปทอเป็นเสื่อ ซึ่งมีการรวมกลุ่มเป็นวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านทอเสื่อเตยหนามบ้านโคกระเวียงขึ้นเพื่อรวบรวมผลิตภัณฑ์เสื่อเตยหนามจำหน่าย โดยก่อนหน้านั้นการทำเสื่อจากเตยหนามเคยเป็นอาชีพหลักของบ้านโคกระเวียง แต่ในปัจจุบันการทำเสื่อเตยหนามกลายเป็นอาชีพเสริมและเริ่มมีการทำเสื่อเตยหนามลดลงจากเดิม เนื่องจากรายได้ในการขายเสื่อเตยหนามลดน้อยลง ทำให้มีการผลิตน้อยลงตามไปด้วย ปัจจุบันกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านทอเสื่อเตยหนามบ้านโคกระเวียงได้พัฒนาผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่จากเสื่อเตยหนาม โดยการนำเสื่อเตยหนามมาตัดเป็นรูปร่างตามลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ เช่น กระเป๋า กล่องใส่กระดาษทิชชู เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะใช้กระดาษแข็งเป็นโครงเพื่อเพิ่มความแข็งแรงและใช้กาวเป็นตัวประสานเพื่อยึดติดระหว่างเสื่อกับกระดาษแข็ง กาวที่ใช้เป็นกาวยางประเภทที่มีตัวทำละลายอินทรีย์ ซึ่งเป็นของเหลวที่ไม่ละลายน้ำ มีกลิ่นรุนแรงและนิยมใช้ในอุตสาหกรรม เมื่อสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ใช้กาวชนิดนี้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลานาน ส่งผลทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ เช่น อาการปวดศีรษะ อาเจียน เป็นต้น เนื่องจากกาวยางที่มีตัวทำละลายอินทรีย์ที่ระเหยได้ เช่น โทลูอีน และไซลีน [1] หากสูดดมอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดผลข้างเคียงและเกิดอาการเสท็ดได้ [2] จึงควรมีการพัฒนาการที่ปลอดภัยสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์จากเสื่อเตยหนามและผลิตภัณฑ์งานฝีมือ

ปัจจุบันได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับกาวชนิดอื่นๆ ที่ไม่ส่งผลอันตรายต่อสุขภาพและมีสมบัติการยึดติดที่ดี โดย Chumsamrong และ Monprasit [3] ได้พัฒนากาวจากยางธรรมชาติ (Natural rubber; NR) ซึ่งมีน้ำเป็นตัวกลาง (Water base adhesives) และปรับปรุงสมบัติของกาวยางธรรมชาติให้ดีขึ้นจากเดิมที่มีข้อด้อยเรื่องการเปื่อยกฉีกฉีกวัสดุที่นำมาติดกันโดยเฉพาะกับวัสดุที่มีขี้ผึ้ง ด้วยการกราฟต์ยางธรรมชาติกับนอร์มอลบิวทิลอะคริเลต (n-butyl acrylate; BA) และพอลิเมทิลเมทาคริเลต (Poly methyl methacrylate; PMMA) โดยใช้ใช้น้ำยางชั้นชนิดแอมโมเนียสูง BA และมอนอเมอร์เมทิลเมทาคริเลตเป็นสารตั้งต้น ยางธรรมชาติดัดแปรที่ได้นี้สามารถประยุกต์ใช้กับ

อุตสาหกรรมหลากหลายรูปแบบ เช่น กาวสำหรับรองเท้าหนังแท้ กาวในอุตสาหกรรมสิ่งทอและกระดาษ ใช้เป็นสารเชื่อมต่อระหว่างวัสดุที่มีสมบัติที่มีขี้ผึ้ง กาวยางธรรมชาติดัดแปรชนิดนี้จะเพิ่มสมบัติด้านความเป็นขี้ผึ้ง ความแข็งแรง ความต้านทานต่อตัวทำละลายที่ไม่มีขี้ผึ้ง ความต้านทานต่อความร้อน และปฏิกิริยาออกซิเดชัน และเพิ่มการยึดติดกับวัสดุต่างๆ ที่สภาพมีขี้ผึ้ง ในขณะที่ Yoksan [4] ได้พัฒนาการแปรรูปกาวจากน้ำยางธรรมชาติ โดยการปรับโครงสร้างโมเลกุลของยางธรรมชาติให้มีหมู่เอพอกไซด์อยู่ในสายโซ่โมเลกุลยางธรรมชาติ หรือที่เรียกว่ายางธรรมชาติเอพอกไซด์ (Epoxidized Natural Rubber; ENR) เพื่อใช้ทดแทนกาวสังเคราะห์ แต่อย่างไรก็ตาม การเตรียมยางธรรมชาติกราฟต์ด้วยมอนอเมอร์ที่มีขี้ผึ้งและการเตรียม ENR มีขั้นตอนซับซ้อนและยุ่งยากสำหรับการใช้งานในระดับเกษตรกร จึงมีการเตรียมกาวจากน้ำยางธรรมชาติที่ใช้กระบวนการไม่ยุ่งยาก ด้วยการนำน้ำยางธรรมชาติมาใช้โดยไม่ต้องผ่านการดัดแปรโครงสร้างทางเคมี ซึ่ง Juliet และคณะ [5] ได้เตรียมกาวสำหรับติดกระดาษ ไม้ และ ฉลากขวด จากยางธรรมชาติที่ผสมกับแป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการปรับปรุงทางเคมีด้วยกระบวนการ Hydrolysis, Dextrinization และ Oxidation ซึ่งทำให้มีการยึดติดที่แข็งแรงเป็นพิเศษ ดังนั้นการใช้แทนแทนกัมที่ได้จากกระบวนการหมักโดยเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ประเภทไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloids) ชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติชอบน้ำ (Hydrophilic) สามารถใช้เป็นสารให้ความหนืดในอุตสาหกรรมอาหารเนื่องจากสามารถอุ้มน้ำได้ดี ซึ่งนอกจากแทนแทนกัมจะสามารถเพิ่มความหนืดแล้วการใช้แทนแทนกัมยังไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นอีกด้วย ดังนั้น Kailomsom [6] จึงได้นำแทนแทนกัมมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร และ Somosom [7] ได้พัฒนาแผ่นกาวติดผิวหน้าจากยางธรรมชาติโปรตีนต่ำโดยผสมสารไฮโดรคอลลอยด์คือ กัวกัม แทนแทนกัม และอะควาเจล โดยได้รายงานว่าการเติมแทนแทนกัมเหมาะสมในการเตรียมแผ่นกาวไฮโดรคอลลอยด์ชนิดที่ไวต่อแรงกด ซึ่งแทนแทนกัมสามารถกระจายตัวได้ดีในยางธรรมชาติ ดังนั้น การใช้งานแทนแทนกัมจึงเชื่อมั่นได้ว่ามีความปลอดภัย เนื่องจากแทนแทนกัมสามารถนำไปใช้งานได้ทั้งในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องสำอาง

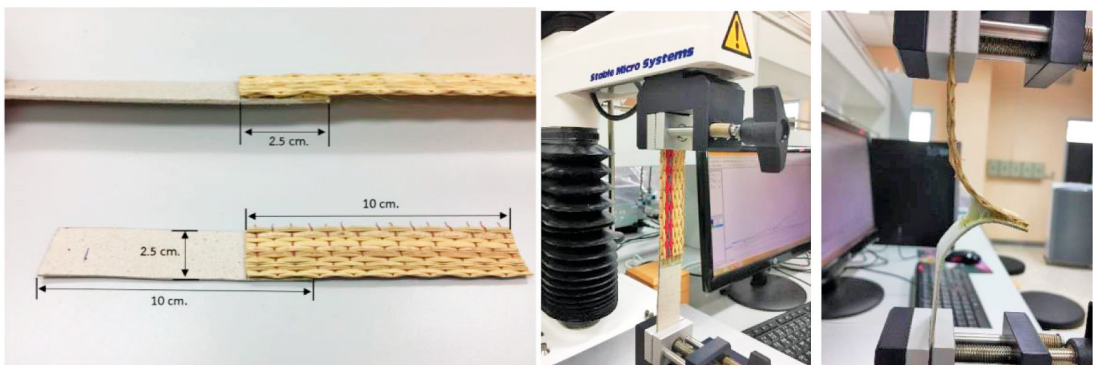
ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาการนำน้ำยางธรรมชาติมาเตรียมเป็นกาวยางธรรมชาติแทนการใช้กาวยางทางการค้าที่มีส่วนผสม

ของตัวทำละลายอินทรีย์ ซึ่งน้ำยางธรรมชาติเป็นหนึ่งในทางเลือกที่สามารถนำมาเตรียมเป็นกาวได้โดยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เนื่องจากน้ำยางธรรมชาติเป็นวัสดุที่ได้จากธรรมชาติและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีสมบัติที่แข็งแรง ยืดหยุ่น รวมทั้งยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยและหาซื้อได้ง่าย โดยศึกษาปริมาณของกำมะถันและปริมาณแซนแทนกัมที่เติม

ลงในน้ำยางเพื่อเตรียมเป็นกาวยางธรรมชาติและศึกษาผลของชนิดของน้ำยางชั้นชนิดปั้นเหยียงและชนิดครีม รวมถึงเปรียบเทียบสมบัติของกาวยางธรรมชาติกับกาวยางทางการค้า เพื่อส่งเสริมให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านทอเสื่อเตยหนามบ้านโคกระเวียงสามารถเตรียมกาวยางธรรมชาติใช้เองได้และช่วยลดต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ได้



รูปที่ 1 (ก.) ลักษณะผลิตภัณฑ์เสื่อแบบเดิม (ข.) กระเป๋าเสื่อเตยหนาม (ค.) ต้นเตยหนาม (ง.) ใบเตยหนามที่ฉีกเป็นเส้น (จ.) การทอเสื่อเตยหนาม



รูปที่ 2 (ซ้าย) ลักษณะชั้นทดสอบสมบัติการยึดติด (กลาง) ความทนต่อแรงเฉือน (Shear test) (ขวา) ความทนต่อแรงลอก (T-Peel test)

2. อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

2.1 วัตถุประสงค์

น้ำยางชั้นที่ใช้ในการวิจัยมีด้วยกัน 2 ชนิด คือ น้ำยางชั้นชนิดปั่นเหวี่ยงที่มีปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry rubber content; DRC) ร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก และน้ำยางชั้นชนิดครีมที่เตรียมตามวิธีของ Vudjung และคณะ [8] โดยนำน้ำยางสดเติมแอมโมเนียความเข้มข้นร้อยละ 30 โดยปริมาตร ปริมาณ 0.40 ส่วนต่อยางหนึ่งร้อยส่วน (Parts per hundred parts of rubber หรือ phr) และเติมสารละลายไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (Diamonium phosphate; DAP) ความเข้มข้นร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก ปริมาณ 0.15 phr แล้วกวนเป็นเวลา 30 นาที ที่ 110°C หลังจากนั้นแยกตะกอนแมกนีเซียมออกจากน้ำยาง แล้วนำน้ำยางที่ได้มาเติมสารละลายไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส (Hydroxy ethyl cellulose; HEC) ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก ปริมาณ 0.40 phr และเติมสารละลายโปแตสเซียมโอเลต (Potassium oleate; K-Oleate) ความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก ปริมาณ 0.50 phr และปั่นกวนด้วยความเร็วรอบ 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นทิ้งไว้ 7 วัน เพื่อให้เกิดการแยกชั้นของน้ำยางชั้นกับเซรุ่มและได้น้ำยางชั้นชนิดครีมที่มี DRC ร้อยละ 55 โดยน้ำหนัก

เสื่อเตยหนามได้รับความอนุเคราะห์จากวิสาหกิจชุมชน

แม่บ้านทอเสื่อเตยหนามบ้านโคกระเวียง อำเภอบึงสามพัน จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งได้จากการนำใบเตยหนามกรีดกระดุกหรือเส้นแกนกลางออก แล้วฉีกให้เป็นเส้นตามขนาดที่ต้องการ ตากให้แห้งสนิท หลังจากนั้นนำไปทอเป็นเสื่อ ดังรูปที่ 1

2.2 การเตรียมน้ำยางพรีวัลคาไนซ์และการเตรียมกาวยางธรรมชาติ

การเตรียมน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ ซึ่งศึกษาปริมาณของกำมะถันที่ 1, 2, 3 และ 4 phr โดยนำน้ำยางชั้นชนิดครีมและชนิดปั่นเหวี่ยงมาเติมสารเคมีตามสูตรและลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 ในระหว่างการเติมสารเคมีแต่ละชนิดจะต้องกวนน้ำยางตลอดเวลา หลังจากเติมสารเคมีครบแล้วนั้น ให้กวนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง และบ่มแรงที่อุณหภูมิห้องประมาณ 3 วัน หรือตรวจสอบคลอโรฟอร์มนัมเบอร์ [9] ซึ่งน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ที่ได้เบอร์ 2 แสดงว่าสามารถนำมาใช้งานได้

การเตรียมกาวยางธรรมชาติ โดยนำน้ำยางพรีวัลคาไนซ์มาเติมสารละลายแซนแทนกัมความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก โดยปริมาณสารละลายแซนแทนกัมที่ใช้ คือ ร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนักของน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ โดยกาวยางธรรมชาติที่ได้จะทดสอบสมบัติต่างๆ เช่น ความหนืดและสมบัติในการยึดติด เป็นต้น

ตารางที่ 1 สูตรการเตรียมน้ำยางพรีวัลคาไนซ์

สารเคมี	ปริมาณ (phr)
น้ำยางชั้น	100
สารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก)	0.3
สารละลายโปแตสเซียมโอเลต (ความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก)	0.2
ดิสเพอร์ชันของกำมะถัน (ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก)	1.0 – 4.0
ดิสเพอร์ชันของซิงค์ไดเอทิลไดไฮโอคาร์บาเมต (ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก)	1.0
ดิสเพอร์ชันของซิงค์ออกไซด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก)	0.75

2.3 การทดสอบสมบัติน้ำยางพรีวัลคาไนซ์และ กาวยางธรรมชาติ

2.3.1 การทดสอบความหนืด

นำกาวยางธรรมชาติมาทดสอบความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer (Brookfield digital viscometer Model DV-1 ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยเลือกขนาดของเข็มทดสอบตามความหนืดของเนื้อกาว ถ้ากาวยางธรรมชาติมีความหนืดมากจะใช้เข็มขนาดเล็กและความหนืดน้อยจะใช้เข็มขนาดใหญ่

2.3.2 การหาค่าความหนาแน่นการเชื่อมขวาง (Cross-link density) และทดสอบสมบัติเชิงกล ของน้ำยางพรีวัลคาไนซ์และกาวยางธรรมชาติ

เตรียมชิ้นทดสอบโดยการนำน้ำยางพรีวัลคาไนซ์และกาวยางธรรมชาติที่เตรียมจากน้ำยางชั้นชนิดครีมและน้ำยางชั้นชนิดปั่นเหวี่ยง เทลงในแม่พิมพ์แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หรือจนชิ้นทดสอบแห้งและน้ำหนักคงที่ จากนั้นตัดชิ้นทดสอบตามมาตรฐานและทดสอบดังนี้

- ความหนาแน่นการเชื่อมขวาง (Cross-link density)

เตรียมชิ้นทดสอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสน้ำหนักประมาณ 0.2 กรัม (น้ำหนักก่อนแช่) แช่ในขวดที่มีฝาปิดซึ่งบรรจุตัวทำละลายเบนซีน 50 มิลลิลิตร เมื่อเก็บไว้ในที่มืดครบ 8 ชั่วโมง นำชิ้นทดสอบไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง (น้ำหนักหลังแช่ในตัวทำละลาย) และชั่งน้ำหนักทุกๆ 2 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่ คำนวณหาค่าความหนาแน่นของพันธะเชื่อมขวาง [10-11] ดังสมการต่อไปนี้

$$\rho_c = \frac{1}{2V_s} \cdot \frac{\ln(1 - V_r^\circ) + V_r^\circ + \chi(V_r^\circ)^2}{V_r^{\circ 3} - \frac{V_r^\circ}{2}}$$

โดยที่ ρ_c = ความหนาแน่นการเชื่อมขวาง
(โมล/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

V_s = ปริมาตรโมลาร์ (molar volume) ของ
เบนซีน

V_r° = สัดส่วนปริมาณเนื้อยางในยางที่พอง

χ = ดรรชนีความเข้ากันของยางธรรมชาติ-เบนซีน
(มีค่า 0.444)

- ความทนต่อแรงดึงของฟิล์มน้ำยางพรีวัลคาไนซ์และกาวยางธรรมชาติ เตรียมชิ้นทดสอบรูปดัมเบล die C ตามมาตรฐาน ISO 37 ทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงที่อัตราการดึงยึด 500 มิลลิเมตรต่อนาที โดยใช้ load cell ขนาด 1000 นิวตัน ซึ่งรายงานการผลทดสอบเป็นความทนต่อแรงดึง (Tensile strength; เมกะปาสคัล) และระยะยืด ณ จุดขาด (Elongation at break; ร้อยละ)

2.3.3 การทดสอบสมบัติการยึดติดของกาวยาง ธรรมชาติ

การเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบสมบัติการยึดติดด้วยการนำกาวยางธรรมชาติทาลงบนกระดาษแข็งติดกับเส้นได้ปรับจากงานวิจัยของ Radabutra และคณะ [12] โดยทากาวลงบนกระดาษแข็ง โดยพื้นที่ทากาวมีความกว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร และความหนาประมาณ 80-100 ไมโครเมตร โดยใช้ Sheen hand-coater ในการเคลือบ หลังจากนั้น วางเส้นเดี่ยวนามลงบนบริเวณที่ทากาวแสดงดังรูปที่ 2 กดทับบริเวณที่ติดประสานด้วยน้ำหนักกด 5 กิโลกรัมเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำไปทดสอบแรงเฉือน (Shear test) และการยึดติด (T-Peel test) โดยเครื่อง Texture analyzer (Texture analyzer ยี่ห้อ SMA Model TA.XT Plus ประเทศสหรัฐอเมริกา) ด้วยอัตราการดึงยึด 90 มิลลิเมตรต่อนาที โดยใช้ load cell ขนาด 5 นิวตัน

2.3.4 การดูดซับน้ำ

เตรียมชิ้นตัวอย่างโดยตัดเป็นสี่เหลี่ยมกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร และหนา 0.5 มิลลิเมตร แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นแช่ในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่างที่ดูดซับน้ำและคำนวณด้วยสมการ ดังนี้

$$\text{ร้อยละการดูดน้ำ (\% Water absorption)} = 100 \times (W_2 - W_1)/W_1$$

เมื่อ W_1 คือ น้ำหนักของชิ้นตัวอย่างขณะแห้ง (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของชิ้นตัวอย่างขณะเปียก (กรัม)

3. ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล

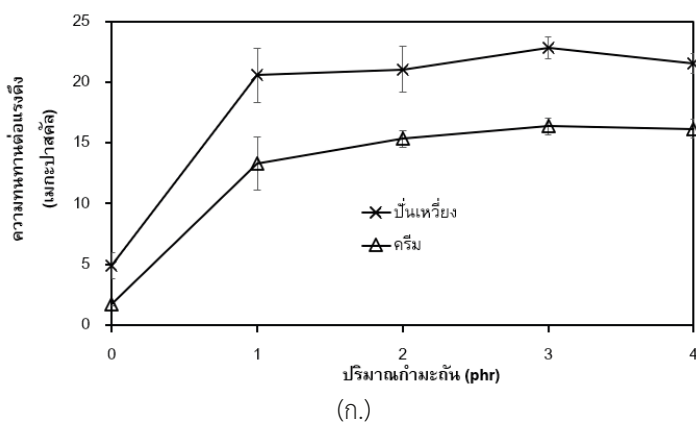
3.1 ศึกษาผลของปริมาณกำมะถันและชนิดของน้ำยางชั้นที่มีต่อสมบัติของกาวยางธรรมชาติ

การศึกษาผลของปริมาณกำมะถันและชนิดของน้ำยางชั้นที่มีต่อสมบัติของกาวยางธรรมชาติ โดยแปรปริมาณกำมะถันที่ 1, 2, 3 และ 4 phr รวมถึงชนิดของน้ำยางชั้นที่แตกต่างกันคือ น้ำยางชั้นชนิดครีมและชนิดปั่นเหวี่ยง ซึ่งมีการทดสอบสมบัติเชิงกลและการยึดติดโดยมีรายละเอียด ดังนี้

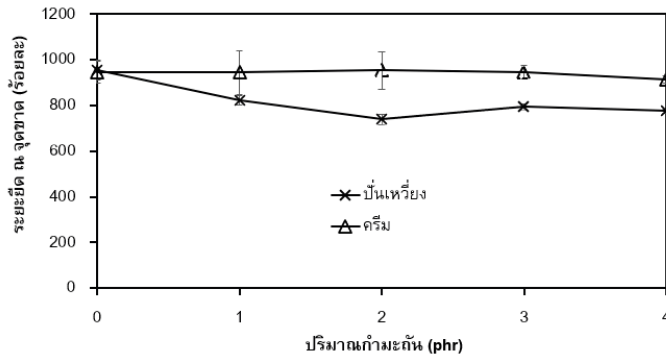
3.1.1 ผลของปริมาณกำมะถันและชนิดของน้ำยางชั้นต่อสมบัติเชิงกลของฟิล์มกาวยางธรรมชาติ

จากผลการทดสอบความทนต่อแรงดึงของฟิล์มกาวยางธรรมชาติที่เตรียมจากน้ำยางชั้นชนิดครีมและชนิดปั่นเหวี่ยงที่ปริมาณกำมะถันแตกต่างกัน แสดงในรูปที่ 3 (ก.) พบว่า ความแข็งแรงหรือความทนต่อแรงดึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณกำมะถันและเริ่มคงที่ที่ปริมาณกำมะถัน 3 phr และฟิล์มกาวยางธรรมชาติที่เตรียมจากน้ำยางชั้นชนิดปั่นเหวี่ยงจะมีค่าความทนต่อแรงดึงที่สูงกว่าน้ำยางชั้นชนิดครีม เนื่องจากน้ำยางชั้นชนิดปั่นเหวี่ยงมีความหนาแน่นของพันธะการเชื่อมขวางสูงกว่า ส่งผลให้มีสมบัติที่ดีกว่า สำหรับผลการทดสอบระยะยืด ณ จุดขาดของฟิล์มกาวยางธรรมชาติที่เตรียมจากน้ำยางชั้นชนิดครีมและน้ำยางชั้นชนิดปั่นเหวี่ยงที่ปริมาณกำมะถันแตกต่างกัน แสดงในรูปที่ 3 (ข.) พบว่าระยะยืด ณ จุดขาดมีแนวโน้มที่ลดลงตามปริมาณกำมะถันที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มปริมาณกำมะถันจะทำให้ความหนาแน่นของพันธะการเชื่อมขวางเพิ่มขึ้น [13]

จึงต้องใช้แรงมากขึ้นเพื่อยืดยาง แสดงว่ายางมีความแข็งแรงมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของพันธะการเชื่อมขวางกลับทำให้ความสามารถในการยืดของฟิล์มกาวยางลดลง จึงทำให้ระยะยืด ณ จุดขาด ลดลงตามปริมาณกำมะถันที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถยืนยันได้จากผลความหนาแน่นของพันธะการเชื่อมขวาง ที่แสดงในรูปที่ 4 พบว่า ความหนาแน่นของพันธะเชื่อมขวางมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณของกำมะถัน ซึ่งสัมพันธ์กับสมบัติความทนต่อแรงดึง คือ การเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นของพันธะการเชื่อมขวางมากขึ้นส่งผลให้ความทนต่อแรงดึงของฟิล์มกาวยางธรรมชาติเพิ่มขึ้น ในขณะที่ระยะยืด ณ จุดขาดของฟิล์มกาวยางธรรมชาติลดลง และกาวยางธรรมชาติที่เตรียมจากน้ำยางชั้นชนิดครีมมีความหนาแน่นของพันธะการเชื่อมขวางที่ต่ำกว่ากาวยางธรรมชาติที่เตรียมจากน้ำยางชั้นชนิดปั่นเหวี่ยง เนื่องจากน้ำยางชั้นชนิดครีมมีการใช้ HEC เป็นสารก่อคริมในกระบวนการเตรียมน้ำยางชั้น ซึ่ง HEC สามารถเกิดอันตรกิริยาหรือจับกับโปรตีนในน้ำยาง จึงมีการนำ HEC ไปใช้เป็นสารจับโปรตีนในน้ำยางธรรมชาติสำหรับลดปริมาณโปรตีนในน้ำยาง [14] โดยโปรตีนในยางธรรมชาตินอกจากทำหน้าที่ช่วยรักษาเสถียรภาพให้กับอนุภาคยางแล้ว ยังทำหน้าที่เสมือนเป็นสารตัวเร่งทำให้เกิดปฏิกิริยาคัดลอกในเซชันของยางธรรมชาติได้ดีมากขึ้น [15] ดังนั้น เมื่อโปรตีนในน้ำยางธรรมชาติเกิดอันตรกิริยาหรือถูกจับด้วยโมเลกุลของ HEC จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพการเกิดปฏิกิริยาคัดลอกในเซชันลดลงและพันธะการเชื่อมขวางของฟิล์มกาวจากน้ำยางชั้นชนิดครีมเกิดได้น้อยกว่าน้ำยางชั้นชนิดปั่นเหวี่ยงอีกด้วย

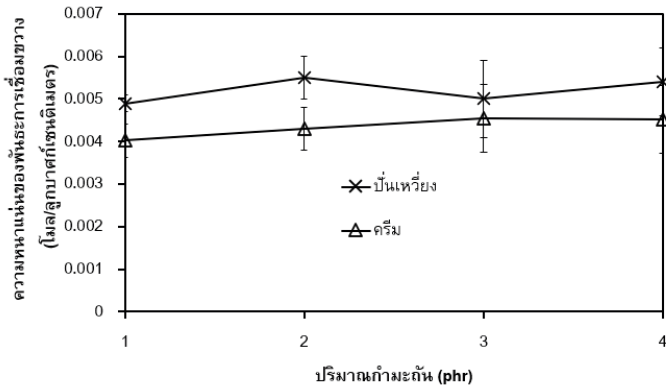


รูปที่ 3 สมบัติเชิงกลของฟิล์มกาวยางธรรมชาติจากน้ำยางชั้นชนิดครีมและชนิดปั่นเหวี่ยง (ก.) ความทนต่อแรงดึง (ข.) ระยะยืด ณ จุดขาด



(ข.)

รูปที่ 3 สมบัติเชิงกลของฟิล์มกาวยางธรรมชาติจากน้ำยางชั้นชนิดครีมและชนิดป็นเหวี่ยง (ก.) ความทนต่อแรงดึง (ข.) ระยะยืด ณ จุดขาด (ต่อ)



รูปที่ 4 ความหนาแน่นของพันธะการเชื่อมขวางของฟิล์มกาวจากน้ำยางชั้นชนิดครีมและชนิดป็นเหวี่ยง

3.1.2 ผลของปริมาณกำมะถันและชนิดของน้ำยางชั้นต่อสมบัติการยึดติดของกาวยางธรรมชาติ

ในการทดสอบสมบัติการยึดติดของกาวที่เตรียมจากน้ำยางชั้นชนิดครีมและชนิดป็นเหวี่ยงซึ่งทดสอบแรงยึดติด 2 แบบ คือ การทดสอบแรงเฉือน (Shear) หรือความทนต่อแรงเฉือนที่ใช้ในการทดสอบความแข็งแรงของกาวและการทดสอบการยึดติดแบบการลอกแบบตัวที่ (T-Peel) หรือ ความทนต่อการลอกที่ใช้ในการทดสอบความแข็งแรงของอันตรกิริยาหรือพันธะระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์ที่ใช้เป็นเนื้อกาวกับพื้นผิวของวัสดุที่ต้องการติด

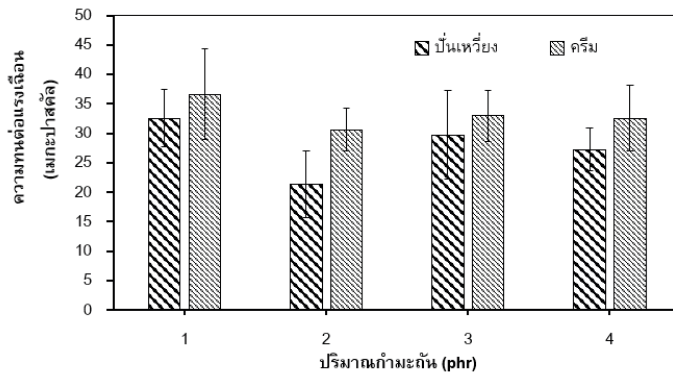
ในรูปที่ 5 แสดงผลของปริมาณกำมะถันและชนิดของน้ำยาง

ชั้นต่อความทนต่อแรงเฉือน พบว่า กาวยางธรรมชาติที่เตรียมจากน้ำยางชั้นชนิดครีมมีแนวโน้มของความทนต่อแรงเฉือนหรือความแข็งแรงของเนื้อกาวที่มากกว่ากาวยางธรรมชาติที่เตรียมจากน้ำยางชั้นชนิดป็นเหวี่ยง เนื่องจากกาวยางธรรมชาติที่เตรียมจากน้ำยางชั้นชนิดครีมที่มีปริมาณ DRC ต่ำกว่าน้ำยางชั้นชนิดป็นเหวี่ยง ทำให้สามารถแพร่หรือกระจายตัวเข้าไปในเนื้อได้ดีกว่า ซึ่งสามารถสังเกตลักษณะการยึดติดของชั้นทดสอบที่เตรียมจากน้ำยางชั้นชนิดป็นเหวี่ยง แสดงในรูปที่ 6 (ก.) มีเนื้อกาวที่ติดอยู่บนกระดาษในปริมาณที่มากกว่าชั้นทดสอบที่เตรียมจากน้ำยางชั้นชนิดครีม รูปที่ 6 (ข.) ทำให้เนื้อกาวที่ติดอยู่บนกระดาษเหลือน้อยกว่าจึงส่งผลให้กาวยางธรรมชาติที่เตรียมจากน้ำยางชั้นชนิดครีมมีแนวโน้มของความทนต่อแรงเฉือนที่

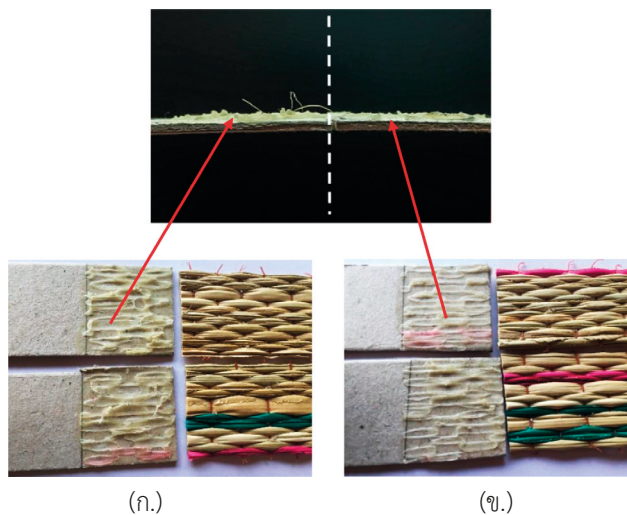
มากกว่า ซึ่งเป็นผลมาจากการยึดติดระหว่างพื้นผิวเชิงกล (Mechanical interlocking) พื้นผิวของวัสดุที่มีความขรุขระและรูพรุน (Porous) ทำให้กาวยารธรรมชาติสามารถเคลื่อนที่เข้าไปแทรกภายในช่องว่างเหล่านั้น ซึ่งสมบัติของเนื้อกระดาษแข็งนั้นมีความเป็นรูพรุนสูง ทำให้กาวเคลื่อนที่เข้าไปแทรกภายในช่องว่างได้มาก ส่งผลให้เกิดความแข็งแรงมาก [16-17]

จากผลความทนต่อการลอกของกาวยารธรรมชาติจากน้ำยางชั้นชนิดครีมและชนิดปั่นเหวี่ยง แสดงในรูปที่ 7 พบว่ากาวยารธรรมชาติที่เตรียมจากน้ำยางชั้นทั้ง 2 ชนิด และการแปรปริมาณกัมมะถันที่ 1, 2, 3 และ 4 phr มีความทนต่อการลอกที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากในขณะการทดสอบชิ้นตัวอย่างนั้นเกิดการเสียหาย (Failure) ที่ภายในเนื้อของกระดาษแข็งหรือ

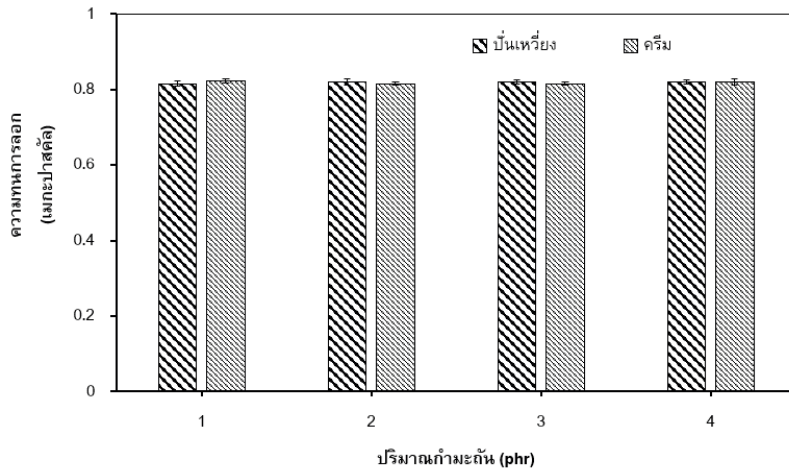
เรียกว่าเกิดการเสียหายทางโครงสร้าง (Structural failure) เนื่องจากกาวยารธรรมชาติมีน้ำเป็นตัวกลาง มีผลทำให้กระดาษแข็งที่มีองค์ประกอบหลักเป็นเซลลูโลสและมีความชอบน้ำ (Hydrophilic) จึงดูดน้ำและทำให้เกิดความเสียหายของเนื้อกระดาษแข็ง จึงทำให้แรงยึดติดแบบลอก (Peel strength) จะลดลง แสดงในรูปที่ 8 ยิ่งไปกว่านั้น ความแตกต่างของชั้นระหว่างยารธรรมชาติที่ใช้เป็นเนื้อกาวที่มีความเป็นขี้ผึ้งค่อนข้างต่ำกับกระดาษแข็งและเส้นใยเสื่อเตยหนามที่มีความเป็นขี้ผึ้งสูง ทำให้ความแข็งแรงของอันตรกิริยาระหว่างเนื้อกาวและพื้นผิวของวัสดุที่ต้องการยึดติดน้อยเกินไปทำให้ความทนต่อการลอก



รูปที่ 5 สมบัติการยึดติดแบบแรงฉีกของปริมาณกัมมะถันและชนิดของน้ำยางชั้น



รูปที่ 6 ลักษณะการหลุดของชั้นทดสอบในการทดสอบแรงยึดติดแบบแรงเฉือน (Shear) ของกาวยารธรรมชาติ (ก.) น้ำยางชั้นชนิดปั่นเหวี่ยง และ (ข.) จากน้ำยางชั้นชนิดครีม



รูปที่ 7 สมบัติการยึดติดแบบการลอกของเนื้อกาวจากน้ำยางชันชนิดคริมและชนิดป้บเหวียง



รูปที่ 8 ลักษณะการแตกหักของชั้นทดสอบเมื่อทดสอบแรงยึดติดแบบการลอกแบบตัวที่ (T-Peel)

3.2 ศึกษาผลของปริมาณแซนแทนกัมต่อสมบัติ กาวยางธรรมชาติ

หลังจากการเตรียมกาวที่แปรปริมาณของก้ำมะถัน และชนิดของน้ำยางชันแล้ว จึงได้เตรียมกาวจากน้ำยางชันชนิด ป้บเหวียงและก้ำมะถันที่ปริมาณ 3 phr โดยนำมาเติมสารละลาย แซนแทนกัมความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ที่ปริมาณร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนักของน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ และ ทดสอบความเหน็ด สมบัติเชิงกลและสมบัติการยึดติด

3.2.1 ผลของแซนแทนกัมต่อความเหน็ดและ สมบัติเชิงกลของฟิล์มกาวยางธรรมชาติ

ผลของปริมาณแซนแทนกัมต่อความเหน็ดของกาวยาง ธรรมชาติ แสดงในตารางที่ 2 พบว่าการเติมแซนแทนกัมส่งผล

ให้ความเหน็ดของกาวยางธรรมชาติเพิ่มขึ้น เนื่องจากแซนแทนกัม เป็นพอลิแซคคาไรด์ (Polysaccharide) ซึ่งโครงสร้างของแซน- แทนกัมมีหมู่ไฮดรอกซิลที่เป็นหมู่ฟังก์ชันที่ชอบน้ำ จึงสามารถ ละลายในน้ำได้ดี แต่อย่างไรก็ตาม โครงสร้างเป็นพอลิเมอร์ที่มี สายโซ่โมเลกุลขนาดใหญ่ จึงส่งผลให้เมื่อละลายน้ำทำให้มีความ เหน็ดสูงและนำไปใช้เป็นสารเพิ่มความเหน็ด โดยพบว่าความเหน็ด ของกาวยางธรรมชาติจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณที่เพิ่มขึ้นของปริมาณ แซนแทนกัม

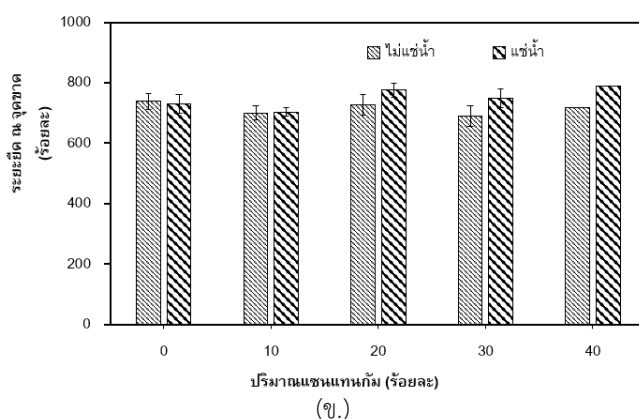
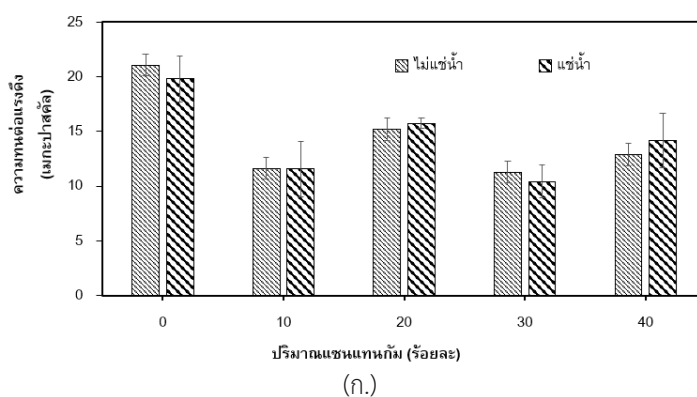
จากผลการทดสอบความทนต่อแรงดึงของฟิล์มกาวยาง ธรรมชาติที่เติมแซนแทนกัมที่แช่น้ำและไม่แช่น้ำ แสดงในรูป ที่ 9 (ก.) พบว่า การเติมแซนแทนกัมในกาวยางธรรมชาติส่งผล ให้สมบัติเชิงกลของฟิล์มกาวยางธรรมชาติลดลง โดยกาวยาง

ธรรมชาติที่เติมแซนแทนกัมมีความทนต่อแรงดึงที่ต่ำกว่ากาวยางธรรมชาติที่ไม่เติมแซนแทนกัม เนื่องจากแซนแทนกัมทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความเหนียวให้กับกาวยางธรรมชาติเท่านั้น แต่ไม่มีส่วนช่วยในการเสริมแรงให้กับฟิล์มกาวธรรมชาติ นอกจากนี้การเติมแซนแทนกัมยังมีผลทำให้ฟิล์มกาวยางธรรมชาติมีร้อยละการบวมน้ำเพิ่มขึ้น แสดงดังตารางที่ 2 แต่ปริมาณที่เพิ่มขึ้นของแซนแทนกัมไม่มีนัยสำคัญในการเพิ่มขึ้นของร้อยละการบวมน้ำแต่อย่างไรก็ตาม ฟิล์มกาวยางธรรมชาติที่เติมแซนแทนกัมที่

ผ่านการแช่น้ำมีแนวโน้มที่จะให้ระยะยืด ณ จุดขาด ที่สูงกว่าฟิล์มกาวยางธรรมชาติก่อนแช่น้ำ เนื่องจากแซนแทนกัมที่อยู่ในฟิล์มกาวยางธรรมชาติสามารถดูดซับน้ำและโมเลกุลน้ำภายในฟิล์มกาวยางธรรมชาติทำหน้าที่เป็นสารเสริมสภาพพลาสติก (Plasticizers) ซึ่งจะช่วยให้ล่อนสายโซ่โมเลกุลทำให้มีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ระยะยืด ณ จุดขาด ของฟิล์มกาวยางธรรมชาติหลังแช่น้ำเพิ่มขึ้น [18] แสดงในภาพที่ 9 (ข.)

ตารางที่ 2 ผลของปริมาณแซนแทนกัมต่อความเหนียวและการบวมน้ำของกาวยางธรรมชาติ

ปริมาณแซนแทนกัม (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ความเหนียว (cps)	การบวมน้ำ (ร้อยละ)
0	328 ± 4.2	5.05 ± 1.02
10	644 ± 4.9	9.21 ± 1.61
20	902 ± 1.9	8.41 ± 1.99
30	2873 ± 15.2	8.58 ± 0.19
40	8942 ± 97.3	8.52 ± 0.55



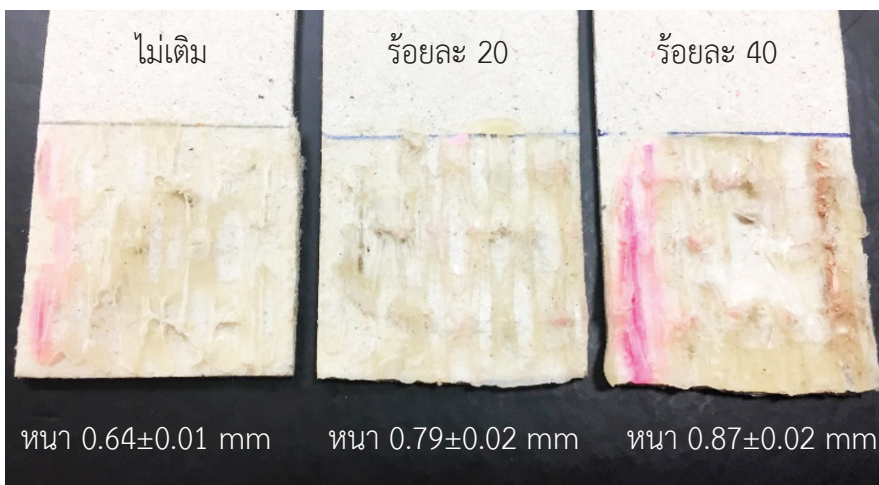
รูปที่ 9 สมบัติเชิงกลของกาวยางธรรมชาติที่เติมแซนแทนกัมที่ปริมาณต่างๆ (ก.) ความทนต่อแรงดึง และ (ข.) ระยะยืด ณ จุดขาด

3.2.2 ผลของปริมาณแกนแทนกัมต่อสมบัติการยึดติดของกาวยางธรรมชาติ

ตารางที่ 3 แสดงผลของปริมาณแกนแทนกัมต่อความทนต่อแรงเฉือน พบว่าการเติมแกนแทนกัมช่วยเพิ่มความทนต่อแรงเฉือน โดยกาวยางธรรมชาติที่เติมแกนแทนกัมจะมีความทนต่อแรงเฉือนที่มากขึ้นตามปริมาณแกนแทนกัมที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเติมแกนแทนกัมจะช่วยเพิ่มความเหนียวให้กับกาวยางธรรมชาติ ซึ่งทำให้ขณะทำการกาวยางธรรมชาติดงบนชิ้นงานหรือชิ้นทดสอบฟิล์มกาวยางธรรมชาติดึงที่ชิ้นงานมากกว่ากาวยางธรรมชาติที่ไม่มีแกนแทนกัม แสดงในรูปที่ 10 ซึ่งส่งผลให้สามารถเกิดการยึดติดระหว่างพื้นผิวเชิงกล (Mechanical interlocking) พื้นผิวของวัสดุที่มีความขรุขระและรูพรุนได้มากขึ้น ทำให้กาวยางธรรมชาติสามารถเคลื่อนที่เข้าไปแทรกภายในช่องว่างเหล่านั้น ซึ่งสมบัติของเนื้อกระดาษแข็งนั้นมีความเป็นรูพรุนสูงกว่าเส้นใยกระดาษ หากใช้กาวยางธรรมชาติที่มีความเหนียวต่ำเกินไปจะทำให้เนื้อกาวเคลื่อนที่เข้าไปแทรกภายในช่องว่างในเนื้อกระดาษได้มากกว่าช่องว่างของเส้นใยกระดาษที่มีรูพรุนและช่องว่างน้อยกว่า ทำให้ความแข็งแรงต่อแรงเฉือนจากการประสานระหว่างกระดาษและเส้นใยกระดาษต่ำกว่าการใช้กาวยางธรรมชาติที่มีความเหนียวสูง เพราะความเหนียวของกาวที่สูงขึ้นทำให้การไหลของเนื้อกาวยางธรรมชาติซึมลงในเนื้อกระดาษได้ช้าลง ซึ่งส่งผลให้เนื้อกาวยางธรรมชาติ

มีโอกาสเคลื่อนที่เข้าสู่รูพรุนของเส้นใยกระดาษได้มากขึ้น กล่าวคือความเหนียวของกาวทำให้ความสม่ำเสมอของเนื้อกาวที่จะซึมเข้าไปในระหว่างวัสดุสองชิ้นที่ต้องการติด ส่งผลให้เกิดความแข็งแรงในการติดแบบแรงเฉือนหรือความแข็งแรงของเนื้อกาว ดังนั้นความเหนียวที่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ค่าการยึดติดของกาวยางธรรมชาติดีขึ้น

จากผลการทดสอบสมบัติการยึดติดแบบการลอก โดยความทนต่อการลอกของกาวยางธรรมชาติเมื่อเติมแกนแทนกัม แสดงในตารางที่ 3 พบว่าการเติมแกนแทนกัมไม่มีผลต่อความทนต่อการลอกของกาวยางธรรมชาติ เนื่องจากในขณะการทดสอบชิ้นตัวอย่างนั้นเกิดการเสียหายทางโครงสร้าง (Structural failure) ภายในเนื้อของกระดาษแข็ง ทำให้ค่าแรงยึดติดแบบลอกลดลง นอกจากนี้ การทดสอบการยึดติดแบบการลอก ซึ่งเป็นการทดสอบความแข็งแรงของอันตรกิริยาหรือพันธะระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์ที่ใช้ผลิตกาวและพื้นผิวของวัสดุที่ต้องการยึดติด โดยความแตกต่างของความเป็นขรุขระของกาวยางธรรมชาติซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่ใช้ผลิตเนื้อกาวที่มีความเป็นขรุขระค่อนข้างต่ำกับกระดาษแข็งและเส้นใยเส้นใยกระดาษที่มีความเป็นขรุขระสูงกว่า จึงทำให้ความแข็งแรงของอันตรกิริยาระหว่างเนื้อกาวและพื้นผิวของวัสดุที่ต้องการยึดติดน้อยเกินไปและส่งผลให้ความทนต่อการลอกไม่แตกต่างกัน แม้ว่ามีการปรับปรุงสมบัติของกาวยางธรรมชาติด้วยการเพิ่มปริมาณกัมและแกนแทนกัมแล้วก็ตาม



รูปที่ 10 ผลของปริมาณแกนแทนกัมต่อความหนาของฟิล์มกาวยางธรรมชาติที่ติดบนกระดาษ

ตารางที่ 3 ผลของปริมาณแซนแทนกัมต่อสมบัติความทนต่อแรงเฉือนและความทนต่อการลอกของกาวยางธรรมชาติ

ปริมาณแซนแทนกัม (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ความทนต่อแรงเฉือน (MPa)	ความทนต่อการลอก (MPa)
0	31.3 ± 3.66	0.816 ± 0.0055
10	63.47 ± 11.93	0.814 ± 0.0055
20	68.55 ± 15.14	0.814 ± 0.0055
30	79.6 ± 6.46	0.818 ± 0.0045
40	89.32 ± 12.53	0.816 ± 0.0055

3.3 ศึกษาสมบัติของกาวยางธรรมชาติและกาวยางทางการค้า

หลังจากที่ได้ทำการทดสอบสมบัติของกาวยางธรรมชาติที่แปรปริมาณกัมและชนิดของน้ำยางชั้น โดยใช้น้ำยางชั้นชนิดปั่นเหวี่ยง กำมะถันที่ปริมาณ 3 phr และสารละลาย

แซนแทนกัมเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ปริมาณร้อยละ 40 โดยน้ำหนักของน้ำยางพรีวัลคาไนซ์ ซึ่งสูตรการเตรียมและสมบัติของกาวยางธรรมชาติแสดงดังตารางที่ 4 แล้วนำมาทดสอบเปรียบเทียบกับสมบัติกาวยางทางการค้าที่มีตัวละลายอินทรีย์เป็นส่วนผสม

ตารางที่ 4 ผลของปริมาณแซนแทนกัมต่อสมบัติความทนต่อแรงเฉือนและความทนต่อการลอกของกาวยางธรรมชาติ

สารเคมี	ปริมาณ (phr)
น้ำยางชั้น (ความเข้มข้น DRC ร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก)	100
สารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก)	0.3
สารละลายโปแตสเซียมโอเลียด (ความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก)	0.2
ดิสเพอร์ชันของกำมะถัน (ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก)	3.0
ดิสเพอร์ชันของซิงค์ไดเอทิลไดไซโอคาร์บาเมต (ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก)	1.0
ดิสเพอร์ชันของซิงค์ออกไซด์ (ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก)	0.75
สารละลายแซนแทนกัม (ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก)	ร้อยละ 40 โดยน้ำหนักของกาวยางธรรมชาติ
สมบัติของกาว	ค่าที่ได้
ความทนต่อแรงดึง	22.84 เมกะปาสคัล
ระยะยืด ณ จุดขาด	ร้อยละ 793.8
ความทนต่อแรงเฉือน	89.32 เมกะปาสคัล

ในตารางที่ 5 แสดงสมบัติการยึดติด คือ การทดสอบความทนต่อแรงเฉือนและความทนต่อการลอกของกาวยางธรรมชาติ และกาวยางทางการค้าที่ประกอบด้วยพอลิเมอร์ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ พบว่ากาวยางธรรมชาติมีค่าความทนต่อแรงเฉือนที่สูงกว่ากาวยางทางการค้า เนื่องจากกาวยางธรรมชาติที่มีน้ำเป็นตัวกลางนั้นมีสมบัติการเปียกผิวที่ดีทำให้การแพร่ของกาวยางธรรมชาติเข้าไปในเนื้อของกระดาษได้มากกว่ากาวยางทางการค้าที่ใช้ตัวทำละลายอินทรีย์เป็นตัวทำละลาย ซึ่งกาวยางทางการค้าจะซึมเข้าไปในเนื้อกระดาษได้น้อยกว่าจึงทำให้เกิดการกระจายแรงได้ไม่ดีส่งผลต่อความแข็งแรงในการยึดติด ในขณะที่ ความทนต่อการลอกของกาวยางธรรมชาติจะมีค่าต่ำกว่ากาวยางทางการค้า เนื่องจากตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้ในกาวยางทางการค้ามีความเป็นขี้ดน้ำจึงไม่ทำเนื้อกระดาษที่

ประกอบเซลล์ลูโลสที่มีความชอบน้ำสูงเกิดความเสียหาย แต่กาวยางธรรมชาติที่มีน้ำเป็นตัวกลาง จึงมีความสามารถในการเปียกผิวที่ดีหรือการแพร่เข้าไปในเนื้อของกระดาษได้มากกว่า จึงทำให้เกิด Structural failure ซึ่งเป็นความเสียหายภายในเนื้อกระดาษ จึงส่งผลกระทบต่อสมบัติการยึดติดโดยเฉพาะความทนต่อการลอกที่ทดสอบแบบตัวที่ แต่อย่างไรก็ตามหลังจากที่ใช้กาวยางธรรมชาติในการติดเส้นและกระดาษเข้าด้วยกัน พบว่า ความต้านทานการซึมผ่านน้ำของเส้นเพิ่มขึ้น เนื่องจากฟิล์มยางธรรมชาติที่ใช้เป็นกาวเป็นพอลิเมอร์ที่ไม่ชอบน้ำ จึงทำให้ป้องกันไม่ให้น้ำซึมผ่านจากเส้นทะเลไปยังกระดาษภายในได้ จึงช่วยป้องกันความชื้นและเพิ่มความแข็งแรงให้กับผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สมบัติของกาวยางทางการค้าและกาวยางธรรมชาติ

สมบัติ	กาวยางทางการค้า	กาวยางธรรมชาติ
ความทนต่อแรงเฉือน (เมกะปาสคัล)	65.62 ± 7.71	86.72 ± 12.53
ความทนต่อการลอก (เมกะปาสคัล)	1.32 ± 0.22	0.82 ± 0.003
การซึมผ่านของน้ำ		

4. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

หลังจากได้ผลการศึกษาค่าเตรียมกาวยางธรรมชาติแล้ว จึงได้นำผลจากการศึกษามาถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับทางวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านทอเสื่อเตยหนามบ้านโคกระเวียง อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ โดยได้ถ่ายทอดการเตรียมน้ำยางชั้นชนิดคริมและกาวยางธรรมชาติ ซึ่งสมาชิกวิสาหกิจชุมชนฯ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้เตรียมกาวสำหรับใช้ผลิตผลิตภัณฑ์

เสื่อเตยหนาม ดังแสดงรูปที่ 11 ทำให้สมาชิกสามารถผลิตผลิตภัณฑ์เสื่อเตยหนามด้วยกาวยางธรรมชาติที่ปลอดภัยจากตัวทำละลายอินทรีย์ นอกจากนี้ ยังช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้ โดยกาวยางทางการค้าราคา 220 บาท/กิโลกรัม ในขณะที่กาวยางธรรมชาติจากงานวิจัยมีราคาเพียง 75 บาท/กิโลกรัม ซึ่งสามารถลดต้นทุนการที่ใช้ได้ถึง 145 บาท/กิโลกรัม



รูปที่ 11 การทดลองใช้กาวน้ำยางธรรมชาติและผลิตภัณฑ์กระเป๋าสื่อเตยหนามที่ใช้กาวน้ำยางธรรมชาติ

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเตรียมและสมบัติของกาวยางธรรมชาติที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยเตรียมจากน้ำยางชั้น 2 กระบวนการ คือ น้ำยางชั้นชนิดครีมและน้ำยางชั้นชนิดปั่นเหวี่ยง พบว่า กาวยางธรรมชาติสามารถเตรียมจากทั้งน้ำยางชั้นชนิดครีมและน้ำยางชนิดปั่นเหวี่ยง โดยใช้กัมมะถัน 3 phr และสารละลายแทนแทนกัมความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก ที่ปริมาณร้อยละ 40 โดยน้ำหนักน้ำยางพริวัลคาไนซ์ ให้สมบัติที่ดีที่สุด นอกจากนี้ กาวยางธรรมชาติสมบัติการใช้งานที่ดีกว่ากาวยางทางการค้าที่มีตัวทำลายอินทรีย์เป็นส่วนผสม อีกทั้งยังปลอดภัยในการใช้งานมากกว่าอีกด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับสนับสนุนทุนการวิจัยจากโครงการกล้าใหม่ สร้างสรรค์ชุมชน ระดับอุดมศึกษา ภายใต้โครงการกล้าใหม่ ใฝ่รู้ ปี 2560 สนับสนุนโดยธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) และทุนสนับสนุนการทำสารนิพนธ์ระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านทอเสื่อเตยหนามบ้านโคกระเวียง อำเภอบึงสามพัน จังหวัดศรีสะเกษ ที่เข้าร่วมโครงการ “เพิ่มมูลค่าเสื่อเตยหนามด้วยน้ำยางพาราส่งเสริมภูมิปัญญาบ้านโคกระเวียง” คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

7. เอกสารอ้างอิง

1. Arunpongpaisal, S., Kanoto, M., Chiaviriyabunya, I., Daosodsai, S. and Kamproa, S., 2010, “Tools Development and Validity Testing of Khon Kaen University-Volatile Use Disorder Identification Test (KKU-VOUDIT) to Classify Severity of Volatile Users,” *Journal of the Psychiatric Association of Thailand*, 55 (1), pp. 63-78. (In Thai)
2. Neimsuwan, T., Laemsak, N. and Hengniran, P., 2015, “The Reduction of Formaldehyde Emission in Particleboard by the Addition of Bamboo Charcoal Powder,” *Thai Journal of Forestry*, 34, pp. 87-100. (In Thai)
3. Chumsamrong, P. and Monprasit, O., 2007, “Preparation, Adhesive Performance and Stability of Natural Rubber Latex Grafted with n-butyl Acrylate (BA) and Methyl Methacrylate (MMA),” *Suranaree Journal of Science and Technology*, 14 (3), pp. 269-276.
4. Yoksan, R., 2008, “Epoxidized Natural Rubber for Adhesive Applications,” *Kasetsart Journal (Natural Science)*, 42, pp. 325 – 332.
5. Juliet, O.I., Dilim, I.C., Okpara, O.C. and Ejike,

- O.M., 2018, "Natural Rubber Based Adhesive Modified with Starch and Reinforcer," *AASCIT Journal of Chemistry*, 4 (1), pp. 1-6.
6. Kailomsom, S., 2015, "Product Development of Reduced Fat Chicken Holy Basil Sausage Using Konjac Flour in Combination with Xanthan Gum," *Journal of Agriculture*, 31 (1), pp. 77-87. (In Thai)
7. Somosom, A., 2010, Development of Pressure Sensitive Adhesive Patch from Natural Rubber, Master of Science Thesis, Polymer Science and Technology Program, Prince of Songkla University. (In Thai)
8. Vudjung, C., Srichan, S., Boonyod, S. and Prasertsri, S., 2018, "Para Rubber Khit Pillow by Si Tan Community, Yasothon Province," *Area Based Development Research Journal*, 10 (1), pp. 1-18. (In Thai)
9. Sasidharan, K.K., Joseph, R., Palaty, S., Gopalakrishnan, K.S., Rajammal, G. and Viswanatha Pillail, P., 2005, "Effect of the Vulcanization Time and Storage on the Stability and Physical Properties of Sulfur-Prevulcanized Natural Rubber Latex," *Journal of Applied Polymer Science*, 97, pp. 1804-1811.
10. Saijun, D., Nakason, C., Kaesaman, A. and Klinpituksa, P., 2009, "Water Absorption and Mechanical Properties of Water-Swellable Natural Rubber," *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 31 (5), pp. 561-565.
11. Plazek, D., 1966, "Effect of Crosslink Density on the Creep Behavior of Natural Rubber Vulcanizates," *Journal of Polymer Science Part A-2*, 4, pp. 745-763.
12. Radabutra, S., Saengsuwan, S., Jitchati, R. and Kalapat, M., 2017, "Preparation and Characterization of Modified Telechelic Natural Rubber-Based Pressure-Sensitive Adhesive," *Journal of Adhesion Science and Technology*, 31 (24), pp. 2682-2696.
13. Siriwong, C. and Boonchiangma, S., 2018, "Sulfur Vulcanization of Rubber Compounds-Overview," *KKU Science Journal*, 46 (1), pp. 1-13. (In Thai)
14. Siri-Upathum, C. and Boonyawat, J., 2007, "Preparation of Low Allergenic Protein Concentrated Natural Rubber Latex Using Suitable Low Molecular Weight Cellulose Derivatives Induced by Gamma Irradiation," *Proceeding of the 10th Conference on Nuclear Science and Technology*, pp. 1-7.
15. Nun-anana, P., Wisunthorna, S., Pichaiyuta, S., Vennemannb, N. and Nakason, C., 2018, "Novel Approach to Determine Non-Rubber Content in *Hevea Brasiliensis*: Influence of Clone Variation on Properties of Un-Vulcanized Natural Rubber," *Industrial Crops and Products*, 118, pp. 38-47.
16. Chen, H., Ling, M., Hencz, L., Ling, H. Y., Li, G., Lin, Z., Liu, G. and Zhang, S., 2018, "Exploring Chemical, Mechanical, and Electrical Functionalities of Binders for Advanced Energy-Storage Devices," *Chemical Review*, 118, pp. 8936-8982.
17. Ferreira, E.S., Lanzoni, E.M., Costa, C.A.R., Deneke, C., Bernardes, J.S. and Galembeck, F., 2015, "Adhesive and Reinforcing Properties of Soluble Cellulose: A Repulpable Adhesive for Wet and Dry Cellulosic Substrates," *ACS Applied Materials and Interfaces*, 7, pp. 18750-18758.
18. Ren, W., Peng, Z., Zhang, Y. and Zhang, Y., 2005, "Preparation and Properties of a Water-Swelling Rubber by in situ Formed Lithium Acrylate in Nitrile Rubber," *Polymers and Polymer Composites*, 13 (2), pp. 181-190.