

การพัฒนาการไวต่อแรงกด (Pressure-sensitive adhesive) จากน้ำยางธรรมชาติ

ศิริชัย พัฒนภาณิชัย



ยางธรรมชาติสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกาวยึดกับใบรูปของยางธรรมชาติเองโดยตรงหรือทำเป็นยางธรรมชาติดัดแปร เช่น ยางธรรมชาติ-กราฟท์-โพลีเมทิลเมทาคริเลต (natural rubber-graft-poly(methyl methacrylate)) กาวยกจากยางธรรมชาติสามารถผลิตได้ 2 แบบ คือ สารละลายในตัวทำละลายอินทรีย์และน้ำยางแบบกาวลาเทกซ์ ในการใช้งานกาวทั้งสองแบบนี้ เมื่อทาการบนผิววัสดุที่ต้องการจะติดแล้ว ต้องรอให้ตัวทำละลายอินทรีย์หรือน้ำระเหยออกจนกาวแห้งจึงจะนำผิววัสดุที่ต้องการติดมาติดกันได้ ข้อเสียของกาวประเภทนี้ นอกเหนือจากการที่ต้องใช้เวลานานในการทำให้กาวแห้งแล้ว ยังเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ในกรณีที่กาวเป็นสารละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น โทลูอีน ซึ่งมีกลิ่นเหม็นและเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ปัจจุบันกาวแบบสารละลายในตัวทำละลายอินทรีย์เริ่มจะลดความนิยมลง ซึ่งต่อไปจะถูกแทนที่ด้วยกาวแบบลาเทกซ์ซึ่งเป็นสารแขวนลอยของตัวกาวในน้ำ เนื่องจากน้ำไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้

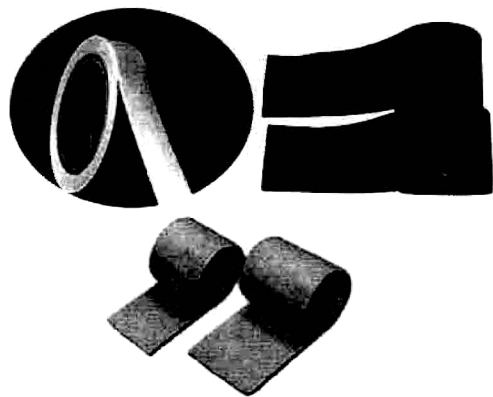
กาวอีกประเภทหนึ่งที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน คือ กาวแบบแห้งเป็นกาวที่ไม่ต้องใช้ตัวทำละลายที่มีข้อเสียดังที่กล่าวมาแล้ว กาวแบบแห้งที่นิยมใช้ คือ กาวแบบหลอมร้อน (hot-melt adhesive) และกาวไวต่อแรงกด (pressure-sensitive adhesive) ซึ่งกาวประเภทนี้จะทำให้ผิววัสดุที่ต้องการติดกันได้เมื่อออกแรงกด ตัวอย่างเช่น กาวที่ใช้ในเทปกาวหรือกาวที่ใช้ติดป้ายต่างๆ ซึ่งสามารถผลิตได้โดยใช้สารละลายโพลิเมอร์ที่เหมาะสมหรือใช้สารแขวนลอยของโพลิเมอร์ในน้ำ (ลาเทกซ์) หรือยางธรรมชาติในสารละลายอินทรีย์หรือน้ำยาง แต่เนื่องจากปัญหาอันตรายที่เกิดจากการระเหยของตัวทำละลายอินทรีย์ การผลิตกาวไวต่อแรงกดโดยใช้น้ำยางธรรมชาติจึงเป็นที่นิยมมากกว่า โดยน้ำยางที่ใช้จะเป็นน้ำยางข้น (มีเนื้อยางแห้งประมาณร้อยละ 60) และเติมสารวัลคาไนซ์ที่เหมาะสม

บทความนี้เป็นรายงานการศึกษาเพื่อพัฒนาการไวต่อแรงกดที่ผลิตโดยใช้น้ำยางธรรมชาติ



น้ำยางธรรมชาติเป็นสารแขวนลอย ประกอบด้วยอนุภาคยางลอยอยู่ในน้ำ ในการนำไปใช้งานหรือขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์มักต้องนำไปปั่นแยกเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของเนื้อยาง น้ำยางข้นที่ได้จะมีปริมาณเนื้อยางแห้งประมาณร้อยละ 60 และมีขนาดอนุภาคยางอยู่ในช่วง 0.1 - 3.0 ไมโครเมตร ผิวของอนุภาคยางมีโปรตีนและสบูเกาะติดอยู่ซึ่งทำหน้าที่ให้ความเสถียรต่ออนุภาคยาง น้ำยางธรรมชาติเป็นโพลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (ประมาณ 500,000-1,000,000 กรัมต่อโมล) และสามารถเกิดเจลได้เองตามธรรมชาติ ทำให้กาวที่ได้มีความหนืดและความหยุ่นตัวสูง สมบัติการไหล และสมบัติการแตะติด (tack) ไม่ดีเมื่อเทียบกับกาวยางธรรมชาติที่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ จึงจำเป็นต้องปรับปรุงโดยใช้แทคคิฟายอิงเรซิน (tackifying resin)

แทคคิฟายอิงเรซิน สารป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชัน (antioxidant) และสารอื่นๆ ที่ไม่ละลายน้ำ ก่อนที่จะใส่ลงในน้ำยางต้องบดสารดังกล่าวให้ละเอียดและเตรียมเป็นสารแขวนลอยในน้ำก่อน เพื่อให้สารต่างๆ สามารถกระจายตัวในน้ำยางและกระจายตัวในฟิล์มยางที่แห้งแล้วได้ดี นี่คือการแตกต่างที่สำคัญของการเตรียมกาวน้ำยางธรรมชาติกับการเตรียมกาวยางธรรมชาติที่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ เนื่องจากการเตรียมกาวยางธรรมชาติที่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ สามารถจะใส่แทคคิฟายอิงเรซินลงในตัวทำละลายได้เลยโดยไม่ต้องเตรียมให้อยู่ในรูปสารแขวนลอยก่อน



วิธีการศึกษา

วัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษา

1. น้ำยางธรรมชาติมี 3 ชนิดได้แก่
 - 1.1) น้ำยางชั้นชนิดมีแอมโมเนียสูง (HA latex) เป็นน้ำยางที่เตรียมได้จากการปั่นเหวี่ยงและรักษาสภาพน้ำยางด้วยสารละลายแอมโมเนียเพียงอย่างเดียวในปริมาณร้อยละ 0.7 และมีปริมาณเนื้อยางแห้งร้อยละ 60
 - 1.2) น้ำยางชั้นชนิดความหนืดคงที่ (CV latex) เป็นน้ำยางที่เตรียมได้จากการเติมสารไฮดรอกซีลามีน (hydroxylamine) ลงในน้ำยางปริมาณเล็กน้อย เพื่อช่วยทำให้น้ำยางดังกล่าวมีความหนืดคงที่ ยางชนิดนี้มีค่าความอ่อนตัววอลเลซ (Wallace plasticity) เท่ากับ 50 หน่วย
 - 1.3) น้ำยางชั้นชนิดดัดแปร (modified latex) เป็นน้ำยางที่ผ่านการลดน้ำหนักโมเลกุลโดยการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันในน้ำยางชั้นชนิดมีแอมโมเนียสูง ยางชนิดนี้มีค่าความอ่อนตัววอลเลซเท่ากับ 35 หน่วย
2. แทคติฟายอิงเรซินมี 4 ชนิดได้แก่
 - 2.1) กลีเซอรอลเอสเทอร์ของเรซินที่ถูกไฮโดรจีเนตบางส่วน (glycerol ester of partially hydrogenated rosin)
 - 2.2) เทอเพินเรซิน (terpene resin)
 - 2.3) ไฮโดรคาร์บอนเรซิน (hydrocarbon resin)
 - 2.4) ไฮโดรคาร์บอนเรซินที่มีโครงสร้างแบบเส้นตรง (aliphatic hydrocarbon resin)
3. สารลดแรงตึงผิว (0.1% sulphated octyl phenyl ethoxylate)
4. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (4% tetrasodium pyrophosphate)
5. เทปกวาฟานิชย์ (ใช้เปรียบเทียบ)

การเตรียมสารแขวนลอยของเรซินในน้ำ

สารแขวนลอยของเรซินเตรียมโดยใช้ส่วนผสมดังแสดงในตารางที่ 1 เริ่มจากการนำเอาสารละลายช่วยเพิ่มความเสถียร (stabilizer solution) เติมนลงในเรซินเหลวและกวนผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมที่ให้แรงเฉือนสูง เช่นเครื่องผสม Silverson เพื่อให้เกิดเป็นสารแขวนลอยแบบน้ำในน้ำมัน (water-in-oil emulsion) แล้วค่อยๆ เติมน้ำลงไปเพื่อปรับสภาพให้เป็นสารแขวนลอยแบบน้ำมันในน้ำ (oil-in-water emulsion) สารแขวนลอยเรซินที่เตรียมได้มีความเข้มข้นของเรซินร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก

ตารางที่ 1 ส่วนผสมและปริมาณสารเคมีในสารแขวนลอยเรซิน

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
เรซิน	40.00
โพลีเอทิลีนไกลคอล	10.00
กรดโอเล็ก	1.00
น้ำ	35.67
15% สารละลายเคซีอีเอ็น	3.33
2.5% สารละลายไพแทลเซียมไฮดรอกไซด์	10.00

การเตรียมตัวอย่างฟิล์มกาว

ฟิล์มกาวเตรียมโดยใช้อุปกรณ์ลากฟิล์มและกำหนดช่องว่างของอุปกรณ์ลากฟิล์มกาวที่ความหนา 0.152 มิลลิเมตร ฟิล์มกาวแห้งที่ได้จะมีความหนาประมาณ 35 ไมโครเมตร

การวัดขนาดอนุภาคเรซินในสารแขวนลอย

เตรียมตัวอย่างสารแขวนลอยของเรซินในน้ำให้มีความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยเติมน้ำกลั่นที่มีสารลดแรงตึงผิวผสมอยู่ หลังจากนั้นนำสารแขวนลอยที่เตรียมได้เติมลงในสารละลายยอเล็กโทโรไลต์ วัดขนาดของอนุภาคเรซินในสารแขวนลอยโดยใช้เครื่อง Coulter Counter

การทดสอบการติด

สภาวะการทดสอบ : อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50

1. การทดสอบการแตะติด (Probe tack)

ใช้หัววัดซึ่งเป็นแท่งเหล็กกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตรที่ต่อกับเซลล์วัดแรงของเครื่องทดสอบแรงดึง (Instron tensile tester) แตะลงบนตัวอย่างกาวที่จะทดสอบด้วยแรง 30 กรัม (0.29 นิวตัน) เป็นเวลา 1 วินาทีแล้ววัดแรงที่ใช้ในการแยกแท่งเหล็กออกจากตัวอย่างกาว อัตราเร็วในการนำหัววัดมาสัมผัสตัวอย่างกาวและดึงแยกออกเท่ากับ 50 เซนติเมตรต่อนาที

2. การทดสอบแรงดึงลอก (Peel strength)

ตามวิธีของ Pressure Sensitive Tape Council (PSTC)

2.1) การทดสอบแรงดึงลอกในแนว 180 องศา

ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบเตรียมโดยการกดเทปกาวบนผิวแผ่นแก้วด้วยแรง 2.05 กิโลกรัม (20.1 นิวตัน) และนำไปวัดค่าแรงดึงลอกโดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึง วัดค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้ลอกเทปกาวออกจากพื้นผิวแก้วในแนว 180 องศา

2.2) การทดสอบแรงดึงลอกในแนว 90 องศา

การเตรียมตัวอย่างและวิธีการทดสอบคล้ายกับการทดสอบแรงดึงลอกในแนว 180 องศา แต่จะแตกต่างกันตรงที่มุมในการดึงลอกเป็น 90 องศา

2.3) การทดสอบแรงดึงลอกแบบ Quick-stick

ลักษณะการทดสอบคล้ายกับการทดสอบแรงดึงลอกในแนว 90 องศา แต่เตรียมขึ้นตัวอย่างโดยการติดเทปกาวบนผิววัสดุที่ใช้ในการทดสอบโดยไม่ต้องออกแรงกด วัดค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้ลอกเทปกาวจากพื้นผิววัสดุที่ใช้ทดสอบในแนว 90 องศา

3. การทดสอบการติดในแนวแรงเฉือน (Shear adhesion)

แขวนตุ้มน้ำหนักกับเทปกาวตัวอย่างที่ติดบนแผ่นเหล็ก โดยกำหนดค่าแรงกระทำต่อพื้นที่ 1 ตารางนิ้วของเทปกาว มีค่าเท่ากับ 4 กิโลกรัม (0.1×10^4 นิวตัน/ตารางเมตร) ค่าการติดในแนวแรงเฉือน คือ เวลาที่เทปกาวที่ติดกับแผ่นเหล็กเป็นบริเวณ 1 ตารางนิ้วลอกออก วิธีนี้ใช้ทดสอบความแข็งแรงของการยึดเหนี่ยวของเนื้อกาว



รูปที่ 1 ตัวอย่างการทดสอบการติดในแนวแรงเฉือน

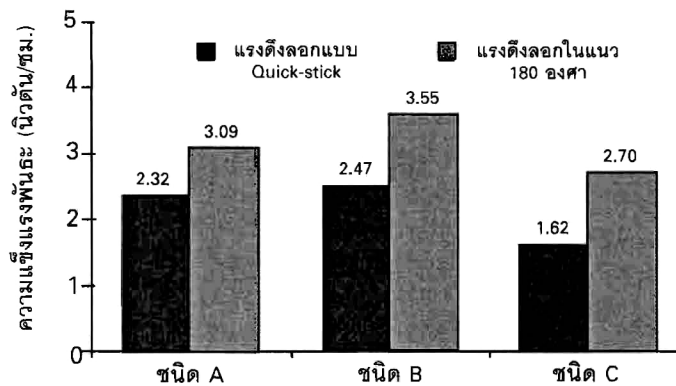
ผลการศึกษา

สมบัติการติดของเทปกาวพาณิชย์

สมบัติการติดของเทปกาวพาณิชย์ 3 ชนิด (A, B, C) ซึ่งใช้เป็นค่าเปรียบเทียบกับเทปกาวยางธรรมชาติที่จะพัฒนาในการศึกษานี้ ทดสอบด้วยวิธีแรงดึงลอกแบบ Quick-stick และแรงดึงลอกในแนว 180 องศา ดังรูปที่ 2

ผลของค่าความอ่อนตัวของยางต่อสมบัติการติดของกาวน้ำยางธรรมชาติ

อิทธิพลของค่าความอ่อนตัวของยางธรรมชาติที่มีต่อสมบัติการติดของเทปกาวที่เตรียมจากน้ำยางธรรมชาติ 3 ชนิด คือ น้ำยางชั้น ชนิดมีแอมโมเนียสูง น้ำยางชั้นชนิดความหนืดคงที่ และน้ำยางชั้นชนิดดัดแปรที่เตรียมโดยใช้กลีเซอรอลเอสเทอร์ของโรซินที่ถูกไฮโดรจิเนท บางส่วน โดยใช้สัดส่วนของยางตอกลิเซอรอลเอสเทอร์ของโรซินที่ถูกไฮโดรจิเนทบางส่วน เท่ากับ 40 ต่อ 60 แสดงในตารางที่ 2



รูปที่ 2 สมบัติการติดของเทปกาวพาณิชย์ 3 ชนิด (A, B, C)

ตารางที่ 2 สมบัติการติดของกาวที่เตรียมจากน้ำยางธรรมชาติที่แตกต่างกัน 3 ชนิด

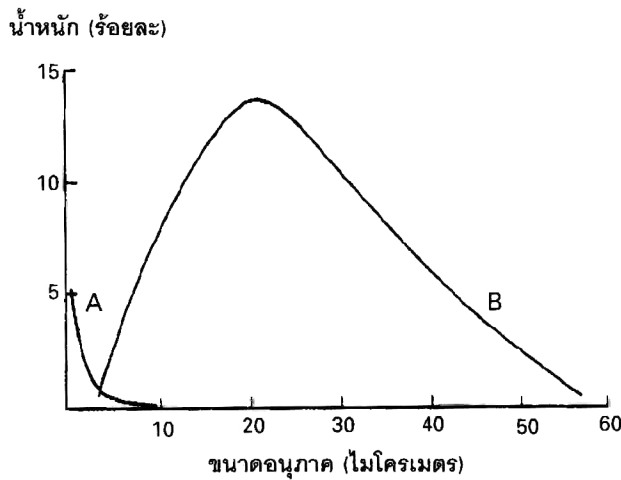
สมบัติ	ชนิดของน้ำยางธรรมชาติ		
	น้ำยางชั้น ชนิดมีแอมโมเนียสูง	น้ำยางชั้น ชนิดความหนืดคงที่	น้ำยางชั้น ชนิดดัดแปร
ความอ่อนตัววอลเลจ	95	50	35
การแตะติด (นิวตัน)	5.4	7.3	8.5
แรงดึงลอกแบบ Quick-stick (นิวตัน/ซม.)	2.9	4.3	4.5
แรงดึงลอกในแนว 90 องศา (นิวตัน/ซม.)	5.4	5.2	5.1

หมายเหตุ กาวยางที่เตรียมได้ทั้ง 3 ชนิดทำให้แห้งที่อุณหภูมิห้องแล้วนำไปผ่านความร้อนที่ 150 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วินาที

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าค่าความอ่อนตัววอลเลจมีผลต่อสมบัติการติดของเทปกาวจากน้ำยางธรรมชาติ สำหรับการทดสอบการติดที่ใช้แรงกดต่ำในการเตรียมชิ้นตัวอย่างทดสอบ เช่น การทดสอบการแตะติด เทปกาวที่เตรียมจากน้ำยางธรรมชาติที่มีค่าความอ่อนตัววอลเลจต่ำ จะแสดงสมบัติการติดกับพื้นผิววัสดุดีกว่าเทปกาวที่เตรียมจากน้ำยางธรรมชาติที่มีค่าความอ่อนตัววอลเลจสูง แต่สำหรับการทดสอบการติดที่ใช้แรงกดสูงในการเตรียมชิ้นตัวอย่าง เช่น การทดสอบแรงดึงลอกในแนว 90 องศา พบว่าสมบัติการติดของกาวทั้ง 3 ชนิดมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้่าจะมีผลสืบเนื่องมาจากผิวสัมผัสทั้ง 2 ติดกันแนบสนิทมากขึ้น

ผลของขนาดอนุภาคเรซินในสารแขวนลอยต่อสมบัติการติดของกาวยางธรรมชาติ

เป็นที่ทราบกันแล้วว่าการเติมแทคทิฟายอิงเรซินลงในส่วนผสมของกาวไวต่อแรงกด เป็นวิธีที่ใช้ในการช่วยเพิ่มสมบัติการติดให้กับกาวประเภทนี้ แต่เนื่องจากปัญหาความไม่เข้าเป็นเนื้อเดียวกันระหว่างแทคทิฟายอิงเรซินกับน้ำยางธรรมชาติ จึงทำให้เมื่อกาวแห้งแทคทิฟายอิงเรซินกับยางจะเกิดการแยกตัวเป็นกลุ่ม กาวที่ได้จึงมีสมบัติการติดที่ต่ำ ดังนั้นการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างอนุภาคยางกับอนุภาคของแทคทิฟายอิงเรซินโดยการควบคุมขนาดอนุภาคแทคทิฟายอิงเรซินจึงน่าจะมีผลต่อสมบัติการติดของเทปกาวที่ผลิตจากน้ำยางธรรมชาติ คือ ทำให้สมบัติการติดดีขึ้น

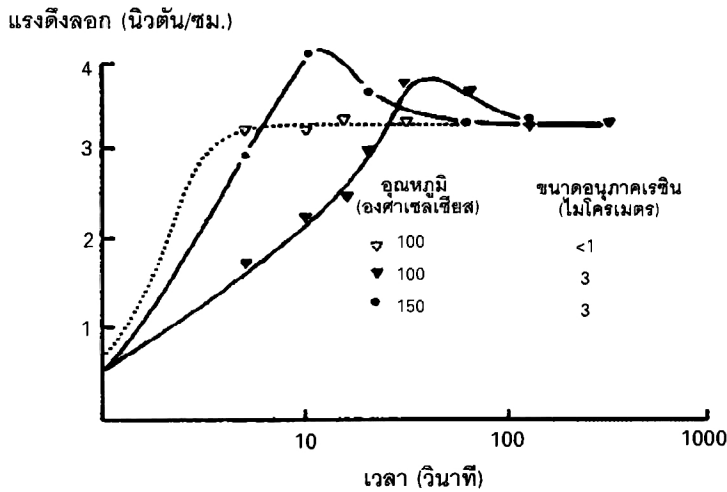


รูปที่ 3 ขนาดอนุภาคของแทคทิฟายอิงเรซิน 2 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เรซิน A มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยน้อยกว่า 1 ไมครอน เรซิน B มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยประมาณ 20 ไมครอน

ในการศึกษาอิทธิพลของขนาดอนุภาคเรซินในสารแขวนลอยที่มีต่อสมบัติการติดของเทปกาวที่ผลิตจากน้ำยางธรรมชาติได้เลือกใช้แทคทิฟายอิงเรซินประเภทโรซิน 2 ตัวอย่างที่มีการกระจายของขนาดอนุภาคแตกต่างกันดังแสดงในรูปที่ 3 เรซิน A มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยต่ำกว่า 1 ไมครอน เรซิน B มีขนาดอนุภาคเฉลี่ยประมาณ 20 ไมครอน เทปกาวเตรียมจากน้ำยางชั้นที่มีแอมโมเนียสูง โดยผสมยางและเรซินในสัดส่วน 40:60 ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าอนุภาคเรซินที่มีขนาดใหญ่จะทำให้ค่าแรงยึดติดทุกชนิดลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อไม่มีการให้ความร้อนกับกาว การให้ความร้อนกับเทปกาวจะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการยึดติดให้ดีขึ้น ดังจะเห็นได้จากค่าการทดสอบแรงดึงลอกแบบ Quick-stick ซึ่งใช้แรงน้อยในการกดเทปกาวให้ติดกับผิววัสดุทดสอบ ทั้งนี้่าจะมีผลสืบเนื่องมาจากเรซินสามารถหลอมและผสมเข้ากับเนื้อยางได้ดีขึ้น ขนาดของอนุภาคเรซินจึงมีผลน้อย แต่หากใช้แรงกดสูงทำให้กาวสามารถสัมผัสผิววัสดุทดสอบได้ดี เช่น ในการทดสอบแรงดึงลอกในแนว 90 องศา ขนาดของอนุภาคเรซินจะมีผลน้อยลงแม้จะไม่มีการให้ความร้อนแก่กาวก็ตาม แต่หากให้ความร้อนกับกาว ขนาดของอนุภาคเรซินจะมีผลน้อยลงเช่นเดียวกับในการทดสอบแรงดึงลอกแบบ Quick-stick การที่อนุภาคเรซินมีขนาดใหญ่ทำให้สมบัติการแตะติดมีค่าต่ำอาจเนื่องมาจากขนาดอนุภาคที่ใหญ่ทำให้การกระจายตัวของเรซินอย่างทั่วถึงในยางช้าลง หรือทำให้มีอนุภาคเรซินที่แข็งปรากฏที่ผิวเทปกาว ผิวกาวจึงไม่เรียบซึ่งอาจมีผลให้พื้นที่สัมผัสของกาวกับผิวทดสอบลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ใช้แรงกดต่ำในการเตรียมชิ้นงานทดสอบ

ในการศึกษานี้ยังพบว่าสมบัติการติดของกาวเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเวลาผ่านไป กล่าวคือ มีค่าเพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไป 1-3 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง ผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวน่าจะเกิดจากการกระจายตัวของเรซินในยางดีขึ้น นอกจากนี้ปัจจัยด้านอุณหภูมิที่สูงขึ้นยังส่งผลต่อสมบัติการติดของกาวไวต่อแรงกดที่เตรียมจากนํายางธรรมชาติซึ่งแสดงในรูปที่ 4 โดยผลการศึกษาพบว่ากาวที่เตรียมได้ใส่เตาอบที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ และวัดการเปลี่ยนแปลงของแรงดึงลอกในแนว 180 องศา ค่าแรงดึงลอกจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงจุดสูงสุด และมีค่าคงที่สำหรับกาวที่ใช้เรซินที่มีอนุภาคขนาดเล็ก (น้อยกว่า 1 ไมโครเมตร) แต่สำหรับกาวที่เตรียมจากเรซินที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ (ประมาณ 3 ไมโครเมตร) ค่าแรงดึงลอกเพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุดแล้วค่อยๆ ลดลงสู่ค่าคงที่ที่ 3.4 นิวตัน/ซม. และจากรูปที่ 4 จะเห็นว่ากาวที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง (150 องศาเซลเซียส) จะมีอัตราการเพิ่มของแรงยึดติดที่เร็วกว่ากาวที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ (100 องศาเซลเซียส) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอัตราการแพร่ของเรซินเข้าไปในอนุภาคยางที่อุณหภูมิสูงมีค่าสูงกว่า ทำให้เกิดการกระจายตัวของเรซินในยางได้เร็วกว่า ค่าการยึดติดจึงเพิ่มขึ้นได้



รูปที่ 4 การเพิ่มขึ้นตามเวลาของค่าแรงดึงลอกของกาวที่มีเรซินอนุภาคขนาดต่างๆ พบอยู่ ณ อุณหภูมิต่างๆ

ผลของขนาดอนุภาคเรซินต่อปริมาณสารช่วยเพิ่มความเสถียรที่ต้องใช้

จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าปริมาณและประเภทของสารช่วยลดแรงดึงผิวหรือสารช่วยเพิ่มความเสถียรมีผลต่อสมบัติการยึดติดของกาวไวต่อแรงกด กล่าวคือ ประสิทธิภาพการยึดติดของกาวมีค่าแปรผกผันกับปริมาณสารช่วยเพิ่มความเสถียร การใช้สารเพิ่มความเสถียรมากเกินไปจะส่งผลให้สมบัติการติดของกาวมีค่าลดลง ฉะนั้นการใช้สารช่วยเพิ่มความเสถียรในปริมาณที่เหมาะสม คือให้พอดีกับการห่อหุ้มอนุภาคของเรซินจึงมีความสำคัญ การใช้สารช่วยเพิ่มความเสถียรน้อยเกินไปจะทำให้สารแขวนลอยของอนุภาคเรซินมีความเสถียรลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำไปผสมกับนํายาง เนื่องจากอาจเกิดการถ่ายเทสารช่วยเพิ่มความเสถียรจากสารเคมีในรูปสารแขวนลอยไปยังอนุภาคของยาง ประเด็นดังกล่าวสามารถแสดงให้เห็นได้จากผลการศึกษาที่แสดงในตารางที่ 4 ซึ่งจะเห็นว่ากาวลาเทกซ์ที่เตรียมจากสารแขวนลอยของเรซินที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ต้องการปริมาณสารช่วยเพิ่มความเสถียรน้อยกว่ากาวลาเทกซ์ที่เตรียมจากสารแขวนลอยของเรซินที่มีอนุภาคขนาดเล็กสำหรับอายุการเก็บรักษา มากกว่า 4 สัปดาห์เท่ากัน และสำหรับอนุภาคเรซินที่มีขนาดเล็ก กาวลาเทกซ์ที่เติมสารช่วยเพิ่มความเสถียรมากกว่าจะมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวกว่า (5 วันเปรียบเทียบกับ 24 ชั่วโมง)

ตารางที่ 3 ผลของขนาดอนุภาคเรซินที่มีต่อสมบัติการยึดติดของกาวจากน้ำยางธรรมชาติ

ขนาดเฉลี่ยของอนุภาคเรซิน	การให้ความร้อน		อายุของฟิล์ม (ชั่วโมง)	แรงติด (นิวตัน/ซม.)	
	เวลา (วินาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		< 1 ไมโครเมตร	20 ไมโครเมตร
การทดสอบแรงดึงลอก แบบ Quick-stick	20	250	2	3.63	1.78
	20	150	24	2.01	1.55
	20	150	168	3.01	2.12
	60	100	168	3.05	1.74
	-	-	168	2.63	0.85
การทดสอบแรงดึงลอก ในแนว 90 องศา	20	150	2	4.83	3.48
	20	150	24	3.17	2.94
	20	150	168	5.41	4.79
	60	100	168	4.64	4.44
	-	-	168	4.63	2.01

ตารางที่ 4 ผลของอนุภาคเรซินและปริมาณสารช่วยเพิ่มความเสถียรที่มีต่อความเสถียรของกาวลาเก็กซ์

ขนาดเฉลี่ยของอนุภาคเรซิน	ปริมาณสารช่วยเพิ่มความเสถียร (ส่วนในร้อยละของเนื้อกาว)			อายุการเก็บรักษา
	เคซีอิน	โพแทสเซียม โอเลอเตต	แอมโมเนียม โอเลอเตต	
น้อยกว่า 1 ไมโครเมตร	0.75	1.50	0.00	24 ชั่วโมง
	0.75	1.50	0.75	5 วัน
	0.75	1.50	1.50	มากกว่า 4 สัปดาห์
20 ไมโครเมตร	0.75	1.50	0.00	มากกว่า 4 สัปดาห์

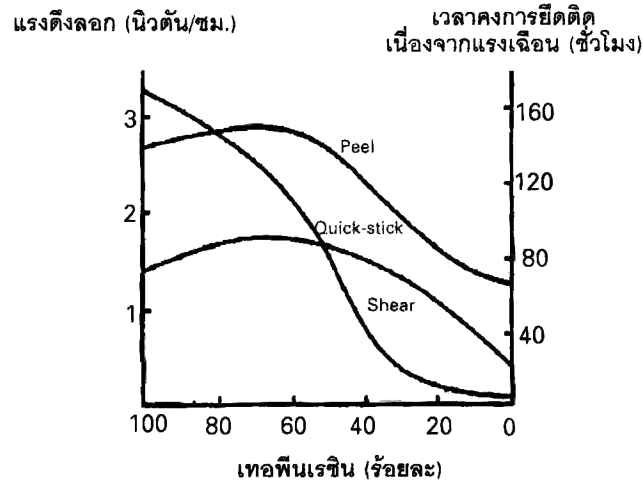
ผลของเทคโนโลยีอินทรีย์ที่มีต่อสมบัติการติดของกาวไวต่อแรงกดจากน้ำยางธรรมชาติ

ชนิดและปริมาณของเทคโนโลยีอินทรีย์ที่มีผลต่อสมบัติการติดของกาวไวต่อแรงกดที่เตรียมจากน้ำยางธรรมชาติ จะเป็นอย่างไรขึ้นกับสมบัติที่ต้องการ เทอปีนเรซิน (terpene resin) และโรซินเรซิน (rosin-derived resin) จะให้สมบัติการแตงติดที่ดี แต่หากต้องการกาวที่มีความแข็งแรงของเนื้อกาว (cohesive strength) สูง การเลือกใช้โรซินเรซินอาจจะไม่เหมาะสม ควรเลือกใช้เทอปีนเรซินจะให้ผลดีกว่า ตารางที่ 5 แสดงผลของปริมาณและสมบัติของเทคโนโลยีอินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่มีต่อสมบัติการติดของกาวไวต่อแรงกดที่เตรียมขึ้น จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่ากาวที่ใช้เรซินที่มีอุณหภูมิอ่อนตัวต่ำจะให้สมบัติการติดที่ดีกว่ากาวที่เตรียมจากเรซินที่มีอุณหภูมิอ่อนตัวสูง โดยที่ค่าแรงยึดติดจะเพิ่มขึ้นเมื่อสัดส่วนของเทคโนโลยีอินทรีย์ในกาวสูงขึ้น ในทางกลับกัน กาวที่เตรียมจากเรซินที่มีอุณหภูมิอ่อนตัวสูงจะมีความแข็งแรงของเนื้อกาวสูงกว่ากาวที่เตรียมจากเรซินที่มีอุณหภูมิอ่อนตัวต่ำ

ตารางที่ 5 ผลของชนิดและปริมาณของเทคโนโลยีอินทรีย์ที่มีต่อสมบัติการติดของกาวไวต่อแรงกดจากน้ำยางธรรมชาติ

ชนิดของเรซิน	อุณหภูมิอ่อนตัว (องศาเซลเซียส)	อัตราส่วน ยางต่อเรซิน	แรงยึดติด (นิวตันต่อเซนติเมตร)		เวลาการยึดติด เนื่องจากแรงเฉือน (ชั่วโมง)
			การแตงติด	แรงดึงลอก ในแนว 180 องศา	
โรซิน เอสเทอร์	75	60/40	0.29	0.85	30
		50/50	0.66	1.85	8
		40/60	1.68	4.79	5
อะลิฟาติก ไฮโดรคาร์บอน	85	40/60	1.27	2.01	1
อะลิฟาติก/อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน	85	40/60	0.00	2.70	>150
โพลี-เบตา-ไพรีน	85	50/50	0.50	1.60	30
		40/60	1.43	2.70	>150
	115	50/50	0.56	2.09	120
		40/60	0.00	0.19	80

ไฮโดรคาร์บอนเรซินนิยมใช้ในการผลิตกาวไวต่อแรงกดเนื่องจากมีราคาถูก โดยวิธีที่นิยมใช้ คือ การเตรียมจากสารละลายของยางและเรซิน การใช้ไฮโดรคาร์บอนเรซินเตรียมกาวในรูปของลาเทกซ์ให้ผลที่ไม่ค่อยแน่นอน กล่าวคือบางครั้งให้ค่าการติดในแนวแรงเฉือนที่ดีแต่ค่าการแตงติดที่ไม่ดีหรือบางครั้งให้ผลกลับกัน ไฮโดรคาร์บอนเรซินจึงมักใช้ร่วมกับเรซินชนิดอื่น เช่น เทอปีนเรซิน ดังแสดงในรูปที่ 5 โดยมีสัดส่วนปริมาณยางธรรมชาติต่อเรซินเท่ากับ 40 : 60



รูปที่ 3. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงลอก/แรงดึง Quick-stick/แรงดึงเฉือนกับปริมาณเทอพินเรซิน

บทสรุป

การไวต่อแรงกดจากยางที่ผลิตอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะผลิตจากสารละลายยาง การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะผลิตการไวต่อแรงกดโดยใช้น้ำยางธรรมชาติที่มีการปรับสูตรให้เหมาะสม ในอนาคตกาวต่างๆ จำเป็นจะต้องผลิตจากสูตรที่ใช้น้ำเป็นตัวกลางมากขึ้นเนื่องจากปัญหาด้านความปลอดภัยต่อผู้ใช้และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

บรรณานุกรม

1. Gazeley, K.F., "Natural Rubber Latex in Pressure-sensitive Adhesives", *NR Technology*, **12(4)**, 85 (1981).
2. Alphonsus, V., "Adhesion and Adhesive Technology", Hanser Publisher, Munich, 2002
3. Roger, B., "Physic Testing of Rubber", Springer Publisher, 2006.
4. www.duckproducts.com

ศิรชัย พัฒนพานิชชัย
 การศึกษา : การผลิตกาวไวต่อแรงกดจากยางธรรมชาติ
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน : เจ้าหน้าที่สารสนเทศ
 อีเมล : sirachai.p@kmutt.ac.th