

# กาวสำหรับงานไม้

## บทนำ

อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไม้ของประเทศไทย นิยมนำมาผลิตเป็นแผ่นไม้ประกอบ เช่น ไม้อัด (plywood) แผ่นชั้นไม้อัด (particleboard) แผ่นไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (medium density fiberboard; MDF) แผ่นแถบไม้อัดเรียงเส้น (oriented strand board; OBS) หรือการผลิตเฟอร์นิเจอร์ทั้งเครื่องเรือนไม้จากไม้จริง (solid wood) และจากไม้ประกอบ (wood composite) ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นต้องใช้กาวมากที่สุด



## ชนิดของกาวที่นิยมใช้ในงานไม้

โดยทั่วไปแล้วกาวสังเคราะห์ที่ใช้ในงานไม้แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ กาวเรซินที่แข็งตัวเมื่อร้อน และกาวเรซินชนิดอ่อนตัวเมื่อร้อน

**1. กาวเรซินชนิดแข็งตัวเมื่อร้อน (thermo-setting resins)** คือ กาวเรซินที่แข็งตัวโดยการทำปฏิกิริยาทางเคมีเกิดเป็นโมเลกุลที่มีโครงสร้างเชื่อมโยง (network) ในสามมิติกลายเป็นของแข็งในเวลาเดียวกันกับเกิดการยึดติดกับไม้ กาวชนิดนี้แบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม

### 1.1 กาวเรซินชนิดที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างฟอร์มัลดีไฮด์กับยูเรีย เมลามีน ฟีนอลหรือสารอื่น

#### 1.1.1 กาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ (urea formaldehyde; UF)

กาวชนิดแรกที่ได้รับการพัฒนาอย่างกว้างขวาง สารตั้งต้นที่ใช้ คือ ยูเรียที่มีหมู่ฟังก์ชันอะมิโน 2 หมู่ โดยหมู่อะมิโนนี้จะทำปฏิกิริยากับฟอร์มัลดีไฮด์ ได้ทั้งในสภาวะที่เป็นกรดหรือเบส (โดยทั่วไปแล้วจะไม่นิยมทำปฏิกิริยาในสภาวะที่ pH ต่ำกว่า 9) กาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ มีการจำหน่ายกันทั้งในลักษณะของเหลวและเป็นผง การเตรียมกาวโดยนำกาวมาผสมกับสารช่วยให้กาวแข็งตัว (hardener) สารช่วยให้กาวแข็งตัวที่ใช้กับกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ควรเป็นชนิดกรดอ่อนมากๆ เนื่องจากหากใช้กรดแก่จะทำให้ผิวไม้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเป็นผลให้แนวกาวเสียหาย

กาวชนิดนี้หากจะนำมาใช้งานในกรณีที่จะลดการปลดปล่อยสารฟอร์มัลดีไฮด์จากผลิตภัณฑ์ไม้ โดยการสังเคราะห์โดยใช้สัดส่วนโมลฟอร์มัลดีไฮด์: ยูเรียต่ำ โดยปกติแล้วจะใช้สัดส่วนโมลฟอร์มัลดีไฮด์: ยูเรีย จาก 1.8:1 หรือ 2.0:1 ให้ต่ำกว่า 1.6:1 หรือในบางกรณีลดสัดส่วนลงถึง 1.2:1 (การลดสารฟอร์มัลดีไฮด์ของกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ในการปฏิบัติงานนั้นสามารถทำได้โดยเติมสารเพิ่มอื่น เช่น ยูเรีย เมลามีน แพนนิน โซเดียมไดซัลไฟต์ และกรดอนินทรีย์อ่อน เป็นต้น) ซึ่งการใช้สัดส่วนโมลต่ำลงจะต้องเพิ่มระยะเวลาในการสังเคราะห์เรซิน กาวที่ได้จะต้องใช้ระยะเวลาในการทำให้แข็งตัวนานขึ้นด้วย ซึ่งอาจจะส่งผลในด้านการยึดติดยังทำให้ความแข็งแรงของการยึดติดมีแนวโน้มต่ำลง ความทนต่อความชื้นลดลง และระยะเวลาการเก็บรักษา (ความเสถียร) ลดลง

กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ มีสมบัติทนต่อความชื้นแต่ไม่ทนน้ำ กาวชนิดนี้นิยมใช้การผลิตไม้อัด ไม้พาร์ติเกิล ไม้ MDF แผ่นไม้ระแนง และนิยมใช้กันมากในการปิดผิวไม้บางบนชิ้นงานเครื่องเรือนไม้

#### 1.1.2 กาวเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ (melamine formaldehyde; MF)

กาวเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ จะเกิดจากการทำปฏิกิริยาของหมู่อะมิโน (amino) กับสารฟอร์มาลดีไฮด์ ภายในสถานะที่ให้ความร้อนกับสารละลายผสม การเกิดปฏิกิริยาฟอร์มาลดีไฮด์จะทำปฏิกิริยารวดเร็วกับเมลามีน

กาวชนิดนี้มีความทนน้ำและอุณหภูมิสูงได้ดี ข้อเสีย คือ ราคาเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์มีราคาสูงกว่า กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ถึง 4-5 เท่า ดังนั้นจึงมีการนำมาผสมกับกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์เพื่อลดต้นทุนราคา ลง เรียกว่า MUF glues ซึ่งคุณสมบัติของกาว MUF ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของการผสมระหว่างเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ และยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ เช่น ถ้าหากต้องการกาวที่มีสมบัติในด้านความทนต่อสถานะแรง ก็จะใช้สัดส่วน การผสมของกาวเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ต่อยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ (40:60) ก็จะช่วยปรับปรุงสมบัติความทนต่อการ บ่มแรง

กาวเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ มีสมบัติทนน้ำและอุณหภูมิสูงได้ดี กาวชนิดนี้นิยมใช้ในการผลิต ไม้พาร์ติเกิล และใช้ในการต่อชิ้นงานไม้ที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งานในสภาพที่เปียกชื้น

#### 1.1.3 กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ (phenol formaldehyde; PF)

กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน มี 2 ชนิด คือ รีโซล (resoles) และ โนวอลแลค (novolacs) การสังเคราะห์รีโซลจากปฏิกิริยาระหว่างฟอร์มาลดีไฮด์กับฟีนอลในสารละลายเบสโดยมีสัดส่วนฟอร์มาลดีไฮด์สูง กว่าฟีนอล (สัดส่วนอยู่ที่ประมาณ 1.5-2:1) สำหรับการสังเคราะห์โนวอลแลคจากปฏิกิริยาระหว่างฟอร์มาลดีไฮด์ กับฟีนอลในสารละลายกรดโดยมีสัดส่วนฟีนอลสูงกว่าฟอร์มาลดีไฮด์ (สัดส่วนอยู่ที่ประมาณ 1:0.8) หากต้องการ ผลิตเป็นกาวอัดร้อนจะใช้เฮกซะเมทิลลีนเตตระมีน (hexamethylenetetramine; HMT) มาผสม นอกจากนี้ กาวชนิดนี้นิยมนำมาใช้ผลิตชิ้นงานพิเศษ เช่น ไม้อัดความหนาแน่นสูง (densified wood) ที่ผลิตจากการนำ ไม้บางมาแช่กาว (impregnate) แล้วนำมาเรียงประกบกันตามความหนาที่ต้องการแล้วนำมาอัดด้วยแรงดันสูง ทำให้ได้ไม้อัดที่มีความหนาแน่นสูง และทนต่อการสึกหรอได้ดี

กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ มีสมบัติทนน้ำ ความร้อนและเชื้อรา กาวชนิดนี้นิยมใช้ในการผลิตไม้อัด และไม้ MDF

#### 1.1.4 กาวฟีนอล-รีโซซินอล ฟอร์มาลดีไฮด์ (phenol-resorcinol formaldehyde; P-RF)

กาวฟีนอล-รีโซซินอล ผลิตโดยการเติมรีโซซินอล ผสมในกาวรีโซลระยะสุดท้ายของการสังเคราะห์ ใช้พาราฟอร์มาลดีไฮด์ (p-formaldehyde) เป็นสารเร่งปฏิกิริยา (catalyst)

กาวฟีนอล-รีโซซินอล ฟอร์มาลดีไฮด์ มีสมบัติทนน้ำและมีความไวในการทำปฏิกิริยา กาวชนิดนี้นิยมใช้ ในการผลิตกาวไม้ประสาน (laminated beams) หรือนำมาผสมกับผงไม้เพื่อใช้อุดช่องว่างไม้

### 1.2 กาวชนิดที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาแทนนินกับฟีนอลหรือฟอร์มาลดีไฮด์

กาวแทนนิน (tannin resins) เป็นสารฟีนอลประเภทหนึ่งตามธรรมชาติเกิดอยู่ในเนื้อไม้และเปลือกไม้ ในปริมาณมาก การผลิตกาวชนิดนี้เตรียมโดยใช้แทนนินทำปฏิกิริยากับฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์เรซิน

กาวแทนนิน มีสมบัติทนความชื้นได้ดี นิยมใช้สำหรับผลิตไม้พาร์ติเกิลและไม้ MDF

### 1.3 กาวเรซินชนิดไอโซไซยาเนต

กาวไอโซไซยาเนต (isocyanate resins) เช่น กาวพอลิยูรีเทน เกิดจากปฏิกิริยาควบแน่นของสารตั้งต้น 2 ชนิด คือ ไดไอโซไซยาเนต (เช่น methylene diphenyl diisocyanate (MDI) toluene diisocyanate (TDI) และไดออล (เช่น เอทิลลีนไกลคอล) ซึ่งในการทำปฏิกิริยาจะมีการใช้สารประเภทเอมีน เป็นสารตัวเร่งปฏิกิริยาได้เป็นยูรีเทนไดเมอร์ ซึ่งยูรีเทนไดเมอร์ที่เกิดขึ้นก็จะทำปฏิกิริยาต่อกับไดออล/ไดไอโซไซยาเนต/ยูรีเทนไดเมอร์ได้เป็นพอลิยูรีเทน

กาวไอโซไซยาเนต นิยมใช้ในการผลิต ไม้พาร์ทิเคิล ไม้อัด MDF และไม้อัดเรียงเส้น ที่ต้องการชิ้นงานที่มีความทนทานสูง

### 1.4 กาวเรซินอีพ็อกซี

กาวอีพ็อกซี (epoxy resin) เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างบิสฟีนอล-เอ (bisphenol-A) กับอีพิคลอโรไฮดริน (epichlorhydrin) ได้เป็นเรซินที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่างๆกัน ที่มีสมบัติต่างกันไป เรซินอีพ็อกซี หากใช้ในงานไม้จะใช้อีพ็อกซีที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำและจะแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง การใช้งานอาจต้องใช้แรงดันอัดข้อต่อไม้เล็กน้อย

กาวอีพ็อกซีมีสมบัติในการอุดช่องว่างได้ดี นิยมใช้ในการติดข้อต่อไม้ และใช้อุดช่องว่างของไม้

## 2. กาวเรซินชนิดอ่อนตัวเมื่อร้อน (thermo-plastic resins)

กาวที่มีลักษณะเป็นของแข็ง เมื่อต้องการใช้งานจะต้องให้ความร้อนให้เป็นของเหลวก่อนการใช้งาน การใช้งานในงานไม้ ได้แก่

### 2.1 กาวพอลิไวนิลอะซิเตต (polyvinyl acetate resin)

กาวพอลิไวนิลอะซิเตต จะอยู่ในรูปอิมัลชัน การใช้งานในงานไม้มี 2 แบบ คือ

2.1.1 แบบโอมิพอลิเมอร์ กาวชนิดนี้จะอ่อนตัวทันทีเมื่อได้รับความร้อน

2.1.2 แบบโคพอลิเมอร์ มีการใช้คะตะลิสต์ (catalyst) กาวที่ได้จะมีความต้านทานน้ำและความร้อนได้ดี กาวชนิดนี้นิยมใช้ในการติดไม้บาง ไม้พาร์ทิเคิล ไม้อัด และไม้ MDF

### 2.2 กาวร้อนเหลว EVA (EVA-hot melt)

กาวร้อนเหลว EVA ผลิตจากเรซิน EVA

กาวชนิดนี้ นิยมใช้ในการติดแถบของแผ่นไม้ หรือใช้ยึดข้อต่อหรือส่วนที่ต้องการเชื่อมติด

### 2.3 กาวพอลิเอไมด์ (polyamide resin)

กาวสังเคราะห์จากปฏิกิริยาระหว่างกรดไขมัน (fatty acid polymer) กับไดเอมีน (diamine)

กาวชนิดนี้ นิยมใช้สำหรับการติดขอบไม้ที่ต้องการความทนต่ออุณหภูมิสูง

### 2.4 กาวพอลิโอลิฟินส์ (polyolefine)

กาวชนิดนี้ยังไม่ค่อยแพร่หลายในอุตสาหกรรมไม้

กาวชนิดนี้มีสมบัติทนความร้อนระดับปานกลาง มีความแข็งแรงในการยึดเหนี่ยวที่ดี ใช้ในการติดแถบขอบไม้

## ตารางที่ 1 ชนิดของกาวที่เหมาะสมสำหรับการติดไม้ประสาน

งานโครงสร้าง	ไม้ในงานโครงสร้าง*
กาวรีโซซินอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	กาวพอลิไวโนลอะซิเตด
กาวรีโซซินอล-ฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์	กาวร้อนเหลว (hot melt)
กาวพอลิยูรีเทน	กาวอีพ็อกซี-พอลิเมอร์-ไอโซไซยาเนต
กาวอีพ็อกซี	กาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์
กาวเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์	กาวยูเรีย-เมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์

\* กาวสำหรับการผลิตไม้ประสานที่ไม้ในงานโครงสร้างใช้สำหรับผลิตเป็นเครื่องเรือนของตกแต่ง

### การผลิตกาว

กาวสังเคราะห์ที่ใช้เป็นตัวประสานในการผลิตแผ่นไม้ประกอบหรืองานไม้เฟอร์นิเจอร์ เช่น ไม้อัด ไม้พาร์ทิเคิล ไม้อัด MDF จะใช้กาวสังเคราะห์ที่ได้จากปฏิกิริยาคอนเดนเซชันของฟอร์มาลดีไฮด์กับฟีนอล ยูเรียรีโซซินอล หรือเมลามีน ซึ่งกาวสังเคราะห์เหล่านี้จะมีการระเหยของฟอร์มาลดีไฮด์ที่หลีกเลี่ยงจากการทำปฏิกิริยามักถูกปลดปล่อยออกมาในระหว่างการผลิตทำให้มีผลต่อสุขภาพของคนงาน และมักใช้เป็นอีกเหตุผลหนึ่งในการกีดกันทางการค้า ดังนั้นนักวิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาวิธีการลดปริมาณการระเหยด้วยวิธีต่างๆ เช่น การปรับเปลี่ยนสูตรกาว การเปลี่ยนชนิดของกาว การเลือกใช้กาวที่ไม่มีฟอร์มาลดีไฮด์ หรือการเลือกใช้กาวจากวัสดุธรรมชาติ

การใช้กาวในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ส่วนใหญ่แล้วจะใช้กาวสังเคราะห์ประเภทกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ เนื่องจากกาวชนิดนี้มีสมบัติการยึดติดไม้ได้ดี และราคาถูก แต่ข้อเสียของกาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ คือ สารฟอร์มาลดีไฮด์ที่ระเหยออกมาจะเป็นอันตรายแก่ผู้ใช้เฟอร์นิเจอร์ โดยสารฟอร์มาลดีไฮด์จะก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ ซึ่งประเทศผู้นำเข้าเฟอร์นิเจอร์ เช่น ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา มีการควบคุมกำหนดมาตรฐานการปลดปล่อยสารฟอร์มาลดีไฮด์ หากผู้ผลิตหรือผู้ใช้ได้รับฟอร์มาลดีไฮด์มากกว่า 0.1 ppm จะทำให้เกิดการระคายเคืองตา ระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อทางเดินหายใจ ผิวหนัง ซึ่งอาจก่อให้เกิดอาการภูมิแพ้และหอบหืด ปัจจุบันในต่างประเทศจะมีข้อกำหนดการใช้สารฟอร์มาลดีไฮด์สำหรับผลิตกาวเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ค่อนข้างเข้มงวด ซึ่งข้อกำหนดระดับสารฟอร์มาลดีไฮด์ ดังตารางที่ 2

## ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบข้อกำหนดการปลดปล่อยฟอร์มาลดีไฮด์

ข้อกำหนด	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์	มาตรฐานการทดสอบ	ขีดจำกัด
USA-CARB phase 1 (Effective 1/1/09)	สหรัฐอเมริกา	HWPW	ASTM E 1333	0.08 ppm
		PB	ASTM E 1333	0.18 ppm
		MDF	ASTM E 1333	0.21 ppm
USA-CARB phase 2	สหรัฐอเมริกา	HWPW	ASTM E 1333	0.05 ppm
		PB	ASTM E 1333	0.09 ppm
		MDF	ASTM E 1333	0.11 ppm

ข้อกำหนด	ประเทศ	ผลิตภัณฑ์	มาตรฐานการทดสอบ	ขีดจำกัด
(Effective 1/1/11)				
USA-FSA phase 1	สหรัฐอเมริกา	HWPW	ASTM E 1333	0.08 ppm
		PB	ASTM E 1333	0.18 ppm
		MDF	ASTM E 1333	0.21 ppm
USA-FSA phase 2	สหรัฐอเมริกา	HWPW	ASTM E 1333	0.05 ppm
EU-E1	สหภาพยุโรป	HWPW	EN 717-1	0.12 mg/m <sup>3</sup>
		PB	EN 717-1	0.12 mg/m <sup>3</sup>
		MDF	EN 120	8 mg/100g
E0 และ E1	ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์	ทุกชนิด	10 L test chamber, zero airflow 24 hr test cycle	1.0 mL/L
		ทุกชนิด		0.5 mg/L
F***	ญี่ปุ่น	ทุกชนิด	JIS A1460	0.5 mg/L
F****	ญี่ปุ่น	ทุกชนิด	JIS A1460	0.3 mg/L

หมายเหตุ: HWPE = hardwood plywood (แผ่นไม้อัดเนื้อแข็ง) , PB = particleboard (ไม้พาร์ทิเคิล), MDF = medium density fiberboard (ไม้อัดเอ็มดีเอฟ)

ที่มา: โครงการเพิ่มขีดความสามารถอุตสาหกรรมไม้และเครื่องเรือน ภายใต้กฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อมโลก

ดังนั้นการศึกษาและพัฒนาการใช้สำหรับงานไม้ ได้มีงานวิจัยจำนวนมากที่มุ่งพัฒนาสูตรการโดยการนำสารธรรมชาติมาใช้ หรือการใช้สารอื่นมาทดแทนการใช้ฟีนอลและฟอร์มัลดีไฮด์ ฯลฯ

### งานวิจัยกาวสำหรับงานไม้

พ.ศ. 2548 อาจารย์เบญจ ทองนวลจันทร์ จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้ศึกษาการเตรียมไม้อัดแข็งจากซีลี้อย่างพาราโดยใช้กาวน้ำยางธรรมชาติอ็อกไซด์เป็นตัวประสาน และใช้สารวัลคาไนซ์ คือ เฮกซะเมทอกซีเมทิลเมทาคริเลต พบว่า แผ่นไม้อัดที่ใช้กาวน้ำยางอ็อกไซด์ที่วัลคาไนซ์ด้วยเฮกซะเมทิลเมทาคริเลต มีค่าความต้านทานต่อแรงดึงสูงกว่ากาวน้ำยางอ็อกไซด์ที่วัลคาไนซ์ด้วยระบบกำมะถัน และแผ่นไม้อัดมีความทนต่อแรงดึงเพิ่มขึ้นตามปริมาณเอมีนที่ใช้ นอกจากนี้แผ่นไม้อัดที่ใช้กาวน้ำยางธรรมชาติอ็อกไซด์ที่ลดน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยอยู่ในช่วง 400,000-150,000 มีค่าความทนต่อแรงดึงสูงกว่าการใช้กาวน้ำยางธรรมชาติอ็อกไซด์ที่ไม่ลดขนาดโมเลกุล

นอกจากนี้ทางอาจารย์เบญจ ทองนวลจันทร์ ยังได้มีการศึกษาการเตรียมกาวยางธรรมชาติอ็อกไซด์สำหรับติดประสานงานไม้ โดยได้ศึกษาการเตรียมกาวสำหรับติดประสานงานไม้ในระบบสององค์ประกอบจากยางธรรมชาติอ็อกไซด์ (โมลอ็อกไซด์ร้อยละ 40; ENR-40) ทางนักวิจัยได้ศึกษาการลดน้ำหนักโมเลกุลโดยการใช้ควิมาโรนอินดินเรซินร่วมกับ Dabco T-9 และใช้ไอโซไซยานาตเป็นสารวัลคาไนซ์ กาวยางที่เตรียมได้มีค่าความต้านทานต่อแรงเฉือน การทนน้ำผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กาวยางตาม มอก. 521-2527

พ.ศ. 2548 ดร. ไพโรจน์ กลิ่นพิทักษ์และคณะ ได้ศึกษาการเตรียมกาวติดไม้จากยางธรรมชาติมาลีเอตโดยการเตรียมจากปฏิกิริยาโคพอลิเมอร์เซชันของยางธรรมชาติกับมาลีอิกแอนไฮไดรด์ โดยใช้เบนโซอิล

เพอร์ออกไซด์เป็นสารริเริ่มปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะไนโตรเจน สูตรกาวติดไม้ที่เหมาะสม คือ ยางธรรมชาติมาลีเอต (กราฟต์ 2.54%) โปแตสเซียมโอเลต 5% ไดฟีนิลามีน 1% และ วัสดุโรซิน 20% จะทำให้ได้ค่าความทนต่อแรงเฉือน (shear strength) สูงสุดที่ 98.48 lbf/in<sup>2</sup>

พ.ศ. 2549 รศ. อาชีชัน แกสมาน ได้ศึกษาการเตรียมกาวยางธรรมชาติกราฟต์ด้วยอะคริลิกมอนอเมอร์สำหรับยึดติดไม้ โดยศึกษาการเตรียมกาวน้ำจากกราฟต์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติและอะคริลิกมอนอเมอร์เพื่อใช้ในการติดประสานแผ่นไม้อัด วิธีการกราฟต์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติกับอะคริลิกมอนอเมอร์ในสภาวะน้ำโดยใช้ควิมีนไฮโดรเพอร์ออกไซด์และเตตระเอทิลนเพนตามีนเป็นตัวเริ่มต้นปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง น้ำยางกราฟต์โคพอลิเมอร์ที่ให้ค่าการยึดติดที่ดีที่สุดวัดจากค่าแรงที่ใช้ลอก (peel strength) และความทนต่อแรงเฉือน (shear strength) ที่ดีที่สุด มีสัดส่วนของเมทิลเมทาคริเลต: บิวทิลเมทาคริเลต: กรดอะคริลิก (10: 5: 1 phr) แต่สมบัติยังด้อยกว่ากาวเกรดการค้าเล็กน้อย

พ.ศ. 2550 ผศ.ดร. สุกฤทธิรา รัตน์วิไล และคณะ จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้ศึกษาการพัฒนาการสำหรับใช้ในงานติดไม้ยางพาราจากน้ำยางธรรมชาติอโฟกไซด์ที่เตรียมได้จากน้ำยางมาทำปฏิกิริยาอโฟกซิเดชันที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วนำยางธรรมชาติอโฟกไซด์ไปผสมกับสารยึดติดสารยึดติดที่ใช้ศึกษามี 3 ชนิด คือ 1) คิวมาโรนเรซิน 2) แบ่งข้าวเหนียวเจลาตินไนซ์ และ 3) แบ่งข้าวเหนียวเจลาตินไนซ์ร่วมกับคิวมาโรนเรซิน ผลการวิจัยพบว่า กาวยางธรรมชาติอโฟกซิโดซ์ที่ผสมคิวมาโรนเรซินจะสามารถยึดติดไม้ได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับสารยึดติดชนิดอื่น ซึ่งกาวสูตรที่ดีที่สุดในงานวิจัยนี้ใช้ปริมาณคิวมาโรนเรซินปริมาณ 8 phr กาวจะมีค่าความเหนียว และความหนาแน่นเป็นไปตามมาตรฐาน เมื่อนำกาวดังกล่าวมาทำการทดสอบสมบัติความต้านทานแรงลอก (cleavage peel strength) แรงดึงขนานเส้นสูงสุด (tension parallel to gain) ค่ามอดุลัสแตกร้า มีค่าต่ำกว่ากาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ที่ใช้ทางการค้าเล็กน้อย ดังนั้นกาวที่ได้จากงานวิจัยดังกล่าวสามารถที่จะพัฒนาต่อเพื่อให้สามารถใช้ในอุตสาหกรรมไม้ยางพาราต่อไปได้

พ.ศ. 2551 รศ.ดร. เจริญ นาคะสรรค์และคณะ ได้ศึกษาการเตรียมกาวติดไม้และกาวทำไม้อัดจากซีลี้อย่างพาราจากกราฟต์โคพอลิเมอร์ของยางธรรมชาติกับเมทิลเมทาคริเลต ทางคณะวิจัยเตรียมกาวจากยางธรรมชาติกราฟต์ด้วยพอลิเมทิลเมทาคริเลต นำมาผสมซีลี้อย่างแล้วใช้คิวมาโรนอินดินเรซินเป็นสารเพิ่มการยึดติดจากนั้นนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นไม้อัด โดยการนำเอาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ความดัน 2,000-2,500 psi เวลา 15 นาที หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำแผ่นไม้อัดมาทดสอบสมบัติต่างๆ คือ ความหนาแน่น ปริมาณความชื้น การดูดซึมน้ำ การพองตัวเมื่อแช่น้ำ ความทนต่อแรงดึง และมอดุลัสแตกร้ามีค่าเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนเมทิลเมทาคริเลตที่ใช้ในการเตรียมยางธรรมชาติกราฟต์เมทิลเมทาคริเลต จากงานวิจัยนี้กาวติดไม้ที่ใช้กาวน้ำยางกราฟต์โคพอลิเมอร์ที่อัตราส่วน NR/MMA (60/40) และใช้ปริมาณคิวมาโรนอินดินเรซิน 50 phr จะให้สมบัติของกาวติดไม้ที่ดีที่สุด นอกจากนี้ทางผู้วิจัยได้ศึกษาเรื่องการลดน้ำหนักโมเลกุลของ NR-g-PMMA ลง ผลจากการลดขนาดน้ำหนักโมเลกุลที่ลดลงจะทำให้การติดประสานไม้มีความแข็งแรงขึ้น

พ.ศ. 2554 ภาวดี เมธะคานนท์ และวรรธม อุ่นจิตติชัย จากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ได้ศึกษาเรื่อง กาวลิกนิน-ไคโตซาน: กาวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมการผลิตเฟอร์นิเจอร์หรือไม้ประกอบ ผู้วิจัยได้ศึกษาการใช้ลิกนินและไคโตซานที่เป็นพอลิเมอร์จากธรรมชาติ ซึ่งลิกนินเป็นสารจำพวก

พอลิฟินอลซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของพืช และในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษลิกนินเป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต ส่วนไคโตซานเป็นพอลิเอมีนที่พบมากในเปลือกกุ้ง กระดองปู งานวิจัยนี้ใช้ลิกนินทดแทนฟินอลในพินอล-ฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน ส่วนไคโตซานก็มีหมู่ฟังก์ชันไฮดรอกซิลและอะมีโนที่สามารถดัดแปรทางเคมีได้อย่างหลากหลาย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาและพัฒนาการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

พ.ศ. 2555 ผศ.ดร. ภัทธารุช มนต์วิเศษและคณะ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ศึกษาการปรับปรุงสมบัติการต้านทานน้ำของแผ่นพาร์ทิเคิลที่ใช้กาวไร้สารฟอร์มัลดีไฮด์ด้วยน้ำยางพารา งานวิจัยนี้ได้ใช้พอลิไวนิลอัลกอฮอล์ น้ำมันทัง น้ำยางพารา ซิลิกา เป็นองค์ประกอบที่ใช้ในการเตรียมกาวไร้สารฟอร์มัลดีไฮด์ หลังจากนั้นทำการขึ้นรูปแผ่นพาร์ทิเคิล และทำการทดสอบแผ่นไม้พาร์ทิเคิลตามมาตรฐาน JIS A5908 และ มอก. 876 เปรียบเทียบผลการทดสอบกับแผ่นไม้พาร์ทิเคิลที่ใช้กาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์เกรดทางการค้า พบว่า กาวไร้สารฟอร์มัลดีไฮด์ที่เตรียมจากอัตราส่วนสารละลายพอลิไวนิลอัลกอฮอล์: น้ำยางธรรมชาติ: น้ำมันทัง ในอัตราส่วน 85:10:5 และ 85:5:10 พบว่า สมบัติของแผ่นไม้พาร์ทิเคิลที่ใช้กาวที่พัฒนาขึ้นมีค่าความแข็งแรงดึงเฉือน ค่าการบวมตัวที่ดีกว่ากาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์เกรดการค้า

นอกจากการใช้สารตั้งต้นในการผลิตกาวที่ไร้สารฟอร์มัลดีไฮด์แล้ว การศึกษาวิธีการลดปริมาณสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์อีกวิธีที่สามารถทำได้ คือ การเติมตัวดักจับชีวภาพ (bio-scavenger) เพื่อช่วยดูดซับหรือย่อยสลายฟอร์มัลดีไฮด์ เพราะสารเหล่านี้มีรูพรุนมาก จึงเหมาะที่จะเป็นตัวดูดซับหรือตัวดักจับฟอร์มัลดีไฮด์ ซึ่งเมื่อ พ.ศ. 2558 ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณและคณะ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ศึกษาการลดการปลดปล่อยฟอร์มัลดีไฮด์ในแผ่นขึ้นไม้อัดด้วยการเติมผงถ่านไม้ไฟ โดยทำการศึกษานาโนรูพรุนของถ่านไม้ไฟซึ่งรูพรุนของถ่านไม้ไฟที่ทำการศึกษามีขนาด 4-10 นาโนเมตร การเติมผงถ่านไม้ไฟเป็นการเติมก่อนทำการอัดร้อน ปริมาณผงถ่านไม้ไฟที่ทำการศึกษาร้อยละ 5 10 15 และ 20 เพื่อใช้เป็นสารดูดซับสารระเหยในระหว่างการอัดร้อน วิธีการเตรียมโดยการนำขึ้นไม้มาผสมกาวยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ พาราฟินแว็กซ์ สารเร่งแข็ง และผงถ่านไม้ไฟแล้วนำมาอัดร้อนที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส แรงอัด 250 MPa การเติมสารพวกถ่านที่มีพื้นที่ผิวมาก ทำให้มีการยึดเหนี่ยวกับสารระเหยฟอร์มัลดีไฮด์ สามารถที่จะลดปริมาณสารฟอร์มัลดีไฮด์ที่อยู่ในแผ่นขึ้นไม้อัดได้ งานวิจัยนี้พบว่า การเติมผงถ่านไม้ไฟในแผ่นขึ้นไม้อัดในปริมาณ 15% จะลดปริมาณสารฟอร์มัลดีไฮด์ลงได้ร้อยละ 10-60 ซึ่งขึ้นกับวิธีทดสอบ นอกจากนี้การเติมผงถ่านไม้ไฟส่งผลต่อสมบัติเชิงกายภาพของแผ่นขึ้นไม้อัดที่ดีขึ้น เช่น ค่าการต้านแรงดัด (strength) และความแข็งดึง (stiffness) จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 16 และ 0.5 ตามลำดับ

ดังนั้นการปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตกาวเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมไม้/เฟอร์นิเจอร์ไม้ที่สามารถช่วยลดปริมาณสารฟอร์มัลดีไฮด์ลง ถือเป็นการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ไม้ และยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นผลดีต่อผู้ใช้และผู้ผลิตสินค้าจากไม้ของไทยที่จะสามารถส่งออกไปยังกลุ่มประเทศคู่ค้าของไทย เช่น สหภาพยุโรป ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา มีมาตรฐานตรงตามข้อกำหนดและกฎระเบียบระหว่างประเทศของประเทศคู่ค้า

## แหล่งอ้างอิง

1. <http://forprod.forest.go.th/>
2. <https://www.suksawadplywood.co.th>
3. [http://woodworkinginthaiblogspot.com/2016/04/blog-post\\_44.html](http://woodworkinginthaiblogspot.com/2016/04/blog-post_44.html)
4. [https://www2.mtec.or.th/th/search\\_sys/search\\_proj/detail.asp?proj\\_id=MT-B-47-POL-07-279-l&lang=1](https://www2.mtec.or.th/th/search_sys/search_proj/detail.asp?proj_id=MT-B-47-POL-07-279-l&lang=1)
5. กรมโรงงานอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมรายสาขาเฟอร์นิเจอร์ไม้ “หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ)”, กรกฎาคม 2549.
6. โครงการเพิ่มขีดความสามารถอุตสาหกรรมไม้และเครื่องเรือน ภายใต้กฎระเบียบด้านสิ่งแวดล้อมโลก, สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2554.
7. สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ “โครงการยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ยางและไม้ยางพาราสู่สากล” สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, กันยายน 2556.