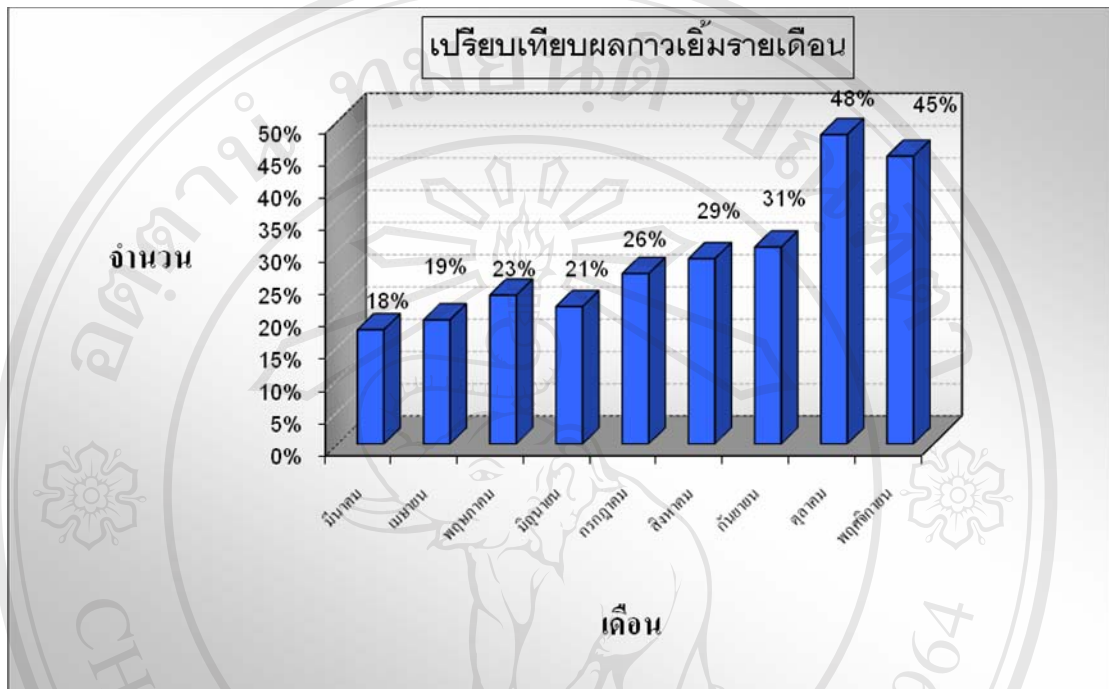




ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

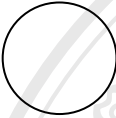
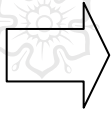
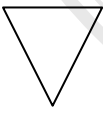
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก
งานเสียวเฒ่าเฒ่าจากการแจกแจงเป็นเดือน



ภาคผนวก ข

ตารางแสดงความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในกระบวนการ

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	คำจำกัดความโดยย่อ
	Operation การปฏิบัติการ	1. การเปลี่ยนคุณสมบัติทางเคมีหรือฟิสิกส์ของวัตถุ 2. การประกอบชิ้นส่วนหรือการถอดส่วนประกอบออก 3. การเตรียมวัตถุเพื่องานขั้นต่อไป 4. การวางแผน การคำนวณ การให้คำสั่งหรือรับคำสั่ง
	Inspection การตรวจสอบ	1. การตรวจสอบคุณลักษณะของวัตถุ 2. ตรวจสอบคุณภาพหรือปริมาณ
	Transportation การขนส่ง	1. การเคลื่อนวัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง 2. คนงานกำลังเดิน 3. มือกำลังเคลื่อน
	Delay การรอคอย	1. การเก็บวัสดุชั่วคราวระหว่างการปฏิบัติงาน 2. การคอยเพื่อให้งานขั้นต่อไปเริ่มต้น
	Storage การเก็บรักษา	1. การเก็บวัสดุไว้ในสถานที่ถาวรซึ่งต้องอาศัยคำสั่งในการเคลื่อนย้าย 2. การถือไว้ในมือใช้เฉพาะในการวิเคราะห์การทำงานของมือ

(ที่มา: รองศาสตราจารย์อิสรา ชีระวัฒน์สกุล การวิเคราะห์ขบวนการผลิต p8-4 รูปที่ 8.2 การศึกษา

ความเคลื่อนไหวและเวลา Motion and Time Study, ตุลาคม 2548)

ภาคผนวก ค
เศษไม้ที่นำมาทำการทดลอง



ภาคผนวก ง
ฉลากของกาว



ภาคผนวก จ

ภาพลูกกลิ้งสำหรับทาขาวเพื่อประสานไม้



ภาคผนวก ฉ

ชนิดของขาวประสานไม้ชนิดต่าง ๆ

ขาวเรซินชนิดแข็งตัวเมื่อร้อน (Thermo-Setting Resins)

เป็นขาวเรซินที่แข็งตัวโดยการทำปฏิกิริยาทางเคมีเกิดเป็น โมเลกุลที่มีโครงสร้างสามมิติ กลายสภาพเป็นของแข็งในเวลาเดียวกันกับเกิดการยึดติดกับไม้ ขาวชนิดนี้แบ่งออกได้ดังนี้

1.1 ขาวยูเรีย-ฟอร์มาลดีไฮด์ (UF, Urea Formaldehyde)

ขาวชนิดแรกที่ได้รับการพัฒนาอย่างกว้างขวาง ซึ่งมีการใช้กันมาร่วม 60 กว่าปีแล้ว เป็นขาวที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เริ่มจากใช้ฟอร์มาลดีไฮด์ผสมกับยูเรียให้ความร้อนในส่วนผสมที่เป็นด่างทำให้เกิดเมธิลยูเรีย แต่ยังไม่เป็นขาว แล้วทำปฏิกิริยาในส่วนผสมที่เป็นกรด จึงหยุดปฏิกิริยาโดยเติมด่างให้มีสภาพเป็นกลาง แล้วกำจัดน้ำออกจากส่วนผสมที่มากขึ้นจากการเกิดปฏิกิริยาควบน้ำ จนได้ส่วนผสมขาวที่เข้มข้นหรือจะระเหยน้ำต่อไปจนได้เป็นผงโดยนำขาวเข้มข้นไปผ่านรูเล็กๆ ในปล่องความร้อนที่ให้ความร้อนสูงถึง 200 องศาเซลเซียส ขาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ มีการจำหน่ายกันทั้งในสภาพของเหลว และเป็นผง

เป็นผงก็จะเป็นทั้ง ฤๅงเดี่ยวและชนิด 2 ฤๅง โดยฤๅงเดี่ยวก็จะมีกรรมสารเร่งแข็งแรงด้วย หากชนิด 2 ฤๅง ก็จะแยกเป็นฤๅงกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ 1 ฤๅง อีกฤๅงหนึ่งก็จะเป็นสารเร่งแข็งแรงที่อาจจะผสมสารเพิ่มอื่นได้ด้วย เช่น แป้งสาลี แป้งอื่นๆ หรือ ผงดินขาว (kaolin) หรือ แคลเซียมซัลเฟต การเตรียมกาวโดยนำกาวผงหลักหรือกาวน้ำ มาผสมกับน้ำ แล้วผสมกับสารช่วยให้กาวแข็งตัว (hardener) เมื่อเข้ากันได้ดีแล้ว จึงนำไปทาบนผิวไม้ที่จะทำการยึดติด สารช่วยให้กาวแข็งตัวจะมีสภาพเป็นกรด ซึ่งจะปฏิกิริยาเริ่มให้ปฏิกิริยาทางเคมีเชื่อมตัวทางขวาง ที่หยุดปฏิกิริยาไว้ขณะทำการสังเคราะห์กาวเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์ขึ้น โดยมีการให้ความร้อนกับแนวกาวเป็นตัวเร่งให้แข็งตัวยิ่งขึ้น สารช่วยให้กาวแข็งตัวที่ใช้กับกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ควรเป็นชนิดกรดอ่อนมากๆ เนื่องจากหากใช้กรดแก่จะทำให้ผิวไม้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเป็นผลให้แนวกาวเสียหาย การลดการปลดปล่อยสารฟอร์มาลดีไฮด์จากผลิตภัณฑ์ไม้ที่ใช้กาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ ควรลดสัดส่วนโมล F:U ในการสังเคราะห์กาวเรซินจาก 1.8:1 หรือ 2.0:1 ให้ต่ำกว่า 1.6:1 หรือในบางกรณีต่ำถึง 1.2:1 การใช้สัดส่วนโมล F:U ต่ำๆ นอกจากจะทำให้ต้องเพิ่มระยะเวลาในการสังเคราะห์เรซินแล้ว กาวที่ได้จะต้องใช้ระยะเวลาในการทำให้แข็งตัวนานขึ้นด้วย และยังทำให้ความแข็งแรงของการยึดติดมีแนวโน้มต่ำลง ความต้านทานความชื้นลดลง ระยะเวลาการเก็บรักษา (ความเสถียร) ลดลง การลดสารฟอร์มาลดีไฮด์ของกาวยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ในการปฏิบัติงานนั้นสามารถทำได้โดยเติมสารเพิ่มอื่น เช่น ยูเรีย เมลามีน แทนิน โซเดียมไดซัลไฟด์ และกรดอินทรีย์อย่างอ่อนๆ แต่ก็จะทำให้การคงทนต่อน้ำและอุณหภูมิที่สูงขึ้นต่ำลง ซึ่งก็จะไม่แนะนำให้ใช้ในการต่อไม้ที่ต้องใช้ในที่ๆ มีความชื้นและความร้อน

กาวเรซินยูเรียฟอร์มาลดีไฮด์ พบมีการใช้โดยทั่วไปในการผลิตแผ่นไม้อัด แผ่นปาร์ติเกิลแผ่น MDF แผ่นไม้ไมระแนง และนิยมใช้กันมากในการปิดผิวไม้บางบนงานเครื่องเรือน แต่ก็ต้องระมัดระวังว่าเป็นกาวที่เหมาะสมต่อการใช้งานเพียงพอนทนทานต่อความชื้นแต่ไม่ต้านทานน้ำ

1.2 กาวเมลามีน-ฟอร์มาลดีไฮด์ (MF, Melamine Formaldehyde)

เป็นกาวที่คล้ายคลึงกับกาว UF มีการนำมาใช้หลังกาว UF ประมาณ 20 กว่าปี กาว UF และ MF จะเกิดจากการทำปฏิกิริยาของส่วนอะมิโน (amino) กับสารฟอร์มาลดีไฮด์ภายในสถานะที่ให้ความร้อนกับสารละลายผสมที่เหมือนกัน แต่ฟอร์มาลดีไฮด์จะทำปฏิกิริยารวดเร็วกว่า MF มากกว่า UF ด้วยเหตุนี้การทำกาว MF จึงมีการปลดปล่อยสารระเหยฟอร์มาลดีไฮด์ที่น้อยกว่ากาว UF กาว UF และ MF ใช้สารช่วยให้แข็งตัวที่เหมือนกัน แม้แต่สารเติมและสารเพิ่มก็จะใช้สารเหมือนกัน ลักษณะของกาว จะเป็นกาว

ขาวใส เหมือนกัน ซึ่งก็จะทำให้แนวการที่ใส กาว MF จำเป็นต้องใช้อุณหภูมิที่ทำให้แข็งตัวที่สูงกว่า UF แต่มีความต้านทานน้ำและอุณหภูมิที่สูงได้ดีกว่า ข้อเสียคือราคา MF สูง ซึ่งสูงกว่าราคา UF ถึง 4-5 เท่า จึงมีการนำมาผสมกับกาว UF เพื่อลดต้นทุนราคาลง เรียกว่า MUF glues ซึ่งคุณสมบัติของกาว MUF ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของการผสมระหว่าง MF และ UF ยกตัวอย่างเช่น สัดส่วนการผสมของกาว MF ต่อ UF = 40:60 ก็จะช่วยปรับปรุงความต้านทานต่อสภาวะแรงในการบ่มรุนแรงได้อย่างเห็นได้ชัด กาวเมลามีนมักนิยมใช้ในการผลิตแผ่น PB ที่มีคุณสมบัติพิเศษ โดยเฉพาะการต้านทานต่อความชื้นและสภาพฝนฟ้าอากาศร้อนของแผ่น MDF กาวเมลามีน ยังมีการใช้ในการต่อไม้ที่ต้องการใช้ชิ้นงานในสภาพที่เปียกชื้นด้วย

1.3 กาวฟีนอล-ฟอร์มาลดีไฮด์ (PF, Phenol Formaldehyde)

กาวเรซิน PF มีการผลิตใช้ก่อน UF และ MF เรซิน แต่กลับนำเข้ามาใช้ในงานไม้ในราว ปี ค.ศ.1930 มีการใช้กันมากในการผลิตแผ่นไม้อัดชนิดใช้งานในทะเล (Marine Plywood) และ FB และ OSB สำหรับใช้งานในการก่อสร้าง กาว PF มี 2 ชนิด คือ รีโซล (Resoles) และโนโวแลก (Novolacs) ชนิด Resoles เป็นชนิดที่ใช้ในการผลิตแผ่นบอร์ดเช่น ไม้อัด PB MDF Resoles เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างฟอร์มาลดีไฮด์กับ ฟีนอล ในสารละลายต่าง Resoles ต้องใช้อุณหภูมิในการแข็งตัวที่สูงและได้แนวการที่มีความต้านทานน้ำและความร้อนและเชื้อรา สำหรับกาว PF ชนิด Novolacs สังเคราะห์ขึ้นในสภาวะที่เป็นกรดและมีสัดส่วนของ F ที่ต่ำ หากจะต้องทำให้เป็นกาวอัดร้อนจะใช้ Hexamethylene Tetramine ผสม ส่วนใหญ่ใช้ในงานประดิษฐ์กรรมไม้เพื่อผลิตชิ้นงานที่พิเศษ ใช้ผลิต Wafer board ชนิดพิเศษโดยใช้ Novolacs และใช้ในการผลิต densified wood

Densified wood ผลิตโดยการนำไม้บางคล้ายกับการทำไม้อัด แต่แทนที่จะตากอบนไม้บางระหว่างชั้น ไม้บางก็ใช้ไม้บางแช่ impregnate อัดกาวในสารละลายกาว แล้วปล่อยให้ไหลกาวออก แล้วนำมาเรียงประกบกันตามความหนาที่ต้องการ แล้วอัดด้วยแรงดันสูงมาก เพื่อลดความหนาและได้ไม้เพิ่มความแน่นที่มีสมบัติทนทานต่อการสึกหลอได้ดีมาก

1.4 กาวฟีนอล-เรซอร์ซินอล ฟอร์มาลดีไฮด์ (P-RF, Phenol-Resorcinol Formaldehyde)

P-RF resins ผลิตโดยการเติม resorcinol ผสมในกาว resole ที่ระยะสุดท้ายของการสังเคราะห์ เป็นกาวสีน้ำตาลเข้มใช้ในการผลิตคานไม้ประสาน (laminated beams) โดยมีข้อดี 2 ลักษณะ คือ มีความต้านทานน้ำ และมีความไวในการทำปฏิกิริยาซึ่งหมายความว่าสามารถใช้เป็นกาวที่อุณหภูมิต่ำมากๆ ซึ่งบางครั้งต่ำถึง 5 องศาเซลเซียส ใช้ paraformaldehyde เป็นสารเร่งปฏิกิริยา (catalyst) และรอยต่อไม้จะแข็งตัวที่อุณหภูมิได้

ถึง 70 องศาเซลเซียส และมีมักนิยมนำใช้ผงไม้ผสมในกาวเพื่อ ปรับปรุงคุณสมบัติการอุดช่องว่างไม้ในการติดไม้แปรรูป

1.5 กาวแทนนิน (Tannin Resins)

สารแทนนินเป็นสารฟีนอลประเภทหนึ่งตามธรรมชาติเกิดอยู่ในเนื้อไม้และเปลือกไม้ในปริมาณมาก โดยเฉพาะในเปลือกไม้โอ๊ก และวอตเติล แทนนินทำปฏิกิริยากับ PF resin หลังจากกำจัดสารอื่นแล้ว เช่น น้ำตาล และ gums จากการสกัด การใช้งานกาวแทนนินยังไม่แพร่หลายนัก แต่มีการนำไปใช้ในบางประเทศเพื่อผลิต PB และ MDF ซึ่งจะทำให้มีความต้านทานความชื้นได้ดี

1.6 กาวไอโซไซยาเนต (Isocyanate Resins)

แม้ว่าจะถูกใช้เป็น casting resins และตัวกลางของสี (paint media) ตั้งแต่ราวปี ค.ศ. 1950 แต่ทางด้านงานไม้กลับมีการใช้กันน้อยหรือไม่ได้รับความสนใจในการนำมาใช้เลย จนถึงปี ค.ศ.1975 ปัจจุบันถูกใช้ในการผลิต PB,MDF และ OSB เมื่อต้องการชิ้นงานที่มีความทนทานสูง โดยมันจะเกิดการยึดเหนี่ยวทางเคมีกับ ลิกนิน และเซลลูโลสในไม้ มีราคาสูงแต่เมื่อเทียบปริมาณการใช้ในการผลิต PB แล้วใช้ในปริมาณที่ต่ำและถูกพิสูจน์ว่าคุ้มค่า เช่น เนื่องจากการยึดเหนี่ยวแบบธรรมชาตินี้จะช่วยลดการใช้ไม้วัตถุดิบได้ถึง 15% โดยจะให้ความแข็งแรงทางกลที่ระดับเดียวกัน

1.7 กาวเรซินอีพ็อกซี (Epoxy Resins)

อีพ็อกซี เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่าง bisphenol-A กับ epichlorhydrin ได้เป็น resin ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่างๆกัน จึงมีคุณสมบัติต่างกันไป สารหลายชนิดสามารถนำมาใช้เป็นสารเร่งแข็ง (สารทำให้แข็งตัว) แต่ที่ใช้กันมากแพร่หลายในขณะนี้คือ polyamides อีพ็อกซีเรซิน จะแข็งตัวที่อุณหภูมิห้องโดยใช้แรงดันอัดข้อต่อไม้เล็กน้อย มันมีคุณสมบัติในการอุดช่องว่างได้ดี โดยหากใช้ในงานไม้จะใช้ Epoxy ที่เป็นของเหลวมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ และไม่ใส่ตัวทำละลายอื่นซึ่งจะแข็งตัวโดยปฏิกิริยาแบบรวมตัว (addition reaction) ซึ่งไม่มีการสูญเสียผลผลิตจากปฏิกิริยาจึงมีการสูญเสียปริมาณเพียงเล็กน้อย ขณะที่มันแข็งตัว

ภาคผนวก ข
คู่มือขณะเปิดซึ่งกำลังลำเลียงชิ้นงานทดสอบ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข
แผ่นตรวจสอบเพื่อบันทึกของเสีย

แผ่นตรวจสอบเพื่อบันทึกของเสีย (Check Sheet)

กระบวนการผลิตเชิงไม้อย่างพารานิคเหลี่ยม	วันที่
ขั้นตอนการผลิต : เริ่มกระบวนการจนถึงสิ้นสุด	แผนก
ชื่อผู้ตรวจสอบ	
ลือตที่	

ชนิดความบกพร่อง		จำนวนความบกพร่อง ของชิ้นงาน	ผลรวมของความบกพร่อง
คุณภาพไม้ ก่อนเริ่ม กระบวนการ ผลิต	ไม้บวม		
	ไม้ไม่ได้ตามขนาด		
ตรวจสอบ ความเรียบ	ความเรียบบริเวณขอบ		
	ความเรียบที่ผิวของไม้		
กาวเฝ้ม	คราบกาว		
ขนาดไม้	8 x 8 นิ้ว		
	10 x 8 นิ้ว		
	14 x 8 นิ้ว		
ตรวจสอบ ขั้นสุดท้าย ก่อนทาแล็ค เกอร์	ความเรียบบริเวณขอบ		
	ความเรียบที่ผิวของไม้		
	ขนาดไม้ 8 x 8 นิ้ว		
	ขนาดไม้ 10 x 8 นิ้ว		
	ขนาดไม้ 14 x 8 นิ้ว		
รวมจำนวนความบกพร่อง			

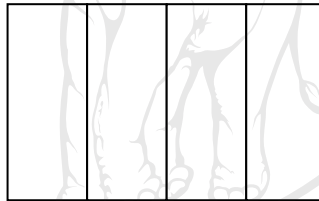
ภาคผนวก ฅ

ขั้นตอนการทำงานมาตรฐาน

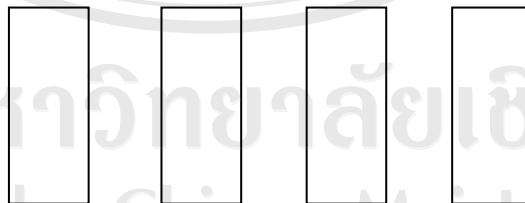
1. Responsible : แผนกทากาว
2. Target: เพื่อให้มีมาตรฐานการทำงานของแผนกทากาว
3. Scope: ตั้งแต่เริ่มกระบวนการเตรียมกาวและไม้จนถึงเสร็จสิ้นกระบวนการทากาว
4. Equipment :
 - กาวโพลีไวนิลอะซิเตท
 - ไม้
 - ลูกกลิ้งทากาว
 - ถังสแตนเลสที่บอกขีดปริมาตร

5. กระบวนการทำงาน

1. นำชิ้นไม้วางเรียงในแนวระนาบ 4 ชิ้นไม้ต่อ 1 ชิ้นงานเชิงขนาด 14 x 8 นิ้ว



2. เตรียมกาวโพลีไวนิลอะซิเตท ปริมาตร 100 มิลลิลิตรในถังสแตนเลส
3. นำลูกกลิ้งจุ่มกาวในข้อ 2 แล้วทาบนขอบไม้ (โดยทาในแนวระนาบ)

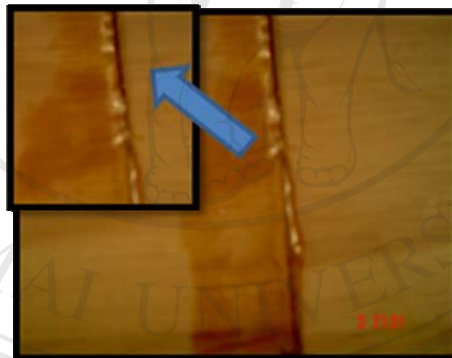


4. ทาไปในทิศทางเดียวกันจนครบ 100 มิลลิลิตร
5. นำชิ้นไม้ที่ถูทากาว 1 ชิ้นประกบกับชิ้นไม้ที่ไม่ได้ถูทากาว 1 ชิ้น อย่างทันทีทันใด
6. หลังจากนั้น ทำซ้ำข้อ 2-5 ในชิ้นไม้คู่ถัดไป
7. รอประมาณ 8 นาทีเพื่อให้กาวเชื่อมประสานไม้
8. ทำการหยิบชิ้นงานเชิงเข้าตู้อบสุญญากาศ เป็นเวลา 10 นาทีต่อ 1 รอบการอบ

9. เชียงถูกนำออกจากตู้อบและรอนกระทั่งเย็น 20 นาที จึงนำไปตรวจสอบคราบขาว ดังรูป



ตัวอย่างงานดี ไม่มีคราบขาวหลงเหลือ



ตัวอย่างงานเสีย มีคราบขาวหลงเหลือ ทำให้ผิวเนื้อของไม้ไม่เรียบเนียน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวธิติมา พงษ์สังกา
วัน เดือน ปี เกิด	19 กันยายน 2519
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนลำปางกัลยาณี จังหวัดลำปาง ปีการศึกษา 2536 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2540
ประสบการณ์ทำงาน	2541 – ปัจจุบัน วิศวกร ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้จัดการ บริษัท โสยากลาสติกส์(ประเทศไทย) จำกัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved