การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแท่งไม้เทียมจากเศษพลาสติก

A feasibility study of artificial wood processing from Plastics waste

ศิริวัฒน์ ประจงแต่ง [1] อนุกูล แสงสนิท [1] วีรศักดิ์ หมู่เจริญ [1] บัญชา ชีพพานิช [2] และ ชวลิต แสงสวัสดิ์ [1]

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไม้เทียมจากเศษพลาสติก โดยเศษพลาสติกที่กล่าวถึงนี้ เป็นพลาสติกประเภทเหลือใช้และทิ้งกันตามที่เก็บขยะทั่วไป คือ โพลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (แอลดีพีอี) โพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (เอสดีพีดี) โพลิโพรพิลีน (พีพี) และโพลิสไตรีน (พีเอส) โดยขั้นตอนการทำงานจะเริ่มจากการรวบรวมเศษพลาสติกที่มีการคัดแยกประเภทแล้ว นำมาทำความสะอาดและทำให้แห้ง จากนั้นนำไปบดผสมกันตามสูตรต่างๆ ที่คิดขึ้นจากองค์ความรู้ที่ศึกษา ดัดเม็ดคอมเปานด์ด้วยเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ ขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่องอัดขึ้นรูป และทดสอบสมบัติทางกลปรากฏว่าไม้เทียมสามารถผลิตได้จากการผสมเศษพลาสติกหลายชนิดที่คลุกเคล้ารวมกัน มีสมบัติทางกลที่ดีใกล้เคียงกับบริษัทผู้ผลิตไม้เทียมที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปในต่างประเทศ

คำสำคัญ : ไม้เทียม, การรีไซเคิล, เศษพลาสติก, การผสม, การอัดขึ้นรูป

Abstract

This project was a feasibility study of artificial wood processing from plastics waste. By the commercial plastics waste, there were low-density polyethylene ,high-density polyethylene, polypropylene and polystyrene. The project have started from the plastic waste collecting at have the separation, bring to clean and dry. Thereafter to grind and mixes to a formula by twin-screw extruder and the artificial woods produced by compression molding. The result, artificial woods from plastics waste have a good mechanical property and similar to with a producer company.

Keywords : artificial wood, recycle, plastics waste, compound, compression molding.

1. บทนำ

โครงงานนี้เกิดขึ้นจากความร่วมมือระหว่างคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีกับบริษัท พาณิชย์ แพคเก็จ จำกัด ผ่านนักศึกษาฝึกงานโครงการสหกิจศึกษา ที่พบปัญหาวัสดุประเภทพลาสติกที่เหลือใช้จากการแปรสภาพเป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทฯ จำนวนมาก เมื่อหมดประโยชน์หรือไม่มีความต้องการแล้วก็จะทิ้ง ทำให้ปริมาณขยะพลาสติกเพิ่มมากยิ่งขึ้น สร้างปัญหาให้กับสิ่งแวดล้อม ดังนั้นทีมผู้วิจัยจึงมีแนวคิดแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยองค์ความรู้อย่างหนึ่งที่สามารถลดปริมาณขยะพลาสติกลงได้ คือการรีไซเคิลวัสดุ หรือนำกลับมาใช้ใหม่ โดยการผ่านความร้อนซ้ำจากกระบวนการ แล้วผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับและแพร่หลายในเรื่องของการแก้ไขปัญหาของขยะพลาสติกกับสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี จากเหตุผลที่กล่าวมาทำให้เกิดโครงงาน "การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแท่งไม้เทียมจากเศษพลาสติก" ร่วมกับบริษัทพาณิชย์แพคเก็จ จำกัด ซึ่งจำหน่ายกล่องบรรจุภัณฑ์และ

[1] ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
โทร/โทรสาร : 0-2549-3479 E-mail : mweera@rmutt.ac.th
[2] บริษัท พาณิชย์ แพคเก็จ จำกัด โทร : 0-2548-3277 โทรสาร : 0-2548-3287

พาเล็จอยู่แล้ว ที่ต้องการผลิตแท่งไม้เทียมขึ้นเลียนแบบไม้จริง เพื่อทดแทนในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ต่อไป

ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ใช้ศึกษาเป็นพาเล็จรับรองสินค้า โดยเริ่มจากการเลือกทำสูตรคอมเปานด์ที่ใช้งานได้จริง เพื่อผลิตเป็นแท่งไม้เทียมที่มีสมบัติทนต่อแรงกระแทก ทนต่อแรงดึง มีความแข็ง ความหนาแน่นต่ำ โดยจะทดสอบเปรียบเทียบกับบริษัท Plastic Lumber Lady (PLL) จำกัด ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายแท่งไม้พลาสติกที่ใช้ขยะพลาสติกประเภท เอชดีพีอี แอลดีพีอี และพีพี เป็นวัตถุดิบหลักต่อไป

2. ทฤษฎี

2.1 การผสมวัตถุดิบพลาสติก

ตามปกติในงานอุตสาหกรรมพลาสติก มีผลิตภัณฑ์ส่วนน้อยเท่านั้นที่ผลิตจากโพลิเมอร์บริสุทธิ์ นอกนั้นจะเป็นผลิตภัณฑ์จากการผสมทางกายภาพกับสารเติมแต่งประเภทต่างๆ ผลผลิตจากการผสมจะเรียกว่า คอมเปานด์ กระบวนการผสมจะเป็นทั้งงานวิศวกรรมศาสตร์และศิลปะรวมเข้าด้วยกัน ต้องอาศัยประสบการณ์ และการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง สำหรับการนำเศษพลาสติกชิ้นเล็กๆ มาทำการหลอมใหม่ เพื่อความประหยัดในทางการค้านั้นจำเป็นต้องมีการควบคุมดูแลอย่างมาก มิฉะนั้น โพลิเมอร์หลอมเหล่านี้อาจจะเกิดการเสื่อมสภาพได้ รูปทรงและขนาดของเม็ดพลาสติกที่ได้จากการนำเศษพลาสติกชิ้นเล็กชิ้นน้อยมาทำการหลอมใหม่ มีผลกระทบต่อพฤติกรรมการไหลเมื่อนำมาผ่านกระบวนการแปรรูปในเครื่องอัดรีด เว้นแต่ว่ารูปทรงนั้นจะเป็นแบบทรงกลมเล็กๆ แต่ก็มีผลกระทบไม่มากนัก เม็ดพลาสติกที่มีขนาดใหญ่จะต้องใช้ปริมาณความร้อนมากเป็นพิเศษ ในการทำให้เป็นพลาสติกหลอม แต่ถ้าเม็ดมีขนาดเล็กก็จะใช้ความร้อนน้อยลง ดังนั้นกระบวนการจำเป็นต้องมีความรวดเร็วให้ระบบเข้าสู่สภาวะที่สมดุล ทั้งนี้ก็โดยอาศัยเครื่องบดพลาสติกให้ได้เม็ดที่มีขนาดเล็กและใกล้เคียงกัน เพื่อทำให้พฤติกรรมการไหลของพลาสติกมีลักษณะคล้ายกัน และปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงอีกอย่างคือ ผลกระทบจากการหลอมของเม็ดสีที่มีต่อพฤติกรรมการไหลและสมบัติของผลิตภัณฑ์ บ่อยครั้งเมื่อนำเอาชิ้นงานพลาสติกไปใช้ในงานภาคสนามแล้วไม่ได้ผลดี เนื่องด้วยให้สีของผลิตภัณฑ์ไม่ถูกต้อง โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีสีดำจะเกิดการบิดเบี้ยว ซึ่งต่างกับสีขาวสามารถสะท้อนความร้อนออกไปได้ การบิดเบี้ยวนั้นเกิดจากการผ่อนคลายความเค้นออกมาโดยการหดตัวกลับ ดังนั้นผู้ที่ทำหน้าที่ควบคุมการผลิตต้องเข้าใจในจุดนี้ด้วย [1]

2.2 แท่งไม้พลาสติกจากเศษโพลิเมอร์รีไซเคิล

แท่งไม้พลาสติกซึ่งผลิตจากโพลิเมอร์รีไซเคิล สามารถจำแนกออกได้เป็นสามชนิด ดังต่อไปนี้

1) แท่งพลาสติกผลิตจากเศษพลาสติกรีไซเคิล

2) แท่งพลาสติกผลิตจากสายการวนใช้เศษพลาสติกชนิดเดียวเท่านั้น (single stream) ตัวอย่างเช่น เอชดีพีอี เป็นต้น

3) แท่งพลาสติกผลิตจากการวนใช้เศษพลาสติกและสารเพิ่มเนื้อ ตัวอย่างเช่น สารเสริมแรงผสมกับสารปรับปรุงบางอย่าง เช่น ผงขี้เลื่อย เส้นใยแก้ว ผสมกับสารประสาน เป็นต้น

อาจกล่าวได้ว่าแท่งไม้พลาสติกเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการประนีประนอมของความต้องการที่ขัดกันอยู่หลายๆ ประการ นั่นคือ การแยกพลาสติกหลังการบริโภคออกมาเป็นสายการวนใช้เศษพลาสติกชนิดเดียวเพื่อให้บริสุทธิ์เป็นเนื้อเดียวกัน จะมีราคาแพง แต่ก็จะให้แท่งไม้พลาสติกที่มีคุณภาพสูง ในทางกลับกันแท่งไม้พลาสติกที่ผลิตจากเศษพลาสติกคลุกเคล้ากันจะมีราคาไม่แพง แต่ผลลัพธ์ของผลิตภัณฑ์จะด้อยกว่าทั้งสมรรถนะและความสวยงาม อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์จากขยะพลาสติกหลังการบริโภคชนิดนี้ ก็ได้รับการยอมรับว่าเป็นการประยุกต์ใช้งานที่ยอดเยี่ยม เนื่องจากตามปกติผลิตภัณฑ์จะมีพื้นที่หน้าตัดกว้าง และยอมให้มีสิ่งปนเปื้อนผสมอยู่ด้วยมาก ผลิตภัณฑ์นี้อนุโลมให้ใช้เศษ

พลาสติกโดยไม่จำเป็นต้องคัดแยกมากนัก ถึงแม้ว่าพลาสติกชนิดทั่วไปเมื่อผสมกันจะเข้ากันไม่ค่อยได้ แต่เมื่อผลิตเป็นโปรไฟล์ขนาดใหญ่แล้วจะมีความแข็งแรงอย่างเห็นได้ชัดเจน [2]

2.3 การอัดรีด

การอัดรีดเป็นกระบวนการต่อเนื่อง ซึ่งมีหลักการดังนี้ เติมเม็ดพลาสติกที่กรวยเติม ที่ประกอบอยู่ด้านบนกระบอก โดยมีเกลียวหนอนอยู่ในกระบอกทำการหมุนอัดหลอมเนื้อพลาสติก ผสมคลุกเคล้า และดันพลาสติกเหลวออกไปผ่านหัวไดทางด้านหน้า เครื่องอัดรีดพลาสติกมี 3 ชนิดคือ เครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ และเครื่องอัดรีดหลายสกรู โดยทั่วไปในการเตรียมคอมเปานด์ มักใช้เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่เป็นหลัก แต่ยังคงมีการใช้เครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยวบ้างในบางกรณี เช่น กรณีที่ไม่ต้องการความพิถีพิถันในการคอมเปานด์มากนัก [3]

3. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

3.1 วัสดุพลาสติกรีไซเคิล

สำหรับโครงงานนี้ใช้หลักการในหัวข้อที่ 2.2 ย่อย 1) เพราะสะดวกในการจัดหา จัดเก็บ และการใช้งาน วัตถุดิบที่ใช้ในโครงงานนี้ มี 4 ชนิด คือ แอลดีพีอี จากกระบวนการเป่าถุง เอชดีพีอี จากกระบวนการเป่าขวด พีเอส จากกระบวนการขึ้นรูปความร้อน และดูดสุญญากาศ และ พีพี จากกระบวนการรีดแผ่นฟิล์มบาง มาผสมเป็นสูตรคอมเปานด์ตามสัดส่วน (Scott,1994)[2] ดังตารางที่ 1

3.2 กระบวนการผลิต

3.2.1 เครื่องจักร

1) เครื่องอัดรีดสกรูเดี่ยว บริษัท AXON ab Plastmaskiner รุ่น bx-18 ประเทศสวีเดน สำหรับหลอมเศษพลาสติกหลากชนิดที่ใช้ศึกษาให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

2) เครื่องอัดรีดสกรูคู่ รุ่น DSE 20/40 บริษัท Brabender จำกัด ประเทศเยอรมนี สำหรับทำคอมเปานด์เพื่อให้เม็ดหลอม สารเติมแต่งที่เกี่ยวข้องหลอมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

3) เครื่องอัดขึ้นรูปของบริษัท Lab tech Engineering จำกัด ประเทศไทย สำหรับผลิตเป็นแท่งไม้พลาสติกตัวอย่างในโครงงานนี้

4) เครื่องบดย่อยขนาดพลาสติกของบริษัท Bosco Model 1820 ประเทศไทย

5) เครื่องเหวี่ยงผสมของบริษัท Bosco รุ่น MIXER 50 No. 103 ประเทศไทย

3.2.2 การผลิตไม้เทียม

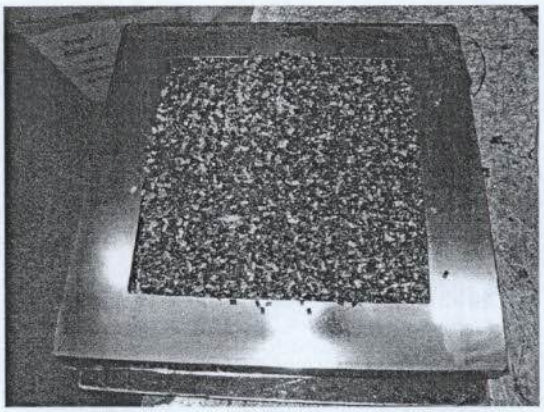
ตารางที่ 1 ปริมาณเศษพลาสติกแต่ละชนิด สำหรับสูตรคอมเปานด์

สูตรที่	ส่วนประกอบ (%)				รวม (%)
	HDPE	LDPE	PS	PP	
1	66.67	-	-	33.33	100
2	-	66.67	-	33.33	100
3	-	-	66.67	33.33	100
4	25	25	25	25	100
5	25	12.5	50	12.5	100
6	50	12.5	25	12.5	100

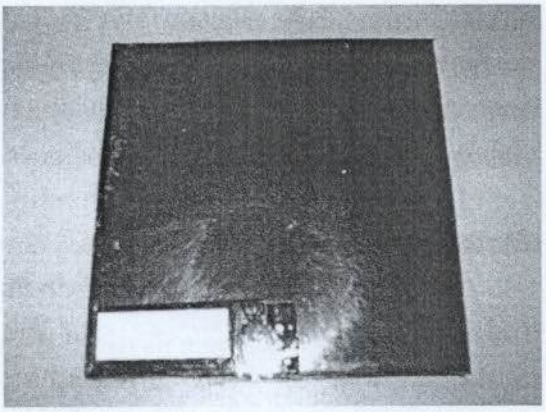
เศษพลาสติกแต่ละชนิดที่ทำความสะอาดและคัดแยกชนิดแล้ว นำมาบดย่อยขนาดจะถูกหลอมเข้าเป็นเนื้อเดียวกันแล้วถูกอัดรีดเป็นเส้นทรงกระบอกยาว หล่อด้วยน้ำจนเย็น ตัดเม็ดเป็นรูปทรงกระบอก ขนาด 3-4 มิลลิเมตร (หัวไม้ขีดไฟ) ด้วยเครื่องอัดรีดสกรูเดี่ยวของ AXON ab Plastmaskiner รุ่น bx-18 ประเทศสวีเดน อุณหภูมิหลอมอยู่ในช่วงระหว่าง 160°C-190°C ความเร็วรอบสกรู 20 – 25 รอบต่อนาที ความเร็วในการตัดเม็ด 12 – 14 รอบต่อนาที

1) การคอมเปานด์

เม็ดพลาสติกที่ตัดเตรียมไว้มาผสมกันตามสัดส่วน ตามตารางที่ 1 ด้วยเครื่องเหวี่ยงผสม นำมาหลอมตัดเม็ดด้วยความร้อนอีกครั้งจากเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ รุ่น DSE 20/40 ของบริษัท Brabender จำกัด ประเทศ



รูปที่ 1 เทเม็ดหลอมลงแม่พิมพ์



รูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์ไม้เทียม

เยอรมนี ใช้อุณหภูมิช่วงระหว่าง 170 °C-210 °C ความเร็วรอบของสกรู ตัวป้อนเม็ด และชุดดึงเท่ากับ 80, 30, 18 รอบต่อนาที ตามลำดับ

2) การอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นไม้เทียม

นำสูตรแต่ละสูตรใส่ลงแม่พิมพ์ขนาด 20 x 20 x 2 เซนติเมตร (น้ำหนักเม็ดหลอมจะถูกคำนวณให้พอดีกับการเต็มแบบของแท่งไม้เทียมเพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศ เนื้อไม่เต็ม หรือโพรงอากาศภายในไม้เทียม) วางบนเครื่องอัดขึ้นรูปของบริษัท Lab Tech Engineering จำกัด จากประเทศไทย โดยอุ่นแม่พิมพ์ให้ร้อน 3 นาที อัดด้วยความดัน 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 220 °C เป็นเวลา 4 นาที ระบายความร้อนชิ้นงานที่แม่พิมพ์ 3 นาที นำออกจากแม่พิมพ์ และระบายความร้อนซ้ำอย่างช้าๆ โดยผึ่งลมตามธรรมชาติ

3.3 การทดสอบทางกายภาพและทางกล

3.3.1 การทดสอบความหนาแน่น (ทางกายภาพ)

ใช้มาตรฐาน ASTM D 792 สภาวะการทดสอบในห้องปฏิบัติการ 23 $\pm$ 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 50 $\pm$ 5 % คัดเลือกเม็ดพลาสติกตัวอย่างให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 – 2 mm ยาว 3 – 4 mm จำนวนสูตรละ 10 ตัวอย่าง ทำเครื่องหมายไว้ นำไปชั่งโดยเครื่องชั่งแบบละเอียด 2 ตำแหน่ง บันทึกผล นำตัวอย่างเดิมแต่ละสูตรมาชั่งในสารละลายเอทานอล ที่ทราบความหนาแน่นเท่ากับ 0.768 g/cm^3 บันทึกผล นำข้อมูลทั้งสองกลุ่มมาคำนวณหาความหนาแน่นของเม็ดพลาสติกตัวอย่างแต่ละสูตรด้วยสมการที่ (1)

$$\rho_{mix} = \left(\frac{a}{b}\right) \rho_{CH_2OH} \qquad (1)$$

โดย

ρ_{mix} คือ ความหนาแน่นเม็ดพลาสติกตัวอย่างในแต่ละสูตร หน่วยคือกรัมลูกบาศก์เซนติเมตร

ρ_{CH_2OH} คือ ความหนาแน่นของสารละลายเอทานอล หน่วยคือกรัมลูกบาศก์เซนติเมตร

a คือ น้ำหนักเม็ดพลาสติกที่ชั่งในอากาศ

b คือ น้ำหนักเม็ดพลาสติกที่ชั่งในสารละลายเอทานอลที่ทราบความหนาแน่น

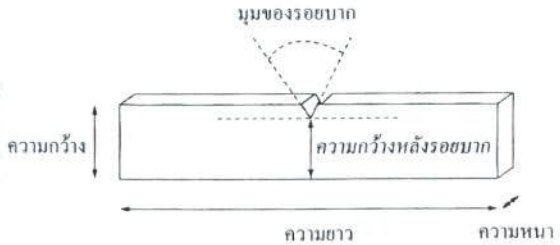
ทั้ง a , b หน่วยคือ กรัม บันทึกผล

3.3.2 การทดสอบการทนต่อแรงดึง (ทางกล)

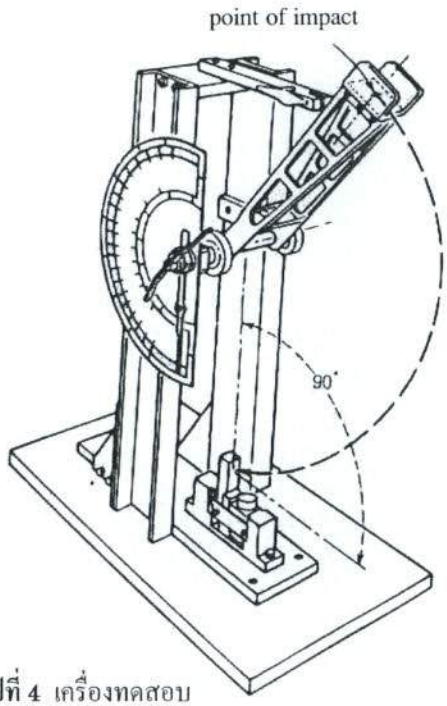
ใช้มาตรฐาน ASTM D 638 เตรียมชิ้นงานแบบดรัมเบล หนา 3 mm จำนวนสูตรละ 5 ชิ้น ทดสอบแรงดึงด้วยเครื่อง Hounsfield model 50 KS ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่สภาวะแรงดึง 1,000 นิวตัน ความเร็ว 500 มม./นาที บันทึกข้อมูลทั้งหมดของตัวอย่างแต่ละสูตร

3.3.3 การทดสอบการทนต่อแรงกระแทก (ทางกล)

ใช้มาตรฐาน ASTM D 256 (Izod) เตรียมชิ้นงานสูตรละ 5 ชิ้น (ตามรูปที่ 3) เพื่อใช้ทดสอบกับเครื่อง



รูปที่ 3 ชิ้นงานทดสอบการกระแทก



รูปที่ 4 เครื่องทดสอบ

ทดสอบรุ่น 6545 ประเทศอิตาลี (ตามรูปที่ 4) บันทึกความหนาชิ้นงาน บันทึกค่าพลังงานจากมาตรวัดของเครื่อง และนำค่าดังกล่าวมาคำนวณตามสมการที่ (2)

$$\text{ค่าทนแรงกระแทก (J/m)} = \frac{\text{ค่าพลังงานที่กระแทก(J)}}{\text{ความหนาชิ้นงาน(m)}} \quad (2)$$

3.3.4 การทดสอบความแข็ง (ทางกล)

ใช้มาตรฐาน ASTM D 2240 วิธี hardness(shore D) ในสภาวะอุณหภูมิ 23±2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 50 ±5 % จากเครื่องมือ Durometer รุ่น 473 ประเทศอังกฤษ ใช้หัวกดแบบหัวเข็มและน้ำหนักกด 5 กิโลกรัม โดยเตรียมชิ้นงานทดสอบขนาด 80 x 80 x 6 มิลลิเมตร ด้วยวิธีการอัดขึ้นรูป (ระวังไม่ให้ชิ้นงานมีโพรงอากาศ) ชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน ให้วัดค่าความแข็ง 5 จุด ทำการทดสอบทุกสูตร บันทึกผล

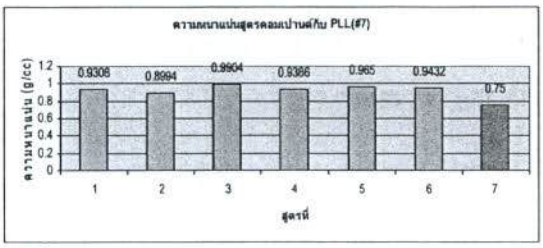
4. ผลการทดสอบและการวิเคราะห์

ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพ และทางกลของสูตรคอมเปานด์กับ PLL.Co; Ltd.

ASTM	1	2	3	4	5	6	PLL (7)
density (g/cm^3)	0.93	0.9	0.99	0.94	0.97	0.94	0.75
tensile strength(psi)	2738	1393	3244	2071	2077	2363	3060
impact resistance (J/m)	21.3	18.1	14.9	12.8	12.8	19.2	63
hardness (Shore D)	64.6	51.6	72.9	61.3	66.7	63.7	72

4.1 ผลการทดสอบความหนาแน่น

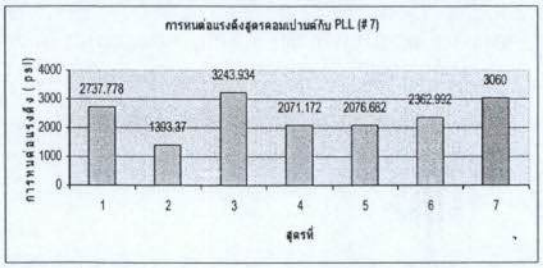
จากตารางที่ 2 และกราฟเปรียบเทียบรูปที่ 5 จะเห็นว่าความหนาแน่นที่ใกล้เคียงกับ บริษัท PLL. Co;



รูปที่ 5 กราฟเปรียบเทียบความหนาแน่นสูตรคอมเปานด์กับPLL (#7)

Ltd.(0.75 g/cc) คือคอมเปานด์สูตรที่ 2 (0.8994 g/cc) มากกว่า 20 % โดยเฉลี่ย มีสัดส่วนของแอลดีพีอีกับพีพี เป็น70:30 (ตารางที่ 1) คอมเปานด์สูตรต่อมาคือ สูตรที่ 1 มากกว่า 24 % โดยเฉลี่ย มีสัดส่วนหลักคือ เอชดีพีอีกับพีพี 70:30 ซึ่งพบว่าสัดส่วนวัตถุดิบของคอมเปานด์ทั้งสองสูตรเป็นวัตถุดิบหลักของ บริษัท PLL.Co;Ltd. ด้วย [4] สำหรับโครงงานนี้จะพิจารณาความหนาแน่นที่ใกล้เคียงกับ PLL.Co;Ltd. เท่านั้น ซึ่งจะมีผลในเรื่องน้ำหนักเบา คอมเปานด์ที่ 3,4,5 และ 6 จะค่อนข้างหนัก

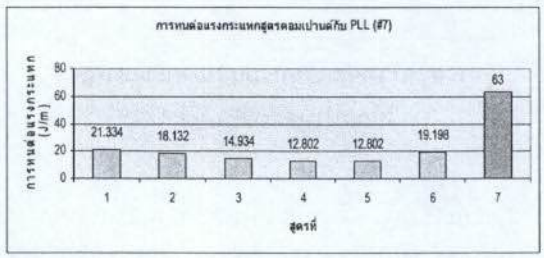
4.2 ผลการทดสอบการทนต่อแรงดึง



รูปที่ 6 กราฟเปรียบเทียบการทนต่อแรงดึงสูตรคอมเปานด์กับ PLL (#7)

จากตารางที่ 2 และกราฟเปรียบเทียบรูปที่ 6 จะเห็นว่าแท่งไม้เทียมที่เหมาะสมจะต้องมีการทนต่อแรงดึงค่อนข้างดี เมื่อเทียบกับ PLL.Co; Ltd. แล้วเห็นว่าคอมเปานด์สูตรที่ 3 ใกล้เคียงที่สุด (มากกว่า 6% โดยเฉลี่ย) เพราะมีพีเอสเป็นองค์ประกอบหลัก และเมื่อผสมด้วยพีพีจะเป็นการเพิ่มการทนต่อแรงดึงและการยืดตัว [5] ตามด้วยคอมเปานด์สูตรที่ 1 และ 6 น้อยกว่า 10 % และ 23 %โดยเฉลี่ย ตามลำดับ ซึ่งคอมเปานด์ทั้งสองสูตรมีเอชดีพีอีเป็นส่วนประกอบหลัก และมีพีพีเป็นองค์ประกอบรอง มีค่าการทนต่อแรงดึงใกล้เคียงกับ PLL.Co; Ltd. อยู่แล้ว [4]

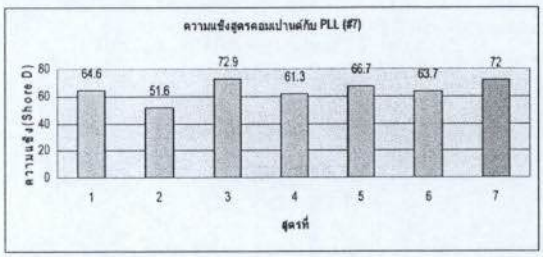
4.3 ผลการทดสอบการทนต่อแรงกระแทก



รูปที่ 7 กราฟเปรียบเทียบการทนต่อแรงกระแทกสูตรคอมเปานด์กับ PLL (#7)

จากตารางที่ 2 และกราฟเปรียบเทียบรูปที่ 7 จะเห็นว่าสูตรทั้งหมดมีค่าการทนต่อแรงกระแทกน้อยกว่า PLL. Co; Ltd. มาก (ประมาณ 3 เท่า) ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับสมบัติไม้เทียมที่ต้องมี แต่ถ้าพิจารณาสูตรที่ 1 และ 6 แล้ว น่าจะเอามาพิจารณาผลิตสูตรคอมเปานด์ทำไม้เทียมได้เพราะมีส่วนประกอบคล้ายกับ PLL. Co; Ltd. [4] เพียงแต่ต้องหาสัดส่วนที่เหมาะสมหรือใช้สารเสริมแรงช่วย [2] ต่อไป

4.4 ผลการทดสอบความแข็ง



รูปที่ 8 กราฟเปรียบเทียบความแข็งสูตรคอมเปานด์กับ PLL (#7)

จากตารางที่ 2 และกราฟเปรียบเทียบรูปที่ 8 พบว่าความแข็งของสูตรคอมเปานด์ทั้ง 6 สูตร ใกล้เคียงกับ PLL. Co; Ltd. โดยสูตรที่ใกล้เคียงที่สุดคือ คอมเปานด์สูตรที่ 3,5,1 และ 6 ตามลำดับ เหตุที่คอมเปานด์สูตรที่ 3 มีความแข็งมากกว่าสูตรอื่นๆ เป็นเพราะว่าพีเอส โดยลักษณะของตัวมันเองแล้วจะแกร่ง ผิวมันและแข็ง [6] ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในสูตรเช่นเดียวกับสูตรที่ 5 (ดูตารางที่ 1 ประกอบ) ส่วนสูตรที่ 1 และ 6 มีเอชดีพีอี เป็นองค์ประกอบหลักที่มีความหนาแน่นสูงอยู่แล้ว ตามลักษณะของตัวมันเองจะมีความเป็นผลึกสูง ความต้านทานระหว่างผิวสูงด้วยจะทำให้ผิวแข็ง [6]

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

การผลิตแท่งไม้เทียมจากเศษพลาสติกหลากชนิดสามารถกระทำได้ องค์ความรู้ต่างๆ ที่ได้รับ เช่น การคัดเลือก แยกชนิดของพลาสติก การผสม กระบวนการอัดรีด ตลอดจนการทดสอบ ทำให้ทราบว่าสูตรคอมเปานด์สูตรที่ 1 และ 6 เหมาะสมในการผลิตแท่งไม้เทียม ซึ่งสูตรดังกล่าวเมื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกลกับ PLL. Co., Ltd. ที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดแล้วมีสมบัติใกล้เคียงกัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะได้เลือกลักษณะ

เด่นของวัตถุดิบหลัก คือ เอชดีพีอี แอลดีพีอี และพีพี มาใช้งาน หาได้ง่ายในตลาดทั่วไป มีมากพอที่จะป้อนในอุตสาหกรรมนี้ได้ ประการต่อมา คือ การจัดเก็บสะดวก ไม่จำเป็นต้องคัดแยกชนิด ส่วนคอมเปานด์สูตรที่ 3 ยังไม่เหมาะสมคือ มีน้ำหนักมาก ซึ่งเป็นข้อเสียของพีเอส (องค์ประกอบหลักในสูตร) ในการผลิตไม้เทียมที่มีน้ำหนักเบา

ข้อเสนอแนะควรแก้ไขสูตรที่ 1 และ 6 ในเรื่องของน้ำหนักควรกระทำให้เบากว่านี้โดยพิจารณาจากความหนาแน่น ซึ่งอาจจะใช้สารเติมแต่งประเภทสารช่วยพองตัว (blowing agent) [2] แก้ไขในโครงงานต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ชวลิต แสงสวัสดิ์และคณะ. **"การพัฒนาสูตรคอมเปานด์สำหรับงานอัดรีดแผ่นชีทแข็งจากพอลิไวนิลคลอไรด์"**,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี : ปทุมธานี, 2551.

[2] Scheirs, J. **Polymer Recycling Science, Technology And Applications.** Chichester : John Wiley & Sons Ltd, 1998.

[3] บรรเลง ศรนิล. 2546. **"เทคโนโลยีพลาสติก"**, พิมพ์ครั้งที่ 19, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) : กรุงเทพ, 2550.

[4] **Ecoboard specifications[Online]**. เข้าถึงได้จาก http://thepllcompany.com/nonreinforced.html.

[5] Folkes M.J. and Hope P.S. **Polymer blends and Alloys.** London : Chapman & Hall, 1993.

[6] Berins L.M. **Plastic Engineering Handbook of the Society of the Plastics Industry**, 5th ed. New York : Van Nostrand Reinhold, 1991.