บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ปัจจุบันการวิจัยพัฒนาและการผลิตวัสดุพอลิเมอร์ในกลุ่มใหม่ที่เรียกว่า ***เทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ (Thermoplastic elastomers, TPE)*** ซึ่งเป็นการพัฒนาการความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการแปรรูปยางหรืออิลาสโตเมอร์เป็นอย่างมาก เนื่องจาก TPE มีสมบัติและการประยุกต์ใช้งานในลักษณะที่เป็นยางหรืออิลาสโตเมอร์ แต่ใช้สามารถใช้กระบวนการแปรรูปของเทอร์โมพลาสติก ซึ่งมีความสะดวกและรวดเร็วกว่า และต้นทุนถูกกว่าการแปรรูปยางด้วยกระบวนการแบบเดิม (conventional process) หลายประการ กล่าวคือ ไม่มีขั้นตอนการวัลคาไนเซชัน (vulcanization) ในขณะทำการขึ้นรูป ทำให้ไม่จำเป็นต้องทำการคอมปาวด์ (compounding) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีความยุ่งยากมากที่สุดของการแปรรูปยาง เนื่องจากต้องทำการผสมสารเคมีชนิดต่างๆลงในยางหลายขั้นตอนก่อนทำการวัลคาไนเซชัน นอกจากนี้ลักษณะเด่นของ TPE คือสามารถทำการแปรรูปใหม่ได้หลังจากผ่านการแปรรูปมาแล้ว (reprocess หรือ recycling) โดยไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการรีเคลม (reclaim) เช่นเดียวกับยางที่ผลิตโดยกระบวนการผลิตแบบเก่า

ลักษณะเฉพาะของวัสดุที่มีสมบัติเป็นเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ ประกอบด้วยส่วนโมเลกุลพอลิเมอร์ที่มีการแยกเฟส (phase separation) ของโมเลกุลที่มีลักษณะแข็ง (hard domain) และส่วนโมเลกุลที่นิ่ม (soft domain) ซึ่งมีพอลิเมอร์หลายชนิดที่แสดงสมบัติเป็น TPE กล่าวคือ มีสมบัติเป็นอิลาสโตเมอร์ที่อุณหภูมิการใช้งาน และสามารถหลอมและไหลได้เช่นเดียวกับเทอร์โมพลาสติกที่อุณหภูมิสูงในขณะขึ้นรูป เช่น บล็อคโคพอลิเมอร์ของสไตรีน (SIS, SBS, และ SEBS เป็นต้น) เทอร์โมพลาสติกยูรีเทน (TPU) โคพอลิเอสเทอร์ (TPE-E) พอลิโอลิฟินด์เบลนด์กับอิลาสโตเมอร์ เรียกผลิตภัณฑ์ที่ได้ว่าเทอร์โมพลาสติกพอลิโอลิฟินด์ (Thermoplastic polyolefins, TPO) และ พอลิเมอร์เบลนด์ของเทอร์โมพลาสติกกับอิลาสโตเมอร์ที่มีการทำการวัลคาไนเซชันในขณะเบลนด์ เรียกผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ว่า เทอร์โมพลาสติกวัลคาไนซ์ (Thermoplastic vulcanizates, TPVs) เป็นต้น

การวิจัยและพัฒนาการผลิตเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์จากการเบลนด์อิลาสโตเมอร์กับเทอร์โมพลาสติกในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะทำในยุโรป อเมริกา และญี่ปุ่นซึ่งเป็นผู้ผลิตยางสังเคราะห์รายใหญ่ จึงมักจะใช้ยางสังเคราะห์ในการบลนด์กับเทอร์โมพลาสติก ตัวอย่างยางสังเคราะห์ที่นิยมใช้ เช่น ยางไนไตรล์ (acrylonitrile-butadiene rubber, NBR) ยางอีพีดีเอ็ม (ethylene-propropylene-

Prince of Songkla University Pattani Campus

diene rubber, EPDM) และยางเอทิลีนโพรไพลีน (ethylene-propylene rubber, EPR) เป็นต้น ส่วนเทอร์โมพลาสติกที่นิยมใช้ เช่น พอลิโพรไพลีน (polypropylene, PP) พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง (High density polyethylene, HDPE) ไนลอน-6 (nylon-6) และพอลิเอทิลีนเทอเรพทาเลท (poly(ethylene terepthalate, PET) เป็นต้น

ยางธรรมชาติสามารถใช้ในการเตรียมเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ได้เช่นกัน เรียกเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ในกลุ่มนี้ว่า ***เทอร์โมพลาสติกยางธรรมชาติ (Thermoplastic natural rubber, TPNR)*** แต่การใช้ยางธรรมชาติในการเตรียมวัสดุในกลุ่มนี้ยังไม่เป็นที่แพร่หลายเท่ายางสังเคราะห์ ทั้งๆที่ได้เริ่มมีการพัฒนาวัสดุชนิดนี้มาเป็นระยะเวลานานพอๆกัน ทั้งนี้อาจจะมีสาเหตุเนื่องมาจากความไม่คงที่ของสมบัติยางธรรมชาติ หรืออาจจะมีสาเหตุมาจากประเทศที่ทำการวิจัยด้าน TPE ไม่ใช่ประเทศผู้ผลิตยางธรรมชาติ ดังนั้นในฐานะที่ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางธรรมชาติรายใหญ่ของโลก จึงน่าจะใช้ประโยชน์จากยางธรรมชาติโดยการดัดแปลงโมเลกุลเพื่อลดความแปรปรวนของสมบัติ เบลนด์กับเทอร์โมพลาสติกที่เหมาะสม แล้วทำให้เกิดการวัลคาไนเซชันแบบไดนามิกซ์ วัสดุชนิดใหม่นี้จะสามารถตอบสนองการใช้งานวัสดุยางในอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นการส่งเสริมการใช้ยางธรรมชาติแทนการใช้ยางสังเคราะห์ ทำให้เกิดประโยชน์แก่ภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมของประเทศที่เกี่ยวกับการปลูกและการใช้ยางธรรมชาติ

ในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการเตรียม TPNR โดยใช้ยางธรรมชาติ ยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (Epoxidized natural rubber, ENR) และยางธรรมชาติมาลิเอต (Maleated natural rubber, MNR) เป็นอิลาสโตเมอร์เบลนด์กับเมอร์โมพลาสติก คือโคพอลิเมอร์ของเอทิลีนกับไวนิลอะซิเตท (ethylene-vinyl acetate copolymer, EVA) โดยทำการเตรียม TPNR 2 แบบ

1. การเตรียมแบบการเบลนด์ปกติ (simple blends) โดยการบดผสมยางธรรมชาติกับเทอร์โมพลาสติก (EVA) ที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิหลอมของ EVA แล้วศึกษาความเข้ากันของการเบลนด์ได้โดยศึกษาสมบัติทางรีโอโลยี สมบัติการละลาย สมบัติเชิงความร้อน และสัณฐานวิทยา เป็นต้น

2. การเตรียมพอลิเมอร์เบลนด์ของยางธรรมชาติโดยใช้กระบวนการวัลคาไนเซชันแบบไดนามิกส์ (Dynamic vulcanization) โดยการผสมสารวัลคาไนซ์ (vulcanizing agent) เพื่อให้อีลาสโตเมอร์เกิดปฏิกิริยาการเชื่อมโยงในขณะทำการผสม โดยสังเกตการเชื่อมโยงจากค่าทอร์กของการผสม หลังจากนั้นนำวัสดุที่ได้ไปทำเป็นเม็ด เพื่อให้มีขนาดและรูปร่างเหมาะสมสำหรับการป้อนเข้าเครื่องแปรรูปเทอร์โมพลาสติก เช่น เครื่องฉีดเข้าเบ้า (Injection molding) แล้วทดสอบสมบัติต่างๆ เช่น สมบัติเชิงกล สัณฐานวิทยา ความสามารถในการทนน้ำมัน สมบัติการไหล และสมบัติด้านความต้านทานต่อการเสื่อมเนื่องจากความร้อน เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์จากงานวิจัยนี้มุ่งเน้นเพื่อผลิตชิ้นส่วนยางที่ใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์ โดยเฉพาะการใช้งานใต้ฝากระโปรง (under- the-hood applications) โดย TPE หรือ TPNR ที่เตรียมได้จะมีสมบัติเด่นด้านการทนน้ำมัน (โดยเฉพาะที่เตรียมจาก ENR และ MNR เบลนด์กับ EVA) และต้านทานต่อการเสื่อมสูง ซึ่งคาดว่าจะสามารถใช้งานเป็น ท่อ ข้อต่อ แท่นรองลดการสั่นสะเทือนจากเครื่องยนต์ หรือห่อหุ้มสายไฟและเคเบิ้ล เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อดัดแปลงโมเลกุลยางธรรมชาติเป็นยางธรรมชาติอิพอกไซด์ (ENR) และยางธรรมชาติมาลิเอต (MNR)
2. เพื่อทดสอบหาสภาวะและเทคนิคที่เหมาะสมในการเตรียมเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์จากการเบลนด์ยางธรรมชาติ (NR) และยางธรรมชาติที่ดัดแปลงโมเลกุล 2 ชนิด คือ ENR และ MNR กับโคพอลิเมอร์ของเอทิลีนกับไวนิลอะซิเตท (NR/EVA, ENR/EVA และ MNR/EVA)
3. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ในข้อ 2 โดยใช้เทคการเบลนด์แบบปกติ (simple blend) และการเบลนด์โดยผ่านกระบวนการวัลคาไนเซชันแบบไดนามิกส์ โดยใช้ระบบการวัลคาไนซ์เซชันแบบไดนามิกซ์แบบใช้กำมะถัน เปอร์ออกไซด์ ระบบฟีนอลิกและระบบผสม
4. เพื่อศึกษาสมบัติเชิงกล และสมบัติการไหล (rheological property) และความทนทานต่อน้ำมันและสัณฐานวิทยาของเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์ที่เตรียมได้
5. เพื่อทดสอบสมบัติการไหล สัณฐานวิทยา ความต้านทานต่อตัวทำละลาย สมบัติเชิงกล และสมบัติเชิงความร้อน เป็นต้น
6. เพื่อทดสอบความสามารถแปรรูปได้โดยใช้กระบวนการแปรรูปเทอร์โมพลาสติก คือ การฉีดเข้าเบ้า (Injection molding)

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. เตรียมยางธรรมชาติอิพอกไซด์ตามวิธีการของ Nakason *et al* 2001a และ 2004
2. เตรียมยางธรรมชาติมาลิเอตตามวิธีการของ Nakason *et al* 2001b และ 2002
3. เตรียมพอลิเมอร์เบลนด์ของ NR/EVA, MNR/EVA และ ENR/EVA โดยเทคนิคการเบลนด์แบบปกติ และการ เบลนด์โดยผ่านกระบวนการวัลคาไนเซชันแบบไดนามิกส์ โดยใช้ระบบกำมะถัน เปอร์ออกไซด์ ระบบฟีนอลิก และระบบผสม

Prince of Songkla University Pattani Campus

4. ทดสอบความเข้ากันได้ของการเบลนด์ โดยสังเกตุจากสมบัติการไหล โดยใช้ log-additive rule (Kundu and Tripathy, 1998) การทดสอบสมบัติเชิงกล และสัณฐานวิทยา

5. ทดสอบความสามารถในการแปรรูปด้วยกระบวนการฉีดพลาสติก

7. ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมผลิตยางที่ใช้ในรถยนต์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ความรู้เกี่ยวกับสภาวะและกรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์จากการเบลนด์ยางธรรมชาติและยางธรรมชาติที่ดัดแปลงโมเลกุลกับโคพอลิเมอร์ของเอทิลีนกับไวนิลอะซิเตท

1.4.2 ทราบเทคโนโลยีการแปรรูปด้วยกระบวนการทางเทอร์โมพลาสติกอิลาสโตเมอร์จากการเบลนด์ยางธรรมชาติและยางธรรมชาติที่ดัดแปลงโมเลกุลกับโคพอลิเมอร์ของเอทิลีนกับไวนิลอะซิเตท เพื่อถ่ายทอดสู่ระดับอุตสาหกรรม

1.4.3 พัฒนานวัตกรรมที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจจากวัตถุดิบยางธรรมชาติ อันเป็นผลิตผลที่สำคัญของประเทศ

Prince of Songkla University Pattani Campus