

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเตรียมและสมบัติของยางธรรมชาติชนิดเทอร์โมพลาสติก ระหว่างยางธรรมชาติ (NR) และพอลิพรอพิลีน (PP) หรือ เรียกว่า ทีพีเอ็นอาร์ (Thermoplastic Natural Rubber, TPNR) โดยได้เลือกสูตรผสมระหว่าง NR/PP ที่อัตราส่วน 60/40 โดยน้ำหนัก TPNR สามารถเตรียมได้จากการนำยางธรรมชาติผสมสูตรใส่ในเครื่องผสมระบบเปิดแบบสองลูกกลิ้ง แล้วนำมาผสมกับ PP ในเครื่องผสมระบบปิด ที่อุณหภูมิ 170 °C และความเร็วรอบโรเตอร์ 50 รอบต่อนาที ด้วยเทคนิคการผสมแบบหลอมเหลว (Melt blending) และการเชื่อม โยงแบบพลวัต (Dynamic vulcanization) ขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดขึ้นรูป และเน้นการศึกษาผลของกระบวนการไหล (Melt Flow Index, MFI) ของ PP ระหว่าง MFI 3.5 และ MFI 10 และปรับปรุงสมบัติของ TPNR โดยใช้สารเชื่อม โยงไดคิวมิลเปอร์ออกไซด์ (DCP) สารตัดสายโซ่ และสารช่วยผสม คือ ยางธรรมชาติที่ผ่านปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจน (Hydrogenated Natural Rubber, HNR) โดยศึกษาสมบัติต่าง ๆ เช่น สมบัติเชิงกล สมบัติทางความร้อน และสัณฐานวิทยา

จากผลการทดลองพบว่า TPNR ที่เตรียมจาก PP MFI 3.5 และมีปริมาณ DCP 0.3 phr เป็นสูตรผสมที่เหมาะสมในการเตรียม TPNR จากนั้นนำไปศึกษาผลของความหนืดของยางผสมสูตร โดยการใช้สารตัดสายโซ่ และผลของสารช่วยผสม HNR พบว่าการเติมสารตัดสายโซ่ทำให้สมบัติเชิงกลของ TPNR มีค่าลดลง จากการศึกษาผลของสารช่วยผสม HNR พบว่า HNR ที่ปริมาณ 1 และ 3 phr เป็นปริมาณที่เหมาะสมในการเตรียม TPNR ซึ่งให้ค่าความแข็งแรงดึง ยั้มอดูลัส และความแข็งกดมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การยืด ณ จุดขาดสูงขึ้น จากการศึกษา

สัณฐานวิทยาของ TPNR พบว่ามีการกระจายของ PP ใน TPNR ดีกว่า TPNR ที่ไม่มีการเติมยาง HNR เมื่อนำ TPNR มาผ่านการขึ้นรูปใหม่ด้วยการฉีดขึ้นรูป ทำให้สมบัติเชิงกลมีค่าลดลงแต่ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การยืด ณ จุดขาดสูงขึ้น

จากการศึกษาสมบัติทางความร้อนด้วยเครื่อง DSC (Differential Scanning Calorimeter) พบว่าการเติมสารเชื่อมโยง และสารช่วยผสม HNR ทำให้เปอร์เซ็นต์ความเป็นผลึกของ PP ลดลง และจากการศึกษาสมบัติทางความร้อนด้วยเครื่อง DMTA (Dynamic Mechanical Thermal Analyzer) พบว่าให้อุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว ( $T_g$ ) สองค่า คือ ช่วงอุณหภูมิ  $-54^{\circ}\text{C}$  และ  $10-20^{\circ}\text{C}$  ซึ่งเป็น  $T_g$  ของยางผสมสูตรและ PP ตามลำดับ

นอกจากนี้การศึกษาเรื่องของเวลาและขนาดของเครื่องผสมบราเบนเดอร์พลาสติกอร์เคอร์ที่ใช้ในการผสม TPNR พบว่าค่าความแข็งแรงดึง ยังมอดูลัส และความแข็งกคมีค่าลดลง ในขณะที่ค่าเปอร์เซ็นต์การยืด ณ จุดขาดมีค่าสูงขึ้นเมื่อเวลาในการผสมนานขึ้น และพบว่าเครื่องผสมขนาดใหญ่ให้ประสิทธิภาพในการผสมที่ดีกว่าเครื่องผสมขนาดเล็ก

## ABSTRACT

**TE 162973**

This thesis involved preparation and property characterization of a thermoplastic elastomer (TPE) prepared from natural rubber (NR) and polypropylene (PP) so called "TPNR" (Thermoplastic Natural Rubber). The blend ratio of 60/40 (NR/PP weight ratio) was selected to study. TPNR was prepared by compounding the NR formula in a two roll mill and blended with PP in an internal mixer at 170 °C with a rotor speed of 50 rpm by using melt blending and dynamic vulcanization techniques. TPNR was shaped by injection molding technique. Factors affecting TPNR properties were investigated including effects of melt flow index (MFI) of PP (MFI 3.5 and MFI 10), amount of crosslinking agent (DCP), peptizer and hydrogenated natural rubber (HNR) as a compatibilizer. Properties of the TPNR were then characterized such as mechanical, physical, thermal and morphological properties. It was found that TPNR having optimum mechanical properties was prepared from PP MFI 3.5 with 0.3 phr DCP loading. It was revealed that mechanical properties of TPNR was decreased as peptizer loading was increased. However, by using the compatibilizer (HNR) in TPNR, tensile strength, Young's modulus and hardness were decreased, whereas %elongation at break was increased at HNR loading of 1 and 3 phr. SEM micrographs showed that PP dispersion in NR phase was improved when the

compatibilizer was included. However, recycled TPNR was found a slightly decrease in tensile strength, Young's modulus and hardness but %elongation at break was increased.

Thermal properties of the blends were examined by DSC and DMTA. The DSC results showed that the degree of crystallinity of the blends was decreased when DCP and HNR were used. The DMTA results showed that the TPNR had two  $T_g$  values at about  $-54^{\circ}\text{C}$  and  $10-20^{\circ}\text{C}$  as  $T_g$  of NR and PP, respectively.

In addition, effects of mixing time and chamber volume of the brabender plasticorder were studied. It was revealed that tensile strength, Young's modulus and hardness were decreased but % elongation at break was increased when mixing time was increased. The mixer with the larger chamber had a higher mixing efficiency than the smaller one.