# บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ได้ศึกษาการปรับปรุงสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติ โดยการผสมยางธรรมชาติกับอนุภาคระดับนาโนเมตรของพอลิสไตรีน และพอลิ(สไตรีน-กรดเมทาคริลิก) ที่มีประจุลบ และพอลิสไตรีน-2 (เมทาคริโลอิลออกซี เอทิล ไตรเมทิล แอมโมเนียม คลอไรด์) ที่มีประจุบวกที่ผิวในระบบอิมัลชันโดยอาศัยแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิต

สำหรับการผสมของอนุภาคพอลิเมอร์ที่มีประจุลบ ในขั้นตอนแรก ได้ทำการเตรียมอนุภาคระดับนาโนเมตรของพอลิสไตรีน และพอลิ(สไตรีน-กรดเมทาคริลิก) ที่มีประจุลบที่ผิวโดยกระบวนการสังเคราะห์แบบอิมัลชันที่ไม่ใช้สารลดแรงตึงผิวที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้โพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟตเป็นตัวริเริ่มปฏิกิริยา จากนั้น ทำการปรับผิวของอนุภาคของยางธรรมชาติให้เป็นประจุบวก (มาจากโปรตีนที่อยู่บนผิวของอนุภาค) โดยการปรับพีเอชของระบบให้มีความเป็นกรด (pH ~ 1) โดยเติมสารลดแรงตึงผิว (Tween 80) ลงในระบบปริมาณ 6 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเนื้อยางธรรมชาติ เพื่อป้องกันการรวมตัวของอนุภาคยางธรรมชาติในระหว่างการปรับพีเอช ทำการผสมอนุภาคพอลิเมอร์ที่มีประจุลบกับยางธรรมชาติที่มีประจุบวกที่ผิว ในอัตราส่วนที่จำนวนอนุภาคพอลิเมอร์ล้อมรอบอนุภาคยางธรรมชาติพอดี ที่พีเอชประมาณ 7 ก่อนที่จะค่อยๆลดค่าพีเอชลงจนถึง 1 โดยการเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เพื่อให้อนุภาคทั้งสองชนิดค่อยๆจับตัวกัน จะได้พอลิเมอร์ผสมของยางธรรมชาติกับอนุภาคพอลิเมอร์ระดับนาโนเมตร ขั้นตอนสุดท้าย ทำการขึ้นรูปแผ่นฟิล์มของพอลิเมอร์ผสมของยางธรรมชาติที่เตรียมได้ และยางธรรมชาติ แล้วนำไปทดสอบสมบัติเชิงกล พบว่าแผ่นฟิล์มพอลิเมอร์ผสมของยางธรรมชาติที่เตรียมได้มีความแข็งแรงเชิงส้นมากกว่าแผ่นฟิล์มยางธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม พบว่าอิมัลชันของพอลิเมอร์ผสมที่ได้มีความเสถียรทางคอลลอยด์ต่ำ เกิดการจับตัวกันเมื่อตั้งทิ้งไว้เป็นเวลานาน จึงได้แก้ปัญหานี้ โดยทำการผสมอนุภาคนาพอลิเมอร์ระดับนาโนเมตร ที่มีประจุบวกที่ผิวของพอลิสไตรีน-2 (เมทาคริโลอิลออกซี เอทิล ไตรเมทิล แอมโมเนียม คลอไรด์) ซึ่งสังเคราะห์ด้วยกระบวนการอิมัลชันกับยางธรรมชาติที่มีประจุเป็นลบที่สภาวะเบส เริ่มต้นทำการผสมอนุภาคพอลิสไตรีน-2 (เมทาคริโลอิลออกซี เอทิล ไตรเมทิล แอมโมเนียม คลอไรด์) กับยางธรรมชาติที่พีเอช 2 แล้วเพิ่มพีเอชเป็น 8 ซึ่งจะทำให้อนุภาคพอลิสไตรีน-2 (เมทาคริโลอิลออกซี เอทิล ไตรเมทิล แอมโมเนียม คลอไรด์) และยางธรรมชาติมีประจุเป็นบวกและลบตามลำดับ ซึ่งพบว่าพอลิเมอร์ผสมที่ได้มีความเสถียรทางคอลลอยด์มากขึ้น

**คำสำคัญ** ยางธรรมชาติ อนุภาคนาโนพอลิเมอร์ แรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิต สมบัติเชิงกล

# ABSTRACT

In this research, the improvement of the mechanical properties of natural rubber (NR) was studied by the blending of NR with polystyrene (PS), poly(styrene-methacrylic acid) (P(S-MAA)) having negative charges and poly(styrene-methacryloyl oxyethyl trimethyl ammonium chloride) (P(S-QDM)) nanoparticles having positive charge at their surfaces in emulsion system using electrostatic interaction as driving force.

In the case of negative charge nanoparticles, PS and P(S-MAA) nanoparticles were firstly prepared by emulsifier-free emulsion polymerization at 70 $^{o}$C for 24 hours using potassium persulfate as initiator. After that, the NR surface charge was adjusted to positive charge (from protein on the particle surface) by changing its pH to the acidic condition (pH $\sim$ 1). The NR latex was added by Tween 80 as surfactant at 6 wt% of NR to stabilize NR particles during pH adjustment. The mixing of polymer nanoparticles having negative charge with positive charge NR at the ratio that polymer particle completely cover NR particle at pH 7 was carried out. Then the pH was gradually decreased to 1 by the addition of hydrochloric solution. Both particles were gradually coagulated resulting in the formation of composite polymer of NR and polymer nanoparticles. Finally, the polymer films of composite polymer of NR and NR were prepared for mechanical properties measurement. It was found that the tensile strength of composite polymer film is higher than that of the original NR film. However, it was observed that the obtained composite emulsions have low colloidal stability. They were coagulated after left for long time. The blending of positive charge nanoparticle, P(S-QDM) prepared by emulsion polymerization, with NR having negative charge at the basic condition was carried out to solve this problem. The P(S-QDM) was firstly mixed with NR at pH of 2 and then increased their pH to 8 where P(S-QDM) and NR showed positive and negative charges, respectively. The obtained composite emulsion showed higher colloidal stability than the previous one.

**Keywords**: Natural rubber, Nanopolymer particle, Electrostatic interaction, Mechanical property