

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ ได้ทำการปรับปรุงสมบัติของยางธรรมชาติโดยการผสมยางธรรมชาติกับอนุภาคพอลิเมอร์ขนาดระดับนาโนเมตร 3 ชนิด คือ อนุภาคพอลิสไตรีน และพอลิ(สไตรีน-กรดเมทาคริลิก) ซึ่งมีประจุที่ผิวเป็นลบ และอนุภาคพอลิสไตรีน-2 (เมทาคริโลอิลออกซี เอทิล ไตรเมทิล แอมโมเนียม คลอไรด์) ซึ่งมีประจุที่ผิวเป็นบวก ในระบบอิมัลชัน

สำหรับการปรับปรุงสมบัติของยางธรรมชาติโดยใช้อนุภาคนาโนพอลิเมอร์ที่มีประจุที่ผิวเป็นลบ ในขั้นตอนแรก ได้ทำการเตรียมอนุภาคพอลิสไตรีนและพอลิ(สไตรีน-กรดเมทาคริลิก) โดยใช้กลไกอนุพลีอิสระด้วยกระบวนการสังเคราะห์แบบอิมัลชันที่ไม่ใช้สารลดแรงตึงผิว เพื่อให้ผิวของอนุภาคมีประจุลบ ซึ่งมาจากตัวริเริ่มปฏิกิริยาโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต สภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมอนุภาคพอลิเมอร์ทั้งสองชนิด จะประกอบด้วย น้ำ:ตัวริเริ่มปฏิกิริยา:มอนอเมอร์ ในอัตราส่วน 300:0.86:9.30 และ 300:0.22:30.60:2.80 โดยน้ำหนัก สำหรับอนุภาคพอลิสไตรีนและพอลิ(สไตรีน-กรดเมทาคริลิก) ตามลำดับ ในกรณีของการเตรียมอนุภาคพอลิ(สไตรีน-กรดเมทาคริลิก) เมื่อทำการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโคปี พบว่าให้สเปกตรัมที่แตกต่างจากโฮโมพอลิเมอร์ของพอลิสไตรีน คือจะมีพีคของหมู่คาร์บอนิลที่มาจากกรดเมทาคริลิก เกิดขึ้นในช่วงเลขคลื่น $1739\text{--}1698\text{ cm}^{-1}$ แสดงว่ามีการโคพอลิเมอร์ไรเซชันของกรดเมทาคริลิกเกิดขึ้น นอกจากนี้ อนุภาคของพอลิเมอร์ทั้งสองที่สังเคราะห์ได้มีลักษณะเป็นทรงกลม มีการกระจายตัวของขนาดอนุภาคที่แคบ และมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 325 และ 140 นาโนเมตร สำหรับพอลิสไตรีนและพอลิ(สไตรีน-กรดเมทาคริลิก) ตามลำดับ เมื่อทำการวัดค่าความเป็นประจุที่ผิวของอนุภาคโดยอาศัยหลักการอิเล็กโทรโฟเรซิส พบว่าอนุภาคพอลิสไตรีนและพอลิ(สไตรีน-กรดเมทาคริลิก) มีค่าความเป็นประจุ -35.6 และ -4.3 mV ตามลำดับ แสดงว่าอนุภาคพอลิเมอร์ที่เตรียมได้มีประจุลบที่ผิว ซึ่งมาจากหมู่ซัลเฟตของโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ในขณะที่อนุภาคของยางธรรมชาติมีการกระจายตัวที่กว้าง โดยแยกออกเป็นสองขนาด คือ 330 และ 1000 นาโนเมตร จากผลของขนาดที่แตกต่างกันระหว่างอนุภาคพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้และยางธรรมชาติ แสดงว่าสามารถใช้ยางธรรมชาติเป็นแกนในการเตรียมพอลิเมอร์คอมโพสิตกับอนุภาคนาโนพอลิเมอร์ที่เตรียมขึ้นได้ โดยที่อนุภาคนาโนพอลิเมอร์ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าจะเป็นเปลือก ในขั้นตอนการผสมอนุภาคของอนุภาคพอลิสไตรีนและพอลิ(สไตรีน-กรดเมทาคริลิก)ที่มีประจุลบที่ผิวกับยางธรรมชาติ จะมีการผสมกันที่พิเศษเท่ากับหนึ่ง ซึ่งเป็นพีเอชที่ทำให้มีประจุบวกกระจายอยู่ที่ผิวอนุภาคของยางธรรมชาติ ทำให้อนุภาคของพอลิเมอร์ทั้งสองที่มีประจุบนผิวอนุภาคตรงข้ามกันสามารถเกิดการเกาะกันด้วยแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิต ซึ่งสามารถยืนยันผลของการผสมได้จากขนาดของอนุภาคหลังผสมจะใหญ่กว่าขนาดอนุภาคของยางธรรมชาติและพอลิเมอร์เริ่มต้นที่นำมาผสม ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจสอบลักษณะอนุภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์ เมื่อนำพอลิเมอร์

ผสมที่เตรียมได้ไปตรวจสอบดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จะพบว่าอนุภาคพอลิเมอร์กับอนุภาคยางธรรมชาติมีการจับตัวกันเป็นกลุ่มหรือคลัสเตอร์ ในขั้นตอนสุดท้าย ได้ทำการเตรียมแผ่นฟิล์มของยางธรรมชาติและพอลิเมอร์ผสมของยางธรรมชาติที่เตรียมได้โดยใช้อนุภาคพอลิสไตรีนและพอลิ(สไตรีน-กรดเมทาคริลิก)ในระดับนาโนเมตร จากนั้นนำไปทดสอบสมบัติเชิงกล คือ ความแข็งแรงเชิงเส้น และการยืดตัวของวัสดุ พบว่าแผ่นฟิล์มของพอลิเมอร์ผสมมีความแข็งแรงเชิงเส้นมากกว่าแผ่นฟิล์มของยางธรรมชาติ ในขณะที่มีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวต่ำกว่าเดิม อย่างไรก็ตาม จากการสังเกตพบว่าอนุภาคผสมของยางธรรมชาติกับพอลิเมอร์ทั้งสองชนิดมีความเสถียรทางคอลลอยด์ต่ำ เมื่อตั้งทิ้งไว้ระยะหนึ่งจะเกิดการจับตัวกันเป็นก้อนใหญ่ นอกจากนี้ ช่วงพีเอชของการผสมค่อนข้างแคบ คือ ในช่วงกรดที่พีเอชประมาณ 1-2 ซึ่งอนุภาคของยางธรรมชาติมีประจุบวก

ดังนั้น จึงได้ทำการศึกษาการผสมอนุภาคพอลิเมอร์ที่มีประจุเป็นบวก กับอนุภาคของยางธรรมชาติในสถานะที่เป็นเบสซึ่งยางธรรมชาติมีประจุเป็นลบ โดยในขั้นตอนแรก ได้ทำการเตรียมอนุภาคพอลิสไตรีน-2 (เมทาคริโลอิลออกซี เอทิล ไตรเมทิล แอมโมเนียม คลอไรด์ โดยใช้กลไกอนุพลีอิสระด้วยกระบวนการสังเคราะห์แบบอิมัลชันที่ใช้สารลดแรงตึงผิว เพื่อให้ผิวของอนุภาคมีประจุบวกซึ่งมาจากตัวริเริ่มปฏิกิริยาและโคมอนอเมอร์ที่ใช้ จากการวัดค่าความเป็นประจุ พบว่าประจุบนผิวอนุภาคของ P(S-QDM) ที่พีเอชต่างๆ มีค่าประจุบวกมากกว่า +30 mV นอกจากนี้ ขนาดอนุภาค P(S-QDM) ที่เตรียมได้โดยกระบวนการสังเคราะห์แบบอิมัลชันจะมีขนาด 76 nm มีอนุภาคเป็นทรงกลม ผิวเรียบและมีการกระจายตัวของอนุภาคแคบ สำหรับยางธรรมชาติที่ใช้ในการผสมมีขนาด 142 nm ในขั้นตอนการผสมพอลิเมอร์ทั้งสอง ได้มีการหาสภาวะที่เหมาะสมของพีเอชในขั้นการผสมที่ทำให้พอลิเมอร์ทั้งสองมีประจุเป็นบวกเหมือนกัน โดยทำการศึกษาทั้งหมด 4 พีเอช คือ 1 2 3 และ 4 พบว่าในกรณีของพีเอช 3 และ 4 ขนาดของอนุภาคผสมจะมีขนาดใหญ่มาก ซึ่งน่าจะเกิดจากการเกิดการเกาะตัวกันของอนุภาคยางธรรมชาติในระหว่างการผสม ในทางตรงกันข้ามในกรณีของพีเอช 1 และ 2 ขนาดของอนุภาคพอลิเมอร์ผสมมีความใกล้เคียงกับขนาดของพอลิเมอร์ทั้งสองก่อนผสมรวมกัน ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้พีเอช 2 เนื่องจากมีความเป็นกรดน้อยกว่า จากนั้นจึงค่อยๆปรับพีเอชไปที่ 8 ซึ่งพอลิเมอร์ทั้งสองแสดงความเป็นประจุตรงกันข้ามที่มีค่าสูง ซึ่งจะทำให้เกิดแรงดึงดูดที่มีประสิทธิภาพ จะได้อนุภาคผสมของยางธรรมชาติกับ P(S-QDM)

ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การเติมอนุภาคพอลิเมอร์ในระดับนาโนเมตรนี้ สามารถเพิ่มความแข็งแรงให้กับยางธรรมชาติได้ สามารถนำเทคนิคนี้ไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงสมบัติของยางธรรมชาติได้ โดยการผสมกับกับอนุภาคอื่นๆที่มีประจุที่ผิว ซึ่งการปรับปรุงสมบัติของยางธรรมชาติด้วยวิธีนี้มีข้อดีหลายอย่าง เช่น สะดวกรวดเร็ว ลดระยะเวลาการผสมเมื่อเทียบกับการผสมแบบดั้งเดิมที่จะต้องใช้เวลาในการทำกราฟท์พอลิเมอร์ลงบนผิวของยางธรรมชาติก่อนเพื่อใช้เป็นตัวประสาน จึงเป็นแนวทางในการพัฒนาไปสู่อุตสาหกรรมในอนาคตได้