

สรุปและข้อเสนอแนะ

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของแป้งมันสำปะหลัง, กรดอะคริลิกและอะคริลาไมด์ กระทำได้โดยการทำปฏิกิริยากราฟต์โคพอลิเมอร์เซชันได้เป็นพอลิเมอร์ชนิดใหม่ที่มีสมบัติดูดซึมน้ำ พอลิเมอร์ที่ผลิตได้นี้ดูดซึมน้ำได้สูงและย่อยสลายได้ทางชีวภาพ พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำที่ผลิตได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มาก เช่น ทางด้านการเกษตรกรรม, ทางด้านเวชภัณฑ์, ทางด้านรักษาพื้นที่ป่าไม้ และ ในสินค้าอุตสาหกรรมสุขอนามัย เช่น ผ้าอนามัย, ผ้าอ้อมเด็ก เป็นต้น

สรุป

จากการทดลองทั้งหมด สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การศึกษาลักษณะของอนุภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบกราดของแป้งมันสำปะหลังและ Saponified Starch-g-Poly(acrylic acid) นั้น แป้งมันสำปะหลังมีรูปร่างต่าง ๆ กัน โดยมากเป็นรูปไข่ตัดปลายข้างหนึ่ง ผิวบริเวณที่ตัดเว้าเข้าข้างใน ส่วนใหญ่ปรากฏรอยนูนและวงแหวนบนเม็ดแป้ง แต่บริเวณส่วนตัดเรียบ เมื่อแป้งมันสำปะหลังทำปฏิกิริยากราฟต์โคพอลิเมอร์เซชันกับกรดอะคริลิกทำให้อนุภาคของแป้งมันสำปะหลังเปลี่ยนไปมากอย่างเห็นได้ชัดเกิดเป็นอนุภาคที่มีรูปร่างไม่แน่นอน มีรูพรุนกระจายทั่วไปขึ้นกับค่าการดูดซึมน้ำ พอลิเมอร์ที่ดูดซึมน้ำได้สูง 271 กรัม/กรัม มีจำนวนรูพรุนกระจายทั่วอนุภาคมากกว่าพอลิเมอร์ที่ดูดซึมน้ำได้น้อย 73 กรัม/กรัม อย่างเห็นได้ชัด รูพรุนจำนวนมากทำให้พื้นที่ผิวที่น้ำแพร่เข้าไปสร้างพันธะไฮโดรเจนกับหมู่คาร์บอกซิเลตในอนุภาคพอลิเมอร์มีมาก

2. อิทธิพลของความเข้มข้นเอ็น,เอ็น เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ เมื่อความเข้มข้นของเอ็น,เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์จาก 0.3 % เป็น 0.4 % ของน้ำหนักมอนอเมอร์ ค่าการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นจาก 73 กรัม/กรัม เป็น 271 กรัม/กรัม เนื่องจากความเข้มข้นของเอ็น,เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ทำให้สายโซ่พอลิเมอร์มีความแข็งแรงที่พอเหมาะและความยืดหยุ่นซึ่งเหมาะในการกักเก็บน้ำ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเอ็น,เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ต่อไปจนถึง 0.5 % โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ ค่าการดูดซึมน้ำลดลงเนื่องจากโครงสร้างของพอลิเมอร์มีความแข็งแรงมากเกินไป ความยืดหยุ่นลดลงซึ่งไม่เหมาะสมในการกักเก็บน้ำ

3. การศึกษาลักษณะอนุภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบกราดของ Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] จะพบว่าอนุภาคที่ได้ไม่แตกต่างจาก Saponified Starch-g-Poly(acrylic acid) มีรูพรุนกระจายทั่วไปและลักษณะของอนุภาคมีรูปร่างไม่แน่นอน

4. อิทธิพลของโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) ต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] ลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณ NaHCO_3 เนื่องจาก NaHCO_3 ทำปฏิกิริยากับกรดอะคริลิกที่ยังไม่ถูกนิวทรัลไลซ์ได้เป็นเกลืออะคริเลต ซึ่งมีความสามารถในการแตกตัวสูง การเกิดเป็นพอลิเมอร์ของเกลืออะคริเลตและอะคริลาไมด์จึงน้อยลง เพราะค่า reactivity ratio ของโซเดียมอะคริเลตต่ำกว่ากรดอะคริลิก NaHCO_3 จะช่วยนิวทรัลไลซ์กรดอะคริลิกที่เหลือให้กลายเป็นโซเดียมอะคริเลตซึ่งสามารถแตกตัวได้หมู่ฟังก์ชันคาร์บอกซิลไอออนและโซเดียมไอออน โดยประจุลบของหมู่ฟังก์ชันคาร์บอกซิลบนสายโซ่พอลิเมอร์จะเกิดแรงผลักต่อกัน (Electrostatic repulsion) ทำให้โครงสร้างของพอลิเมอร์ขยายตัว แต่เมื่อมี NaHCO_3 มากเกินไปจะทำให้โซเดียมไอออนจำนวนมากมาล้อมรอบประจุลบของหมู่ฟังก์ชันคาร์บอกซิลทำให้แรงผลักระหว่างประจุลบลดลง จึงเป็นผลให้ค่าการดูดซึมน้ำลดลง

5. อิทธิพลของสารละลาย LF[®]127 (polyoxyethylene/polyoxypropylene) ต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] อธิบายได้ว่า LF[®]127 เป็น nonionic foam stabilizer เป็นโมเลกุลที่ค่อนข้างมีขั้วจึงสามารถละลายในน้ำและแอลกอฮอล์ซึ่งช่วยเพิ่มความคงตัวให้ฟองแก๊ส จากผลการทดลอง LF[®]127 มีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำอย่างไม่ชัดเจน ค่าการดูดซึมน้ำค่อนข้างใกล้เคียงกันแต่แสดงค่าการดูดซึมน้ำสูงสุดที่ปริมาณ LF[®]127 เท่ากับ 3 และ 4 มิลลิลิตรเนื่องจากระยะเวลาคงตัวของฟองแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตกับกรดอะคริลิกมีความเหมาะสมต่อกระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชัน เมื่อพอลิเมอร์มีความหนืดสูงขึ้นฟองแก๊สไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านได้จึงไม่มีผลต่อค่าการดูดซึมน้ำแม้ว่าจะเพิ่มปริมาณของสารละลาย LF[®]127 ให้มากขึ้น

6. อิทธิพลของการนิวทรัลไลซ์กรดอะคริลิกก่อนการทำปฏิกิริยากราฟต์ของ Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] พบว่าที่อัตราของอะคริลาไมด์ : กรดอะคริลิกทั้งที่ 20:80 และ 40: 60 พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำที่เตรียมจากกรดอะคริลิกที่นิวทรัลไลซ์ 40 % ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์จะให้ค่าการดูดซึมน้ำสูงกว่ากรดอะคริลิกที่ไม่ได้นิวทรัลไลซ์ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าสายโซ่ของพอลิเมอร์ประกอบด้วยหมู่ฟังก์ชันที่สามารถแตกตัวได้ (Ionizable groups) แรงในการบวมตัวของพอลิเมอร์จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการจัดตัว (Localization) ของประจุบนสายโซ่พอลิเมอร์ เมื่อนิวทรัลไลซ์กรดอะคริลิกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ก่อนทำปฏิกิริยากราฟต์โคพอลิเมอร์ ประจุลบของหมู่ฟังก์ชันคาร์บอกซิลบนสายโซ่จะเกิดแรงผลักต่อกันทำให้โครงสร้างของพอลิเมอร์ขยายตัว ดังนั้นพอลิเมอร์ที่นิวทรัลไลซ์กรดอะคริลิก 40 % จึงให้ค่าการดูดซึมน้ำสูงกว่าพอลิเมอร์ที่ไม่ได้นิวทรัลไลซ์

7. อิทธิพลของความเร็วรอบกวนของใบพัดต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] สามารถอธิบายได้ว่าความเร็วรอบกวนที่สูงเกินไปจะทำให้โมเลกุลของมอนอเมอร์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง โอกาสที่โมเลกุลของมอนอเมอร์จะมาทำปฏิกิริยาเชื่อมต่อกันเป็นโคพอลิเมอร์หรือทำปฏิกิริยากราฟต์กับแบง์มันล่าปะหลังลดลง คาดว่าเนื่องจากโมเลกุลของมอนอเมอร์ต่างมี

พลังงานจลน์ในโมเลกุลสูง เมื่อเคลื่อนที่มาเจอกันจึงไม่สามารถทำปฏิกิริยากันได้เพราะต่างจะเคลื่อนที่ไปตามความเร็วที่คงอยู่ในโมเลกุลและกระแสของสารละลายพอลิเมอร์ที่ปั่นป่วน อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้โมเลกุลของมอนอเมอร์ที่กำลังเกิดปฏิกิริยาต้องแยกออกจากกันจึงเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์เชนซ์ไม่ได้ดีเท่าที่ควร อาจเป็นสาเหตุให้ค่าการดูดซึมน้ำลดลง

8. อิทธิพลของแป้งมันสำปะหลังต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] เมื่อปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นค่าการดูดซึมน้ำลดลงเนื่องจากที่ความเข้มข้นของแป้งมันสำปะหลังสูงจะมีมอนอเมอร์จำนวนเล็กน้อย ที่สามารถแพร่ไปกราฟต์บนสายโซ่ของแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งมอนอเมอร์ส่วนใหญ่จะเกิดเป็นไฮโมพอลิเมอร์เนื่องจากการชนกันเพราะความหนืดของแป้งมันสำปะหลัง การย้ายโซ่ไปยังพอลิเมอร์ก็จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นของมอนอเมอร์เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลให้เกิดโซ่กิ่งและปฏิกิริยาเชื่อมขวางมากขึ้น Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] สามารถบวมน้ำได้เนื่องจากมีหมู่ฟังก์ชันที่ชอบน้ำ (หมู่เอไมด์และคาร์บอกซิลิก) ในโครงสร้าง

9. อิทธิพลของอัตราส่วนมอนอเมอร์ต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] สามารถอธิบายได้ว่าเรดิคัลโคพอลิเมอร์ของอะครีลาไมด์และกรดอะคริลิกมี reactivity ratio เท่ากับ 0.6 และ 1.43 ตามลำดับ กรดอะคริลิกมีค่า reactivity ratio สูงกว่า จึงเป็นผลให้กรดอะคริลิกชอบที่จะเกิดเป็นโคพอลิเมอร์ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไป ทั้งในสารป้อนและในโคพอลิเมอร์ จะมีความเข้มข้นของอะครีลาไมด์สูง โครงสร้างของโคพอลิเมอร์จะประกอบด้วยกรดอะคริลิกจำนวนมาก ซึ่งทำให้กราฟต์โคพอลิเมอร์มีหมู่ฟังก์ชัน ionic สูง ค่าการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนหมู่ฟังก์ชัน ionic และ hydrophilic เพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะ

การสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำสูงจาก Starch-g-Poly(acrylic acid) โดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์-กรดแอสคอร์บิกเป็นสารริเริ่มปฏิกิริยา ระบบนี้เป็นระบบที่มีความหนืดและการคายความร้อนสูง ดังนั้นการออกแบบใบพัดให้เหมาะสมกับระบบเพื่อให้มีการถ่ายโอนมวลและความร้อนที่ดีมีประสิทธิภาพนับว่ามีความสำคัญมาก ส่วนการสังเคราะห์ Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] เนื่องจากเป็นกระบวนการโฟมโคพอลิเมอร์ไรเซชันจึงจำเป็นต้องควบคุมระยะเวลาในการเกิดโฟมให้เกิดขึ้นพร้อมกันกับปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน

1. พอลิเมอร์ที่ได้จากปฏิกิริยากราฟต์โคพอลิเมอร์ไรเซชันจะรวมตัวกันเป็นเจลก้อนใหญ่ซึ่งไม่สามารถไขออกจากวาล์วด้านล่างของเครื่องปฏิกรณ์ จึงควรมีที่ยกสำหรับยกก้อนพอลิเมอร์ออกจากเครื่องปฏิกรณ์ หรือทำฝาเปิดที่ด้านข้างของเครื่องปฏิกรณ์

2. การนำพอลิเมอร์ที่ได้มาตากตะกอนด้วยเมทานอล พอลิเมอร์ที่รวมตัวเป็นเจลก้อนใหญ่จึงควรมีเครื่องตัดพอลิเมอร์ให้มีขนาดเล็กลงก่อนเข้าเครื่องตัดแบบ Extrusion และหล่อด้วยเมทานอลเพื่อให้ตะกอนแข็งตัวแล้วตัดเป็นเม็ดเล็ก ๆ ต่อไป