

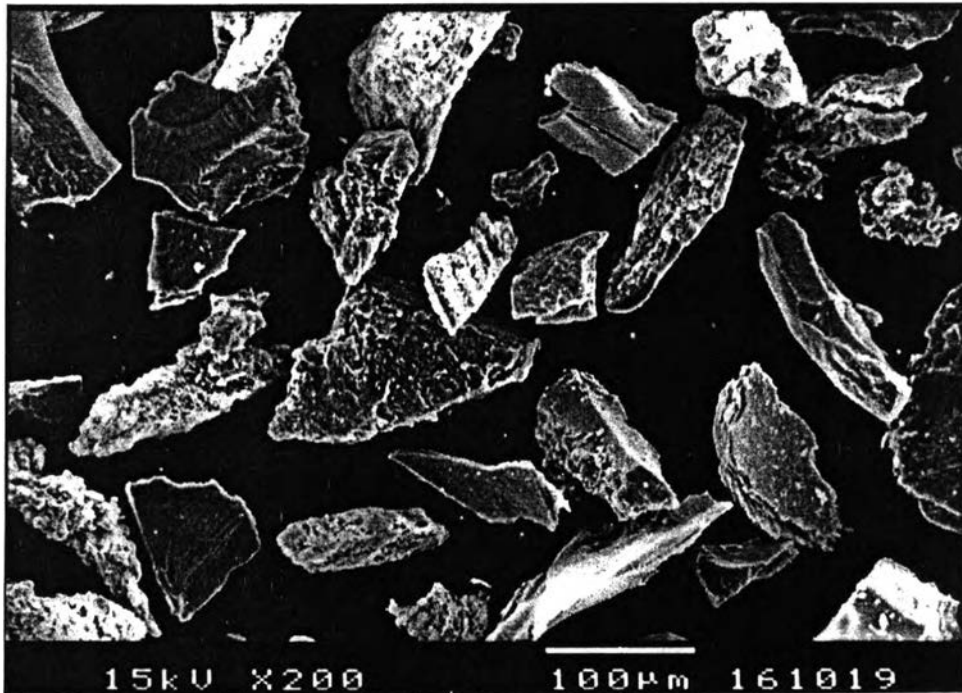
บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

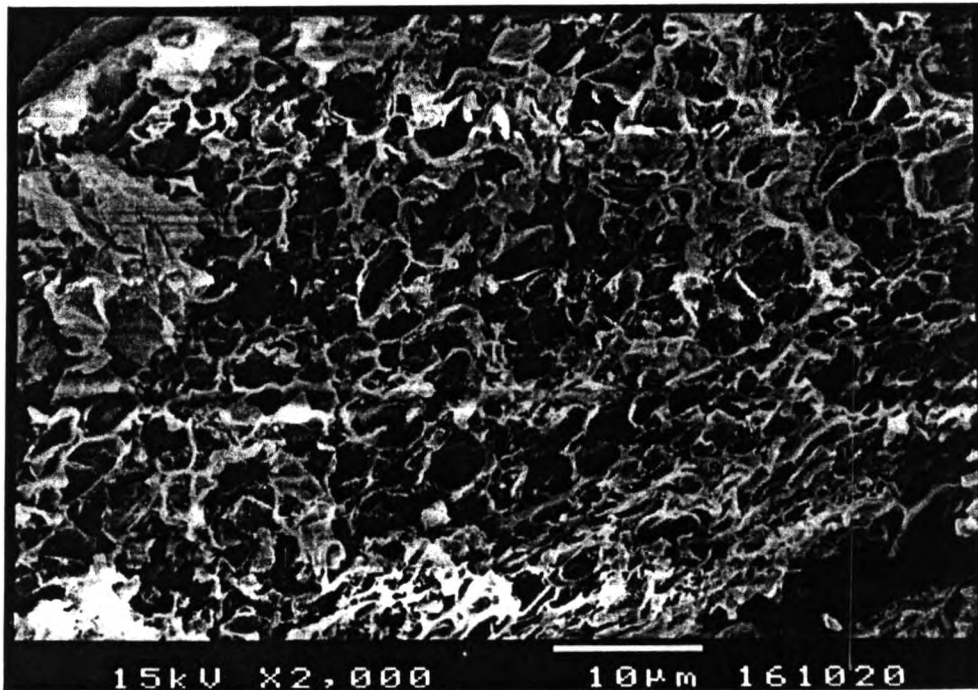
4.1 การสังเคราะห์ Saponified Starch-g-Poly(acrylic acid) ในระดับขยายส่วน

4.1.1 ลักษณะอนุภาคของ Saponified Starch-g-Poly(acrylic acid) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

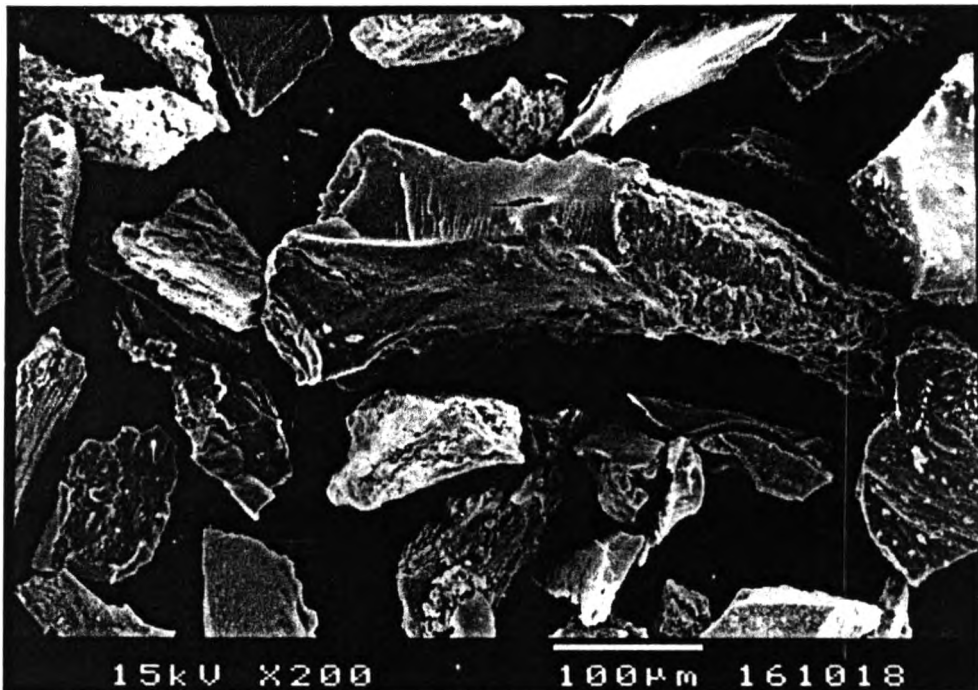
ผลการศึกษาลักษณะอนุภาคของ Saponified Starch-g-Poly(acrylic acid) ที่ดูดซึมน้ำสูง 271 กรัมต่อกรัมของน้ำหนักพอลิเมอร์แห้ง กำลังขยาย 200 และ 2000 เท่า ดังรูปที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ



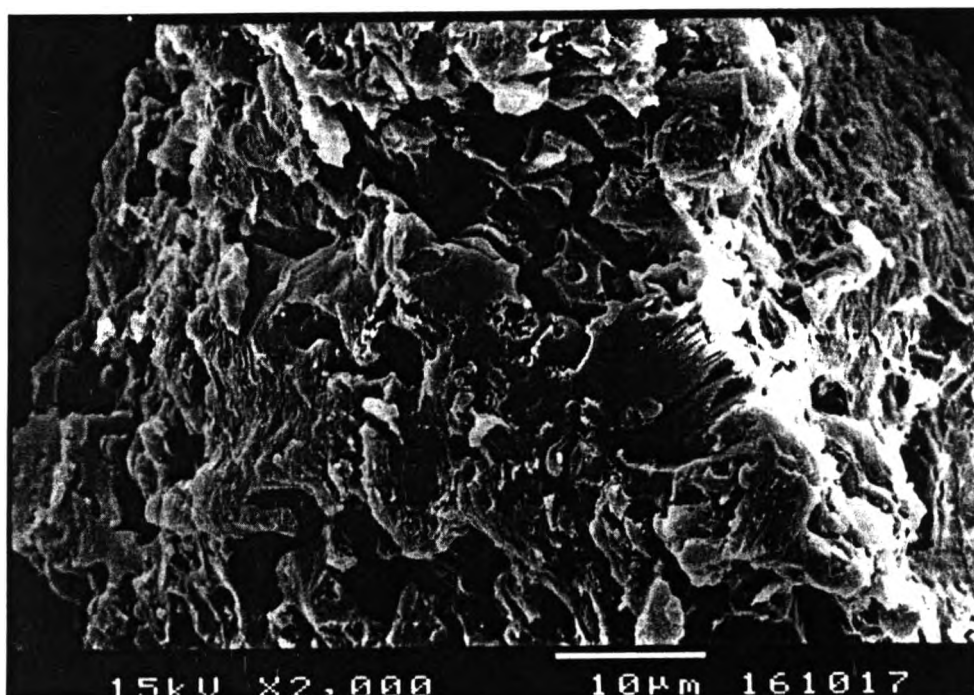
รูปที่ 4.1 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 200 เท่า ของ Saponified Starch-g-Poly(acrylic acid) ที่ดูดซึมน้ำ 271 ± 12 กรัมต่อกรัมของน้ำหนักพอลิเมอร์แห้ง



รูปที่ 4.2 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 2000 เท่า ของ Saponified Starch-g-Poly(acrylic acid) ที่ดูดซึมน้ำ 271 ± 12 กรัมต่อกรัมของน้ำหนักพอลิเมอร์แห้ง



รูปที่ 4.3 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 200 เท่า ของ Saponified Starch-g-Poly(acrylic acid) ที่ดูดซึมน้ำ 73 ± 8 กรัมต่อกรัมของน้ำหนักพอลิเมอร์แห้ง



รูปที่ 4.4 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 2000 เท่า ของ Saponified Starch-g-Poly(acrylic acid) ที่ดูดซึมน้ำ 73 ± 8 กรัมต่อกรัมของน้ำหนักพอลิเมอร์แห้ง

จากรูปที่ 4.1 และ 4.2 เป็นลักษณะอนุภาคของ Saponified Starch-g-Poly(acrylic acid) ซึ่งทดลองที่ภาวะแบ่งความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร, กรดอะคริลิก 8 ลิตร, ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 400 มิลลิลิตร, กรดแอสคอร์บิก 40 กรัม, แคลเซียมออกไซด์ 100 กรัม, เอ็น,เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ 0.4 % โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ เวลาในการทำปฏิกิริยากราฟต์ 30 นาที ความเร็วรอบกวน 60 รอบต่อนาที พอลิเมอร์ที่ได้สามารถดูดซึมน้ำ 271 กรัมต่อกรัมของน้ำหนักพอลิเมอร์แห้ง มีรูพรุนจำนวนมากกระจายทั่วไป ส่วน Saponified Starch-g-Poly(acrylic acid) ทดลองที่ภาวะเดียวกันแต่ใช้เอ็น,เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ 0.3 % โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ สามารถดูดซึมน้ำได้ 73 กรัมต่อกรัมของน้ำหนักพอลิเมอร์แห้ง มีรูพรุนน้อยกว่าและขนาดรูพรุนใหญ่กว่าอย่างเห็นได้ชัด ดังรูปที่ 4.3 และ 4.4

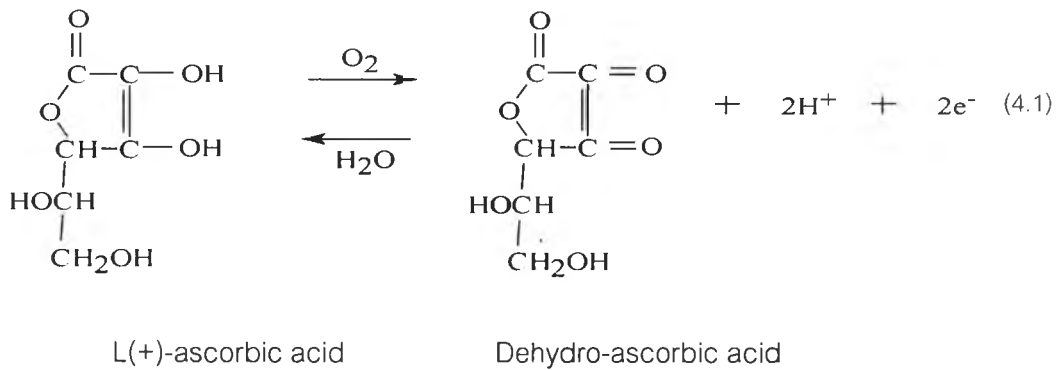
เมื่อเปรียบเทียบลักษณะอนุภาคของแป้งมันสำปะหลัง (รูปที่ 2.1) กับลักษณะของอนุภาคของ Saponified Starch-g-Poly(acrylic acid) (รูปที่ 4.1 – 4.4) แสดงให้เห็นว่าอนุภาคของแป้งมันสำปะหลังเปลี่ยนไปอย่างชัดเจน สรุปได้ว่า แป้งมันสำปะหลังทำปฏิกิริยากราฟต์โคพอลิเมอร์เซชันกับกรดอะคริลิก เกิดเป็นอนุภาคที่มีรูปร่างไม่แน่นอนและมีรูพรุน

4.1.2 อิทธิพลของตัวแปรต่อค่าการดูดซึมน้ำ

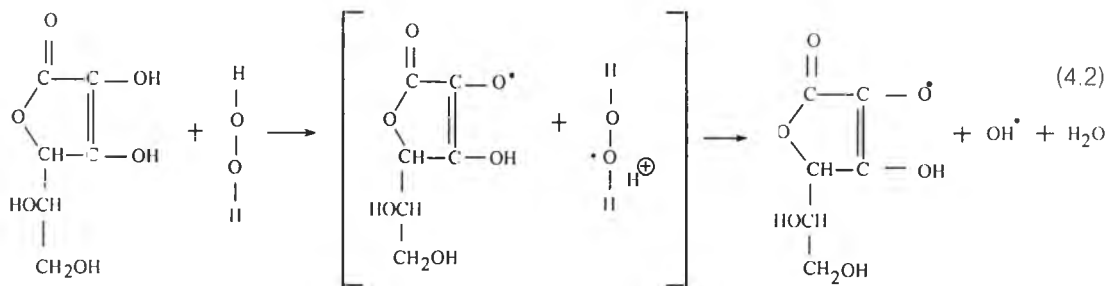
ปฏิกิริยากราฟต์โคพอลิเมอร์ของแป้งมันสำปะหลังกับกรดอะคริลิก เกิดโดยกลไกการริเริ่มปฏิกิริยาแบบรีดอกซ์ของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และกรดแอสคอร์บิก ดังต่อไปนี้

ก. ระบบรีดอกซ์ (Burns, 1963)

ระบบนี้ใช้กรดแอสคอร์บิกเป็นตัวรีดิวซ์ ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาร่วมกับสารประเภทเปอร์ออกไซด์ ในระบบสารละลายกรดแอสคอร์บิกสามารถถูกออกซิไดส์ด้วยออกซิเจนเป็นดีไฮโดรแอสคอร์บิกแอซิด ดังสมการที่ 4.1



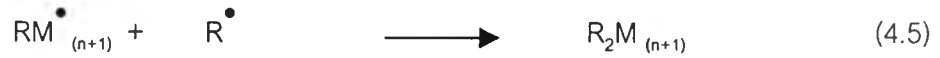
ปฏิกิริยารีดอกซ์นี้เกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอน 2 ตัว เป็นสมบัติทางเคมีที่สามารถทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกิดเป็นฟรีเรดิคัล ปฏิกิริยาออกซิเดชันอาจเกิดกลไกการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและโปรตอน ดังสมการที่ 4.2



เมื่ออุณหภูมิปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น คาดว่าเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อัตราเร็วการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นน้ำและออกซิเจนเร็วขึ้น โมเลกุลของออกซิเจนสามารถออกซิไดส์กรดแอสคอร์บิก (ฟอร์มแอล) เป็นดีไฮโดรแอสคอร์บิกแอซิด ซึ่งเป็นสารที่ไม่ว่องไวต่อปฏิกิริยากราฟต์โคพอลิเมอร์ของแป้งมันสำปะหลัง ดังสมการที่ 4.2

ปฏิกิริยาการเกิดไฮโมพอลิเมอร์เชชันและกราฟต์โคพอลิเมอร์เชชันเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน และเป็นปฏิกิริยาแข่งขันกัน ขึ้นกับจำนวนของฟรีเรดิคัล

ข. ปฏิกิริยาไฮโมพอลิเมอร์เชชัน



ไฮโมพอลิเมอร์



ไฮโมพอลิเมอร์

ค. ปฏิกิริยากราฟต์โคพอลิเมอร์เชชัน



กราฟต์โคพอลิเมอร์



กราฟต์โคพอลิเมอร์



กราฟต์โคพอลิเมอร์

ง. ปฏิกิริยาสิ้นสุดของเรดิคัล



4.1.2.1 อิทธิพลของเอ็น, เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์

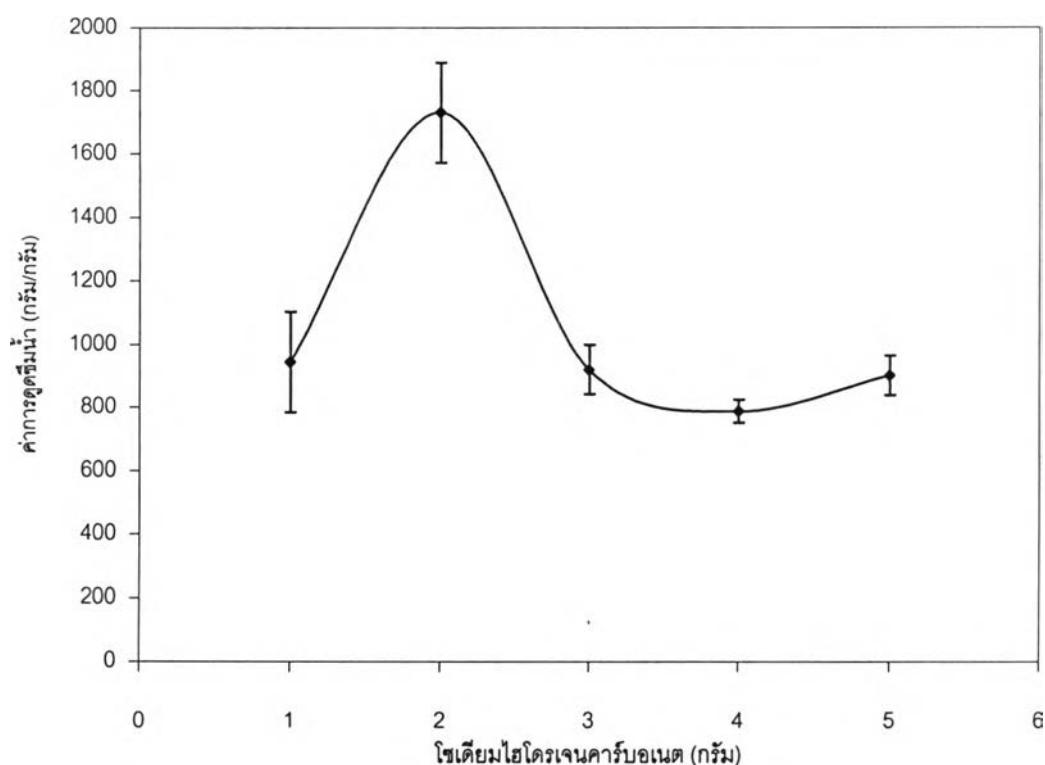
อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Saponified Starch-g-Poly(acrylic acid) ในน้ำกลั่น ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ที่มีผลต่อ Saponified Starch-g-Poly(acrylic acid)

เอ็น, เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ (% โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์)	ค่าการดูดซึมน้ำ (กรัมต่อกรัม)
0.30	73 ± 8
0.35	142 ± 17
0.38	252 ± 8
0.40	271 ± 12
0.42	265 ± 9
0.45	213 ± 4
0.50	151 ± 4

ข้อมูลนี้ได้จากภาวะปฏิกิริยาดังนี้ : น้ำแป้งมันสำปะหลังความเข้มข้น 10 % โดยน้ำหนักต่อปริมาตร, กรดอะคริลิก 8 ลิตร, ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 400 มิลลิลิตร, กรดแอสคอร์บิก 40 กรัม, แคลเซียมออกไซด์ 100 กรัม, เวลาในการทำปฏิกิริยากราฟต์ 30 นาทีและความเร็วรอบกวน 60 รอบต่อนาที

จากตารางที่ 4.1 พบว่าค่าการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นจาก 73 กรัมต่อกรัมเป็น 271 กรัมต่อกรัม เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์จาก 0.3 เป็น 0.4 % โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ต่อไปจนถึง 0.5 % โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ ค่าการดูดซึมน้ำลดลงเป็น 151 กรัมต่อกรัม ดังรูปที่ 4.5

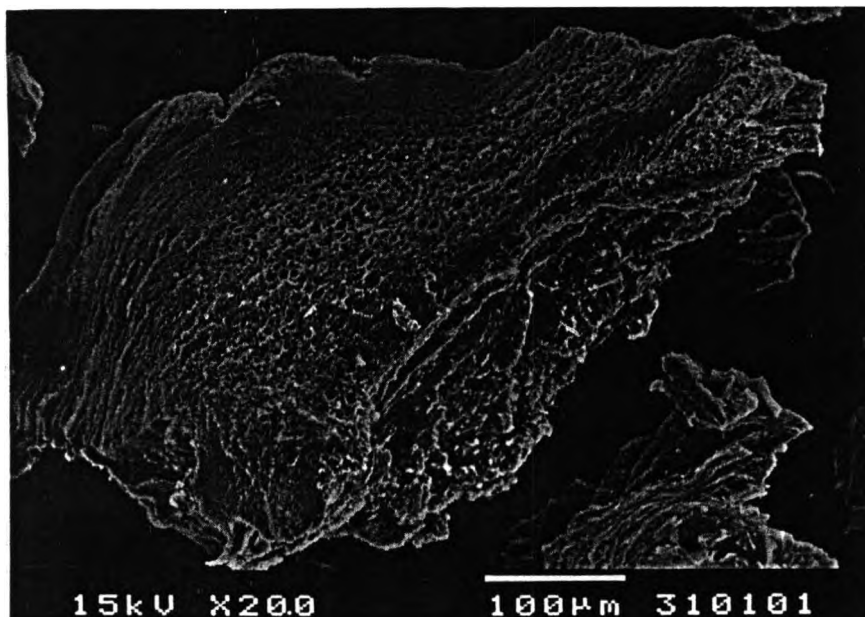


รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์กับค่าการดูดซึมน้ำ

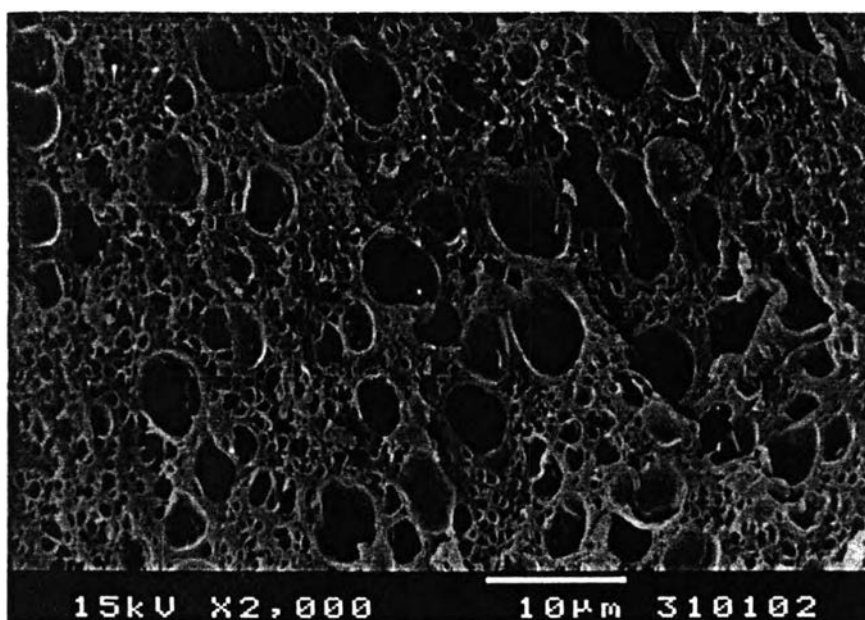
อิทธิพลของความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ต่อค่าการดูดซึมน้ำสามารถอธิบายได้ว่า เอ็น, เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์เป็นสารเชื่อมขวางที่เข้าไปช่วยยึดโครงสร้างของพอลิเมอร์ให้มีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น ความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ที่ 0.3 % โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ ค่าการดูดซึมน้ำต่ำเพราะสายโซ่พอลิเมอร์ไม่แข็งแรง ความยืดหยุ่นของสายโซ่สูงความสามารถในการกักเก็บน้ำไว้ในโครงสร้างของพอลิเมอร์จึงต่ำ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์เป็น 0.4% โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ ค่าการดูดซึมน้ำสูง 271 กรัมต่อกรัม เนื่องจากความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ทำให้สายโซ่พอลิเมอร์มีความแข็งแรงที่พอเหมาะและความยืดหยุ่นซึ่งเหมาะในการกักเก็บน้ำ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเอ็น, เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ต่อไปจนถึง 0.5 % โดยน้ำหนักของมอนอเมอร์ ค่าการดูดซึมน้ำลดลงเนื่องจากโครงสร้างของพอลิเมอร์มีความแข็งแรงมากเกินไป ความยืดหยุ่นลดลงซึ่งไม่เหมาะสมในการกักเก็บน้ำ

4.2 การสังเคราะห์ Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] ในระดับห้องปฏิบัติการ

4.2.1 ลักษณะอนุภาคของ Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] ในระดับขยายส่วน



รูปที่ 4.6 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 200 เท่า ของ Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] ที่ดูดซึมน้ำ 1270 ± 110 กรัมต่อกรัมน้ำหนักพอลิเมอร์แห้ง



รูปที่ 4.7 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 2000 เท่า ของ Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] ที่ดูดซึมน้ำ 1270 ± 110 กรัมต่อกรัมน้ำหนักพอลิเมอร์แห้ง

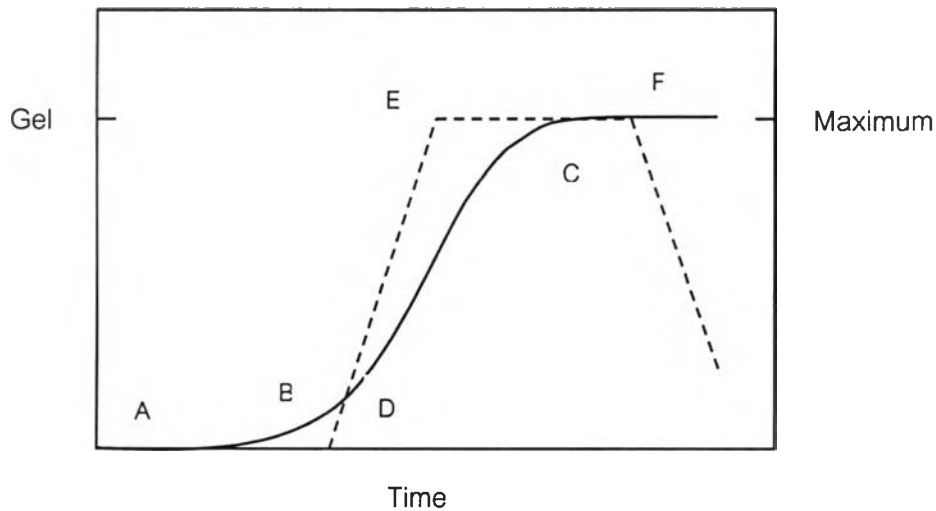
4.2.2 อิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ต่อค่าการดูดซึมน้ำสำหรับการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำที่มีอัตราการดูดซึมน้ำสูงสามารถสังเคราะห์ได้ด้วยเทคนิคพองแก๊ส (Gas blowing Technique) ซึ่งพอลิเมอร์ที่ได้จะมีรูพรุนที่เชื่อมต่อกัน (Interconnected pore) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 200 – 300 ไมโครเมตร จึงเรียกพอลิเมอร์นี้ว่า Superporous Hydrogels (SPHs) ความสามารถดูดซึมน้ำอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีการดูดซึมน้ำด้วยแรงดันคาпилลารี (Capillary pressure) ผ่านไปยังรูพรุนที่เชื่อมต่อกันเป็นช่องเปิดภายใน โครงสร้างของรูพรุนในพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำมีความสำคัญต่อสมบัติการดูดซึมน้ำอย่างรวดเร็ว

Gemeinhart และคณะ²⁴ (2000) ได้ศึกษาผลของความพรุนของพื้นผิว (Surface porosity) ต่อจลนพลศาสตร์การดูดซึมน้ำของพอลิเมอร์ โดยศึกษาลักษณะของพื้นผิว SPHs ที่สังเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบกราดและความพรุนของพื้นผิวสามารถวัดได้ด้วย Mercury porosimetry พบว่า ลักษณะของพื้นผิวและความพรุนของพื้นผิวของ SPHs ที่แตกต่างกันไม่ทำให้จลนพลศาสตร์การดูดซึมน้ำแตกต่างกันอย่างชัดเจน โครงสร้างของรูพรุนภายในพอลิเมอร์ยังคงเหมือนเดิมแม้ว่าพื้นผิวรูพรุนจะเปลี่ยนไป จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า จลนพลศาสตร์การดูดซึมน้ำของ SPHs เป็นผลที่เกิดจากโครงสร้างรูพรุนภายในพอลิเมอร์อย่างเด่นชัดและความพรุนของพื้นผิวที่แตกต่างเล็กน้อยไม่ทำให้จลนพลศาสตร์ของ SPHs เปลี่ยนแปลง

งานวิจัยนี้ศึกษาการเตรียมพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำจากกรดอะคริลิกและอะคริลาไมด์ด้วยเทคนิคพองแก๊สเพื่อเพิ่มอัตราการดูดซึมน้ำของพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์โดยใช้โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) เป็นสารช่วยให้เกิดฟอง (Foaming agent) เมื่อโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตทำปฏิกิริยาเคมีกับกรดอะคริลิกที่เป็นมอนอเมอร์จะเกิดฟองแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ฟองแก๊สที่เกิดขึ้นจะเคลื่อนที่ผ่านสารละลายพอลิเมอร์ขณะที่ยังมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ๆ ทำให้เกิดรูพรุนในโครงสร้างได้

การทำปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันและกระบวนการเกิดโฟม¹⁶

ในการเตรียมพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำที่เป็นเนื้อเดียวกัน เวลาในการเกิดโฟมและการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันจะมีความสำคัญมากดังรูปที่ 4.8 แสดงกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำ เมื่อใช้แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟตและเอ็น,เอ็น,เอ็น,เอ็น-เททระเมทิลเอทิลีนไดเอมีนเป็นสารริเริ่มปฏิกิริยา อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะขึ้นกับค่าความเป็นกรด-เบส ค่าที่เหมาะสมคือ ประมาณ 7 – 8 ซึ่งที่ค่าความเป็นกรด-เบสนี้ทำให้ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันเกิดได้อย่างรวดเร็วภายหลังการเติมสารริเริ่มปฏิกิริยา ถ้าโฟมเกิดขึ้นก่อนหรือหลังปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันมาก โฟมจะเกิดขึ้นและลดลงก่อนที่สารละลายพอลิเมอร์จะกลายเป็นเจลทำให้พอลิเมอร์มีรูพรุนต่ำหรือไม่มีรูพรุน ถ้าโฟมเกิดขึ้นช้าเกินไป สารละลายพอลิเมอร์จะมีความหนืดสูงเกินที่ฟองแก๊สจะแพร่กระจายเข้าไปในเนื้อเจลได้ ในการเตรียมพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำที่มีรูพรุนสูงนี้จะต้องควบคุมเวลาในการเติมสารช่วยให้เกิดโฟมและเวลาในการกลายเป็นเจลสมดุลกัน



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ของจลนพลศาสตร์ของการเกิดเจลโดยปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันแบบที่ใช้สาร
เชื่อมขวางกับการเกิดโฟม : เส้นทึบ A-B-C แสดงกระบวนการพอลิเมอไรเซชัน
เส้นปะ D-E-F แสดงกระบวนการเกิดโฟม

การเริ่มปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน (จุด A) จะเติมสารทุกตัวยกเว้นไฮโดรเจนคาร์บอเนต เนื่องจากมีกรดในปฏิกิริยา ค่าความเป็นกรด-เบสในปฏิกิริยาประมาณ 5 – 6 ดังนั้น เอ็น,เอ็น,เอ็น,เอ็น-เทตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน (TMED) ยังไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาให้แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต (APS) เกิดเป็นฟรีเรดิคัลได้ เพราะ TMED ให้โปรตอนที่ภาวะนี้ จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันอย่างช้า ๆ จาก (A → B) ที่จุด D จะทำการเติมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ลงในสารละลายพอลิเมอร์และทำปฏิกิริยากับกรดอะคริลิกเป็นการเริ่มต้นของกระบวนการเกิดโฟม (D → E) ขณะนั้นค่าความเป็นกรด-เบสเพิ่มขึ้นเป็น 7 – 8 เพราะมีปริมาณไฮโดรเจนคาร์บอเนตมากเกินไป ที่ภาวะนี้ TMED สามารถเร่งปฏิกิริยาให้ APS เกิดเป็นฟรีเรดิคัล อัตราการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (B → C) และกลายเป็นเจลที่จุด C ซึ่งเป็นผลให้เกิดฟองแก๊สและรูพรุนในพอลิเมอร์ กระบวนการเกิดฟองแก๊สและการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ดังนั้นการควบคุมเวลาจึงจำเป็นมาก โฟมจะเกิดขึ้นสูงสุด (E → F) และภายหลังจากจุด F โฟมจะยุบตัวลง พอลิเมอร์จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วภายใต้ระบบรีดอกซ์ของ APS/TMED ซึ่งโฟมคงตัวจนกระทั่งเกิดเป็นเจลพอลิเมอร์

4.2.2.1 อิทธิพลของโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต

อิทธิพลของความเข้มข้นของโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Poly [(acrylic acid)-co-acrylamide] ในน้ำกลั่น ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2

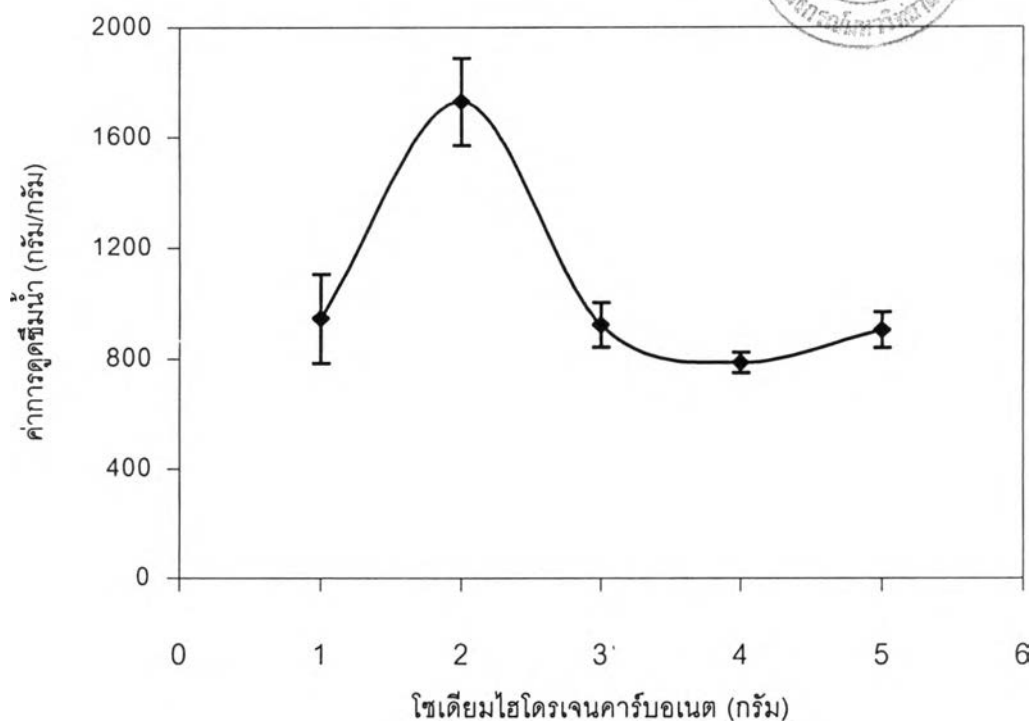
ตารางที่ 4.2 อิทธิพลของความเข้มข้นของโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide]

โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (กรัม)	ค่าการดูดซึมน้ำ (กรัมต่อกรัม)
1	944 ± 160
2	1730 ± 158
3	920 ± 79
4	786 ± 37
5	900 ± 63

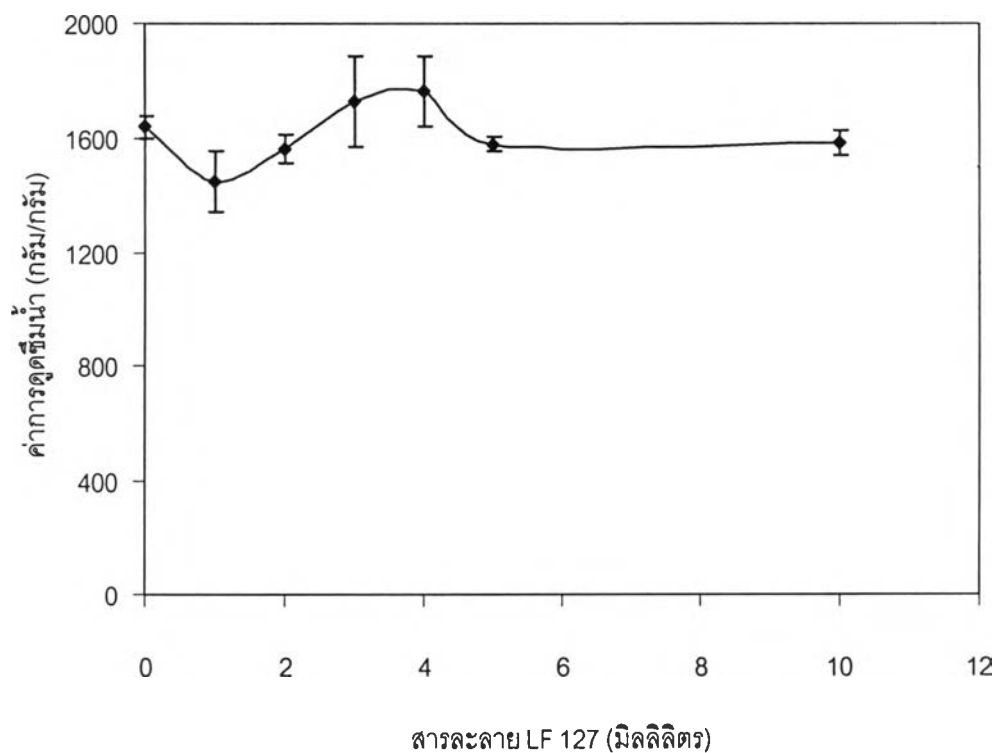
ข้อมูลนี้ได้จากภาวะปฏิกิริยาดังนี้ : กรดอะคริลิก 5.5 มิลลิลิตร (นิวทรัลไลซ์ 40 % ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์), อะคริลาไมด์ 1.425 กรัม, แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต 0.056 กรัม, เอ็น,เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ 0.065 กรัม, สารละลาย LF[®]127(ความเข้มข้น 2 % โดยน้ำหนัก) 3 มิลลิลิตร, เอ็น,เอ็น,เอ็น,เอ็น-เทตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน 0.15 มิลลิลิตร, เวลาในการทำปฏิกิริยา 30 นาทีและความเร็วรอบกวน 250 รอบต่อนาที

จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นจาก 944 กรัมต่อกรัมเป็น 1730 กรัมต่อกรัมเมื่อเพิ่มปริมาณโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตจาก 1 เป็น 2 กรัมเมื่อเพิ่มปริมาณโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตต่อไปจนถึง 5 กรัม ค่าการดูดซึมน้ำจะลดลงเป็น 900 กรัม ดังรูปที่ 4.9

อิทธิพลของโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) ต่อค่าการดูดซึมน้ำ สามารถอธิบายได้ว่า NaHCO_3 จะทำปฏิกิริยากับกรดอะคริลิกที่ยังไม่ถูกนิวทรัลไลซ์ได้เป็นเกลืออะคริเลตซึ่งมีความสามารถในการแตกตัวสูง การเกิดเป็นพอลิเมอร์ของเกลืออะคริเลตและอะคริลาไมด์จึงน้อยลง เพราะค่า reactivity ratio ของโซเดียมอะคริเลตต่ำกว่ากรดอะคริลิก NaHCO_3 จะช่วยนิวทรัลไลซ์กรดอะคริลิกที่เหลือให้กลายเป็นโซเดียมอะคริเลตซึ่งสามารถแตกตัวได้ หมู่ฟังก์ชันคาร์บอกซิลไอออนและโซเดียมไอออน โดยประจุลบของหมู่ฟังก์ชันคาร์บอกซิลบนสายโซ่พอลิเมอร์จะเกิดแรงผลักรหว่าง (Electrostatic repulsion) ทำให้โครงสร้างของพอลิเมอร์ขยายตัว แต่เมื่อมี NaHCO_3 มากเกินไปจะทำให้โซเดียมไอออนจำนวนมากมาล้อมรอบประจุลบของหมู่ฟังก์ชันคาร์บอกซิลทำให้แรงผลักระหว่างประจุลบลดลง จึงเป็นผลให้ค่าการดูดซึมน้ำลดลง



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไซเตียมไฮโดรเจนคาร์บอนเนตกับค่าการดูดซึมน้ำ



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารละลาย LF[®] 127 กับค่าการดูดซึมน้ำ

4.2.2.2 อิทธิพลของสารละลาย LF[®]127

อิทธิพลของสารละลาย LF[®]127 ต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] ในน้ำกลั่น ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 อิทธิพลของสารละลาย LF[®]127 ต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide]]

สารละลาย LF [®] 127 (มิลลิลิตร)	ค่าการดูดซึมน้ำ (กรัมต่อกรัม)
0	1638 ± 38
1	1448 ± 110
2	1560 ± 50
3	1730 ± 158
4	1762 ± 124
5	1580 ± 23
10	1584 ± 41

ข้อมูลนี้ได้จากภาวะปฏิกิริยาดังนี้ : กรดอะคริลิก 5.5 มิลลิลิตร (นิวทริลไลซ์ 40 % ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์), อะคริลามิด 1.425 กรัม, แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต 0.056 กรัม, เอ็น,เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลามิด 0.065 กรัม, โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 2 กรัม, เอ็น,เอ็น,เอ็น,เอ็น-เททระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน 0.15 มิลลิลิตร, เวลาในการทำปฏิกิริยา 30 นาทีและความเร็วรอบกวน 250 รอบต่อนาที

จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่าการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นจาก 1448 กรัมต่อกรัมเป็น 1730 กรัมต่อกรัมเมื่อเพิ่มปริมาณสารละลาย LF[®]127 จาก 1 เป็น 3 มิลลิลิตรและเมื่อเพิ่มปริมาณสารละลาย LF[®] 127 ต่อไป ค่าการดูดซึมน้ำจะลดลงเป็น 1584 กรัมต่อกรัม ดังรูปที่ 4.10

สารละลาย LF[®]127 (polyoxyethylene/polyoxypropylene) เป็น nonionic foam stabilizer มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 9,800 – 14,600 g mol⁻¹ LF[®]127 เป็นโมเลกุลที่ค่อนข้างมีขั้วจึงสามารถละลายในน้ำและแอลกอฮอล์ซึ่งช่วยเพิ่มความคงตัวให้ฟองแก๊ส จากผลการทดลอง LF[®]127 มีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำอย่างไม่ชัดเจน ค่าการดูดซึมน้ำค่อนข้างใกล้เคียงกันแต่แสดงค่าการดูดซึมน้ำสูงสุดที่ปริมาณ LF[®]127 เท่ากับ 3 และ 4 มิลลิลิตรเนื่องจากระยะเวลาคงตัวของฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตกับกรดอะคริลิกมีความเหมาะสมต่อกระบวนการพอลิเมอไรเซชัน เมื่อพอลิเมอร์มีความหนืดสูงขึ้นฟองก๊าซไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านได้จึงไม่มีผลต่อค่าการดูดซึมน้ำแม้ว่าจะเพิ่มปริมาณของสารละลาย LF[®]127 ให้มากขึ้น

4.2.2.3 อิทธิพลของการนิวทรัลไลซ์กรดอะคริลิก

อิทธิพลของการนิวทรัลไลซ์กรดอะคริลิกต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] ในน้ำกลั่น ผลการทดลองดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 อิทธิพลของการนิวทรัลไลซ์กรดอะคริลิกที่มีผลต่อ Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide]

อะคริลาไมด์ : กรดอะคริลิก	% การนิวทรัลไลซ์	ค่าการดูดซึมน้ำ (กรัมต่อกรัม)
20 : 80	0	769 ± 40
	40	1730 ± 158
40 : 60	0	850 ± 45
	40	1325 ± 164

ข้อมูลนี้ได้จากภาวะปฏิกิริยาดังนี้ : แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต 0.056 กรัม, เอ็น,เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ 0.065 กรัม, โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 2 กรัม, สารละลาย LF[®]127 (ความเข้มข้น 2 %โดยน้ำหนัก) 3 มิลลิลิตร, เอ็น,เอ็น,เอ็น,เอ็น-เทตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน 0.15 มิลลิลิตร, เวลาในการทำปฏิกิริยา 30 นาทีและความเร็วรอบกวน 250 รอบต่อนาที

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ที่อัตราของอะคริลาไมด์ : กรดอะคริลิกทั้งที่ 20 : 80 และ 40 : 60 พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำที่เตรียมจากกรดอะคริลิกที่นิวทรัลไลซ์ 40 % ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์จะให้ค่าการดูดซึมน้ำสูงกว่ากรดอะคริลิกที่ไม่ได้นิวทรัลไลซ์ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าสายโซ่ของพอลิเมอร์ประกอบด้วยหมู่ฟังก์ชันที่สามารถแตกตัวได้ (ionizable groups) แรงในการบวมตัวของพอลิเมอร์จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการจัดตัว (Localization) ของประจุบนสายโซ่พอลิเมอร์ เมื่อนิวทรัลไลซ์กรดอะคริลิกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ก่อนทำปฏิกิริยากราฟต์โคพอลิเมอร์ ประจุลบของหมู่ฟังก์ชันคาร์บอกซิลบนสายโซ่จะเกิดแรงผลักต่อกันทำให้โครงสร้างของพอลิเมอร์ขยายตัว ดังนั้นพอลิเมอร์ที่นิวทรัลไลซ์กรดอะคริลิก 40 % จึงให้ค่าการดูดซึมน้ำสูงกว่าพอลิเมอร์ที่ไม่ได้นิวทรัลไลซ์

4.2.2.4 อิทธิพลของความเร็วรอบกวนของใบพัด

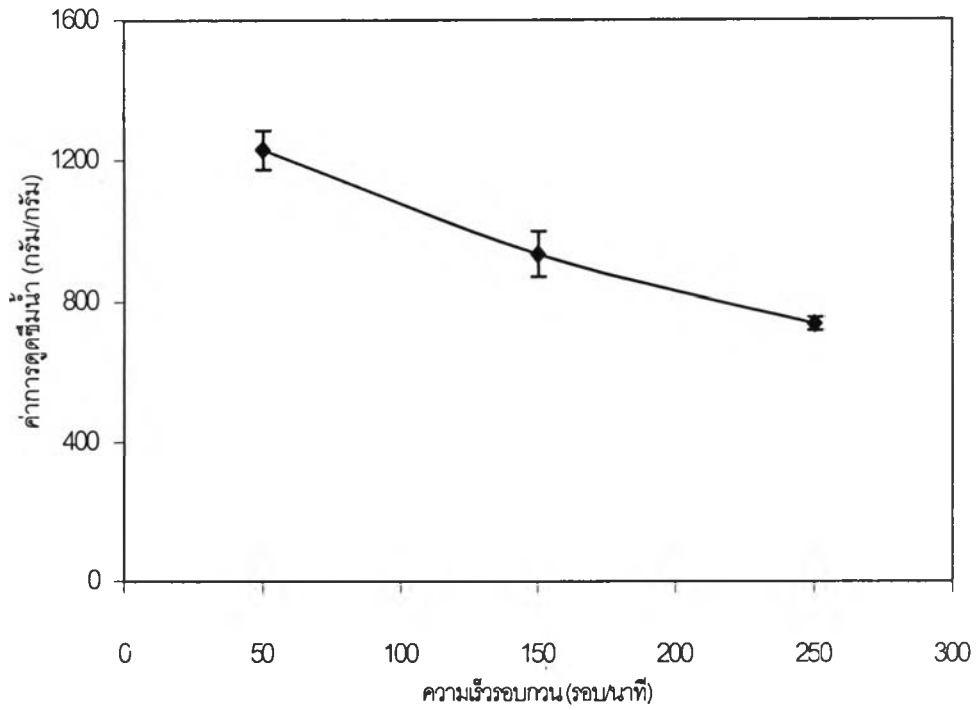
อิทธิพลของความเร็วรอบกวนของใบพัดต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] ในน้ำกลั่น ผลการทดลองดังตารางที่ 4.5 ตารางที่ 4.5 อิทธิพลของความเร็วรอบกวนของใบพัดที่มีผลต่อ Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide]

ความเร็วรอบกวนของใบพัด (รอบต่อนาที)	ค่าการดูดซึมน้ำ (กรัมต่อกรัม)
50	1229 ± 57
150	934 ± 64
250	737 ± 19

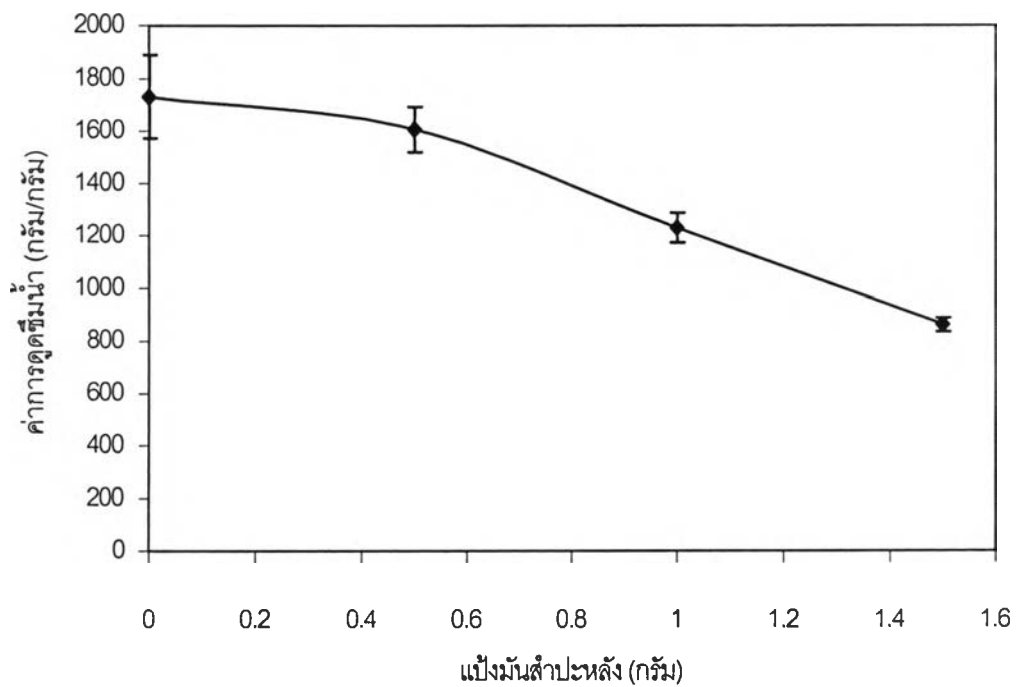
ข้อมูลนี้ได้จากภาวะปฏิกิริยาดังนี้ : แป้งมันสำปะหลัง 1 กรัม, กรดอะคริลิก 5.5 มิลลิลิตร (นิวทรัลไลซ์ 40 % ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์), อะคริลาไมด์ 1.425 กรัม, แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต 0.056 กรัม, เอ็น, เอ็น-เมทิลบิสอะคริลาไมด์ 0.065 กรัม, โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 2 กรัม, สารละลาย LF[®]127 (ความเข้มข้น 2 % โดยน้ำหนัก) 3 มิลลิลิตร, เอ็น, เอ็น, เอ็น, เอ็น-เททระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน 0.15 มิลลิลิตรและเวลาในการทำปฏิกิริยา 30 นาที

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ค่าการดูดซึมน้ำลดลงจาก 1229 กรัมต่อกรัมเป็น 737 กรัมต่อกรัม เมื่อความเร็วรอบกวนของใบพัดเพิ่มขึ้นจาก 50 เป็น 250 รอบต่อนาที ดังรูปที่ 4.11

อิทธิพลของความเร็วรอบกวนของใบพัดต่อค่าการดูดซึมน้ำ สามารถอธิบายได้ว่าความเร็วรอบกวนที่สูงเกินไปจะทำให้โมเลกุลของมอนอเมอร์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง โอกาสที่โมเลกุลของมอนอเมอร์จะทำปฏิกิริยาเชื่อมต่อกันเป็นโคพอลิเมอร์หรือทำปฏิกิริยากาฟต์กับแป้งมันสำปะหลังลดลง คาดว่าเนื่องจากโมเลกุลของมอนอเมอร์ต่างมีพลังงานจลน์ในโมเลกุลสูง เมื่อเคลื่อนที่มาเจอกันจึงไม่สามารถทำปฏิกิริยากันได้เพราะต่างจะเคลื่อนที่ไปตามความเร็วที่คงอยู่ในโมเลกุลและกระแสของสารละลายพอลิเมอร์ที่ปั่นป่วนอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้โมเลกุลของมอนอเมอร์ที่กำลังเกิดปฏิกิริยาต้องแยกออกจากกันจึงเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์เชนได้ไม่ดีเท่าที่ควร อาจเป็นสาเหตุให้ค่าการดูดซึมน้ำลดลง



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกวนของใบพัดต่อค่าการดูดซึมน้ำ



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำมันสำปะหลังต่อค่าการดูดซึมน้ำ

4.2.2.5 อิทธิพลของแป้งมันสำปะหลัง

อิทธิพลของปริมาณแป้งมันสำปะหลังต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] ในน้ำกลั่น ผลการทดลองดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 อิทธิพลของแป้งมันสำปะหลังที่มีผลต่อ Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide]

แป้งมันสำปะหลัง (กรัม)	ค่าการดูดซึมน้ำ (กรัมต่อกรัม)
0	1730 ± 158
0.5	1606 ± 87
1.0	1229 ± 57
1.5	862 ± 26

ข้อมูลนี้ได้จากภาวะปฏิกิริยาดังนี้ : กรดอะคริลิก 5.5 มิลลิลิตร (นิวทรัลไลซ์ 40 % ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์), อะคริลาไมด์ 1.425 กรัม, แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต 0.056 กรัม, เอ็น,เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ 0.065 กรัม, โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 2 กรัม, สารละลาย LF[®]127 (ความเข้มข้น 2 % โดยน้ำหนัก) 3 มิลลิลิตร, เอ็น,เอ็น,เอ็น,เอ็น-เทตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน 0.15 มิลลิลิตร, เวลาในการทำปฏิกิริยา 30 นาทีและความเร็วรอบกวน 50 รอบต่อนาที

จากตารางที่ 4.6 พบว่าค่าการดูดซึมน้ำลดลงจาก 1730 กรัมต่อกรัมเป็น 862 กรัมต่อกรัม เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลังจนถึง 1.5 กรัม ดังรูปที่ 4.12

เมื่อปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ค่าการดูดซึมน้ำลดลง ที่ความเข้มข้นของแป้งมันสำปะหลังสูงจะมีมอนอเมอร์จำนวนเล็กน้อยที่สามารถแพร่ไปกราฟต์บนสายโซ่ของแป้งมันสำปะหลังซึ่งมอนอเมอร์ส่วนใหญ่จะเกิดเป็นโฮโมพอลิเมอร์เนื่องจากการชนกันเพราะความหนืดของแป้งมันสำปะหลัง การย้ายโซ่ไปยังพอลิเมอร์ก็จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นของมอนอเมอร์เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลให้เกิดโซ่กิ่งและปฏิกิริยาเชื่อมขวางมากขึ้น Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] สามารถบวมน้ำได้เนื่องจากมีหมู่ฟังก์ชันที่ชอบน้ำ (หมู่เอไมด์และคาร์บอกซิลิก) ในโครงสร้าง สมดุลการบวมน้ำของพอลิเมอร์ที่สามารถแตกตัวได้ (Ionized hydrogel) เกิดจากสมดุลของแรง 3 แรง คือ

1. พลังงานอิสระของของผสมระหว่างโครงสร้างพอลิเมอร์และสารละลาย
2. ความแตกต่างของแรงดันออสโมซิสเนื่องจากความเข้มข้นของไอออนภายในเจลและสารละลายภายนอก
3. ความยืดหยุ่นของเจลเนื่องจากโครงสร้างของพอลิเมอร์

การดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีหมู่ฟังก์ชันที่ชอบน้ำซึ่งจะทำให้เกิดการกระจายตัวในสารละลายได้ดี

4.2.3 อิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ต่อค่าการดูดซึมน้ำสำหรับการทดลองในระดับขยายส่วน

4.2.3.1 อิทธิพลของอัตราส่วนอะคริลาไมด์ต่อกรดอะคริลิก

อิทธิพลของอัตราส่วนอะคริลาไมด์ต่อกรดอะคริลิก ต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Poly(acrylic acid-co-acrylamide) ในน้ำกลั่น ผลการทดลองดังตารางที่ 4.7

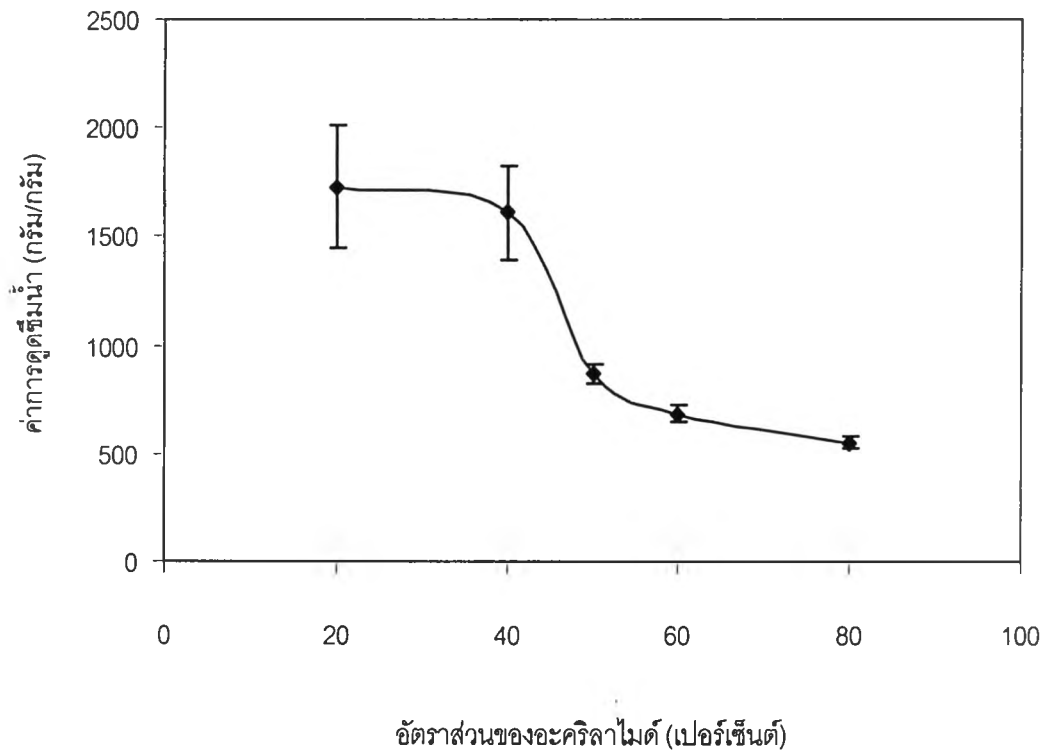
ตารางที่ 4.7 อิทธิพลของอัตราส่วนอะคริลาไมด์ต่อกรดอะคริลิกต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Poly(acrylic acid-co-acrylamide)

อะคริลาไมด์ : กรดอะคริลิก	ค่าการดูดซึมน้ำ (กรัม/กรัม)
20 : 80	1730 ± 282
40 : 60	1614 ± 216
50 : 50	877 ± 44
60 : 40	690 ± 39
80 : 20	555 ± 26

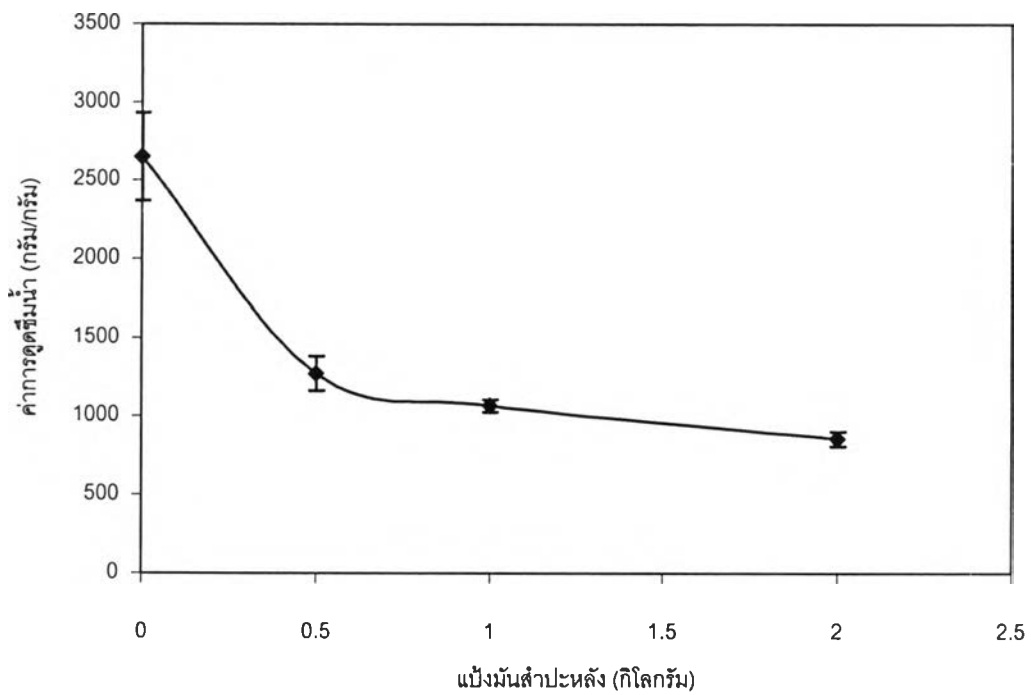
ข้อมูลนี้ได้จากภาวะปฏิกิริยาดังนี้ : กรดอะคริลิก (นิวทรัลไลซ์ 40 % ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์), แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต 33.54 กรัม, เอ็น,เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ 38.82 กรัม, โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 1.2 กิโลกรัม, สารละลาย LF[®]127 (ความเข้มข้น 2 % โดยน้ำหนัก) 1.8 ลิตร, เอ็น,เอ็น,เอ็น, เอ็น-เทตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน 90 มิลลิลิตร, เวลาในการทำปฏิกิริยา 30 นาทีและความเร็วรอบกวน 60 รอบต่อนาที

จากตารางที่ 4.7 พบว่าค่าการดูดซึมน้ำลดลงจาก 1730 กรัมต่อกรัมเป็น 555 กรัมต่อกรัมเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของอะคริลาไมด์ : กรดอะคริลิก จาก 20 : 80 จนถึง 80 : 20 ดังรูปที่ 4.13

แรติคัลโคพอลิเมอร์ของอะคริลาไมด์และกรดอะคริลิกมี reactivity ratio เท่ากับ 0.6 และ 1.43 ตามลำดับ กรดอะคริลิกมีค่า reactivity ratio สูงกว่า จึงเป็นผลให้กรดอะคริลิกชอบที่จะเกิดเป็นโคพอลิเมอร์ เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไป ทั้งในสารป้อนและในโคพอลิเมอร์จะมีความเข้มข้นของอะคริลาไมด์สูง โครงสร้างของโคพอลิเมอร์จะประกอบด้วยกรดอะคริลิกจำนวนมาก ซึ่งทำให้กราฟต์โคพอลิเมอร์มีหมู่ฟังก์ชัน ionic สูง ค่าการดูดซึมน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนหมู่ฟังก์ชัน ionic และ hydrophillic เพิ่มขึ้น



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของอะคริลาไมด์กับค่าการดูดซึมน้ำ



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างแป้งมันสำปะหลังต่อค่าการดูดซึมน้ำ

4.2.3.2 อิทธิพลของแป้งมันสำปะหลัง

อิทธิพลของปริมาณแป้งมันสำปะหลังต่อค่าการดูดซึมน้ำของ Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] ในน้ำกลั่น ผลการทดลองดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 อิทธิพลของแป้งมันสำปะหลังที่มีผลต่อ Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide]

แป้งมันสำปะหลัง (กิโลกรัม)	ค่าการดูดซึมน้ำ (กรัมต่อกรัม)
0	2650 ± 282
0.5	1270 ± 110
1.0	1064 ± 40
2.0	855 ± 47

ข้อมูลนี้ได้จากภาวะปฏิกิริยาดังนี้ : กรดอะคริลิก 3.3 ลิตร (นิวทรัลไลซ์ 40 % ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์), อะคริลาไมด์ 0.85 กิโลกรัม, แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต 33.54 กรัม, เอ็น,เอ็น-เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ 38.82 กรัม, โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 1.2 กิโลกรัม, สารละลาย LF[®]127 (ความเข้มข้น 2 % โดยน้ำหนัก) 1.8 ลิตร, เอ็น,เอ็น,เอ็น,เอ็น-เทตระเมทิลเอทิลีนไดเอมีน 90 มิลลิลิตร, เวลาในการทำปฏิกิริยา 30 นาทีและความเร็วรอบกวน 60 รอบต่อนาที

จากตารางที่ 4.8 พบว่าค่าการดูดซึมน้ำลดลงจาก 2650 กรัมต่อกรัมเป็น 855 กรัมต่อกรัม เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลังจนถึง 2 กิโลกรัม ดังรูปที่ 4.14

เมื่อปริมาณแป้งมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ค่าการดูดซึมน้ำลดลง ที่ความเข้มข้นของแป้งมันสำปะหลังสูงจะมีมอนอเมอร์จำนวนเล็กน้อยที่สามารถแพร่ไปกราฟต์บนสายโซ่ของแป้งมันสำปะหลังซึ่งมอนอเมอร์ส่วนใหญ่จะเกิดเป็นโฮโมพอลิเมอร์เนื่องจากการชนกันเพราะความหนืดของแป้งมันสำปะหลัง การย้ายโซ่ไปยังพอลิเมอร์ก็จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นของมอนอเมอร์เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลให้เกิดโซ่กิ่งและปฏิกิริยาเชื่อมขวางมากขึ้น Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide] สามารถบวมน้ำได้เนื่องจากมีหมู่ฟังก์ชันที่ชอบน้ำ (หมู่เอไมด์และคาร์บอกซิลิก) ในโครงสร้าง

4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการเตรียมพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำทั้ง 2 วิธี

ในงานวิจัยนี้ ทำการสังเคราะห์พอลิเมอร์ดูดซึมน้ำจากแป้งมันสำปะหลังกราฟต์กรดอะคริลิก และกรดอะคริลิก/อะคริลาไมด์ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบความแตกต่างของพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำที่เตรียมจากแป้งมันสำปะหลังกราฟต์ กรดอะคริลิกและกรดอะคริลิก/อะคริลาไมด์

ความแตกต่าง	Starch-g-Poly(acrylic acid)	Starch-g-Poly[(acrylic acid)-co-acrylamide]
<u>ขั้นตอนการเตรียม</u>		
สารริเริ่มปฏิกิริยา	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ / กรดแอสคอร์บิก	แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต / เอ็น,เอ็น, เอ็น,เอ็น-เมทิลเอทิลีนไดเอมีน
มอนอเมอร์	กรดอะคริลิก	กรดอะคริลิก/อะคริลาไมด์
การสะพอนิไฟ		
- สารเคมีที่ใช้	สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์	-
- ระยะเวลา	1 ชั่วโมง	-
การนิวทริลไลซ์กรดอะคริลิก		
- สารเคมีที่ใช้	-	โซเดียมไฮดรอกไซด์
กระบวนการโฟมมิง		
- สารช่วยให้เกิดโฟม	-	โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต
<u>ลักษณะของพอลิเมอร์</u>		
ความหนืดของพอลิเมอร์เจล	ความหนืดมาก	ความหนืดน้อย
ลักษณะรูพรุน	รูพรุนเล็กขนาดค่อนข้างใกล้เคียงกัน ผนังเชื่อมต่อระหว่างรูพรุนบางมาก	รูพรุนขนาดใหญ่กระจายทั่วไปมีรูพรุน ขนาดเล็กกระจายล้อมรอบ ผนังเชื่อม ระหว่างรูพรุนหนา
ค่าการดูดซึมน้ำ	271 ± 12 กรัม/กรัม	1270 ± 110 กรัม/กรัม

- ไม่ต้องใช้สารเคมีหรือกรรมวิธีที่ระบุ

จากตารางที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าการเตรียมพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำด้วยวิธีที่สองหรือแป้งมันสำปะหลังกราฟต์กรดอะคริลิก/อะคริลาไมด์มีประสิทธิภาพมากกว่าการเตรียมโดยวิธีที่หนึ่งหรือแป้งมันสำปะหลังกราฟต์กรดอะคริลิกเนื่องจากสารริเริ่มปฏิกิริยาของวิธีที่สองคือแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต/เอ็น,เอ็น,เอ็น,เอ็น-เมทิลเอทิลีนไดเอมีนมีความเสถียรมากกว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์/กรดแอสคอร์บิก เนื่องจากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน อัตราการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นน้ำและออกซิเจนเร็วขึ้น โมเลกุลของออกซิเจนสามารถออกซิไดส์กรดแอส

คอร์บิกเป็นกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิกซึ่งไม่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยากราฟต์โคพอลิเมอร์ไรเซชัน (ดังสมการ 4.1)

การเตรียมพอลิเมอร์ดูดซึมน้ำด้วยวิธีที่สองซึ่งเป็นกระบวนการโฟมมิงทำให้อุณหภูมิของพอลิเมอร์เจลไม่สูงเท่ากับวิธีที่หนึ่งเพราะฟองแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะช่วยพาความร้อนออกไปสู่บรรยากาศจึงเป็นการลดพลังงานที่ใช้ในการเตรียม และยังมีความสะดวกและเหมาะสมต่อการผลิตในระดับอุตสาหกรรมมากกว่าวิธีที่หนึ่ง เนื่องจากใช้เวลาน้อยกว่าเพราะไม่มีขั้นตอนของการสะพอนิไฟ และพอลิเมอร์เจลที่ได้ภายหลังทำปฏิกิริยากราฟต์โคพอลิเมอร์ไรเซชันมีความหนืดน้อยกว่า ทำให้สะดวกในการตัดและตกตะกอนด้วยเมทานอล ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาในการเตรียม นอกจากนี้วิธีที่สองยังได้พอลิเมอร์ที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากกว่าวิธีที่หนึ่งประมาณ 5 เท่า