

บทที่ 5

ผลการวิจัยและการวิจารณ์ผล

5.1 การวัดประจุของน้ำกลั่น

ในการวิจัย ได้ตรวจสอบปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีต่าง ๆ ซึ่งมีปริมาตรและความเข้มข้นเท่าที่ใช้ในการโคเตรคคอลลอยด์ โดยใช้ น้ำกลั่นเป็นตัวอย่างซึ่งได้ผลดังแสดงในภาพ 5.1 - 5.2

ภาพ 5.1 แสดงว่า แบลงค์ของการโคเตรคโดยตรงด้วย พีวีเอสเอเค มีค่าเท่ากับ 1.2 และ 3.0 มล. เมื่อน้ำกลั่นเติมด้วย คีทีพีเอ็ม 5×10^{-4} จำนวน 0 และ 2 มล. ตามลำดับ

ภาพ 5.2 แสดงการโคเตรคน้ำกลั่นซึ่งเติม คีทีพีเอ็ม ปริมาตรต่าง ๆ ที่พีเอช 7 ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกับการทดลองของ WANG (17, 18) คือ ปฏิกิริยาระหว่าง พีวีเอสเอเค กับคีทีพีเอ็ม เป็นแบบสทอยชิโอเมตริก

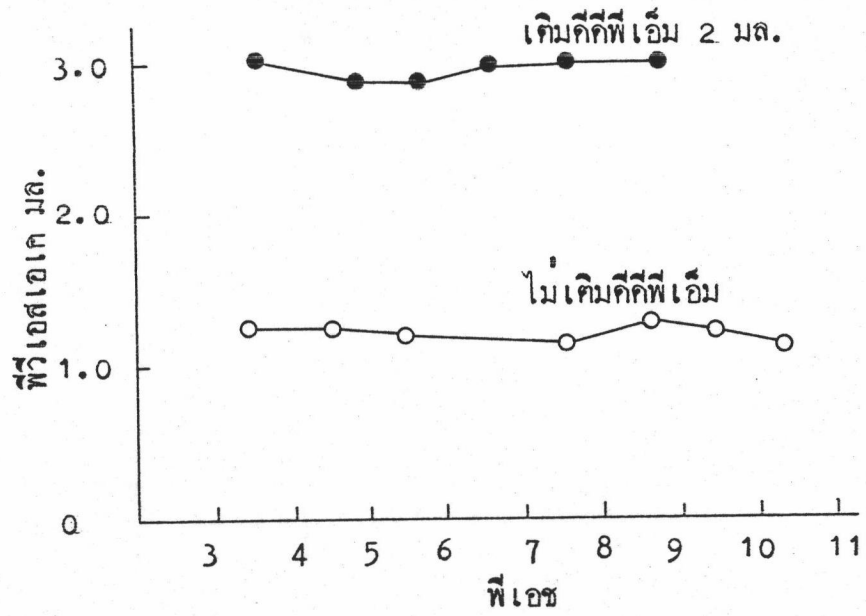
ผลการตรวจสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การวัดประจุของตัวอย่างใด ๆ ที่พีเอชต่าง ๆ สามารถเปรียบเทียบกับแบลงค์อันเดียวกันได้ และก็เป็นที่ยืนยันว่า ปฏิกิริยาระหว่าง พีวีเอสเอเค กับคีทีพีเอ็มเป็นแบบสทอยชิโอเมตริกตามสมมุติฐานของการโคเตรคคอลลอยด์

5.2 การวัดประจุของสารละลายสารส้ม

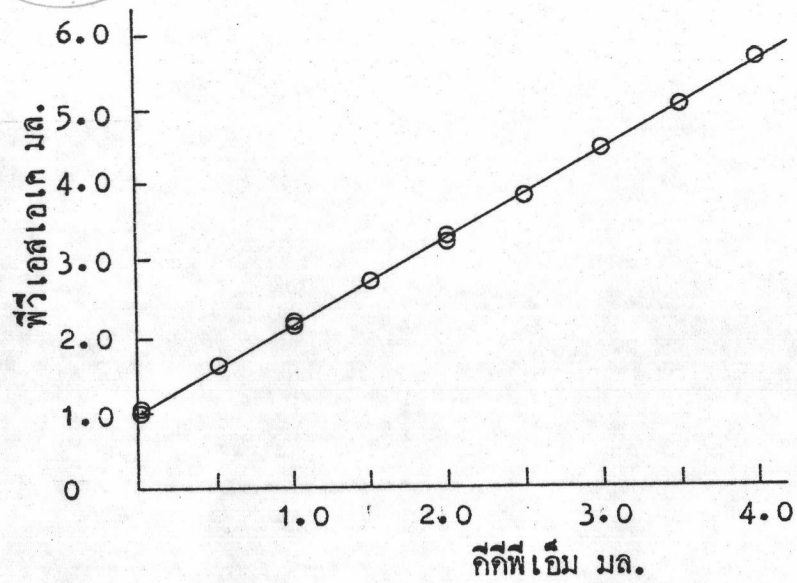
การวัดประจุของสารละลายสารส้มที่ความเข้มข้นและพีเอชต่าง ๆ ด้วยวิธีโคเตรคโดยตรงและย้อนกลับ ได้ผลดังแสดงในภาพ 5.3 - 5.5

ภาพ 5.3 และ 5.4 แสดงให้เห็นว่า ประจุของสารละลายสารส้มความเข้มข้นต่าง ๆ จะเป็นบวกที่พีเอชต่ำ ๆ (โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 40 ถึง 300 มก./ล. ประจุบวกจะสูงมากจนวัดไม่ได้เมื่อพีเอชต่ำกว่า 5.5) และจะลดลงเมื่อพีเอชสูงขึ้น จนเป็นกลางที่พีเอชประมาณ 9 และจะเปลี่ยนเป็นลบเมื่อพีเอชสูงกว่า 9

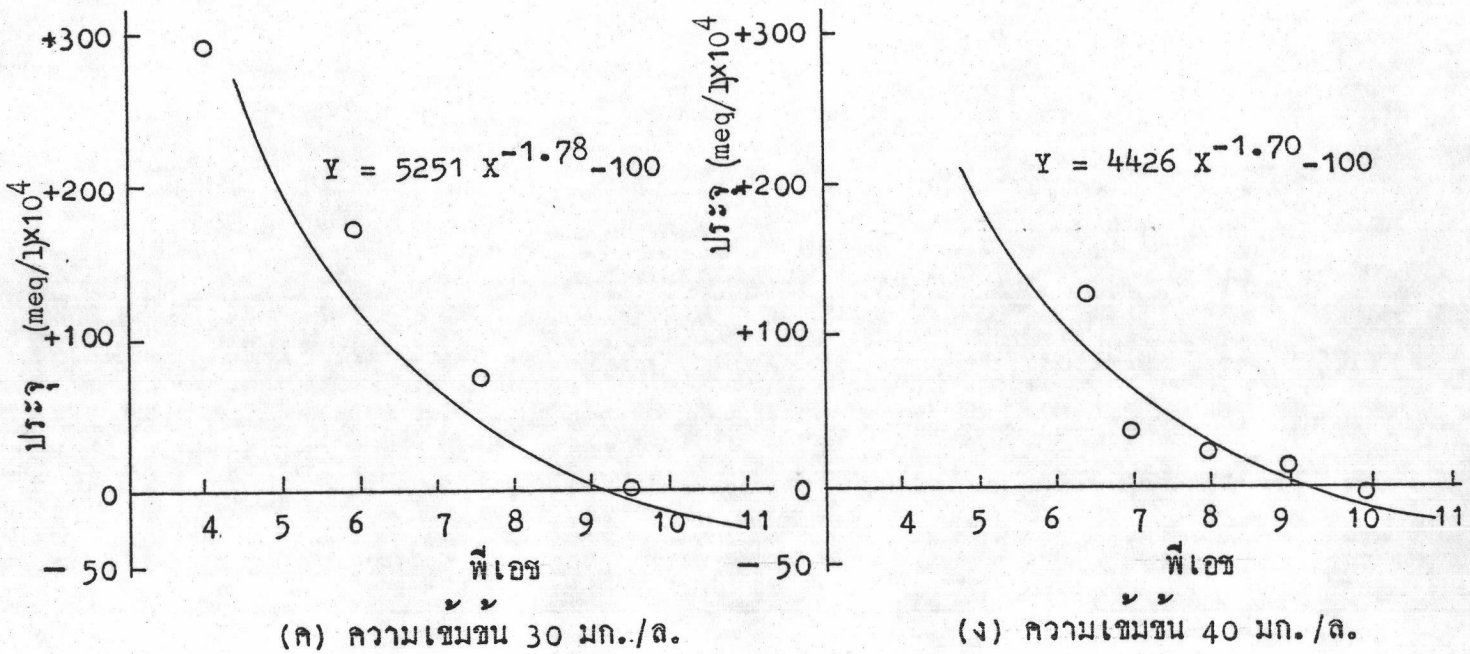
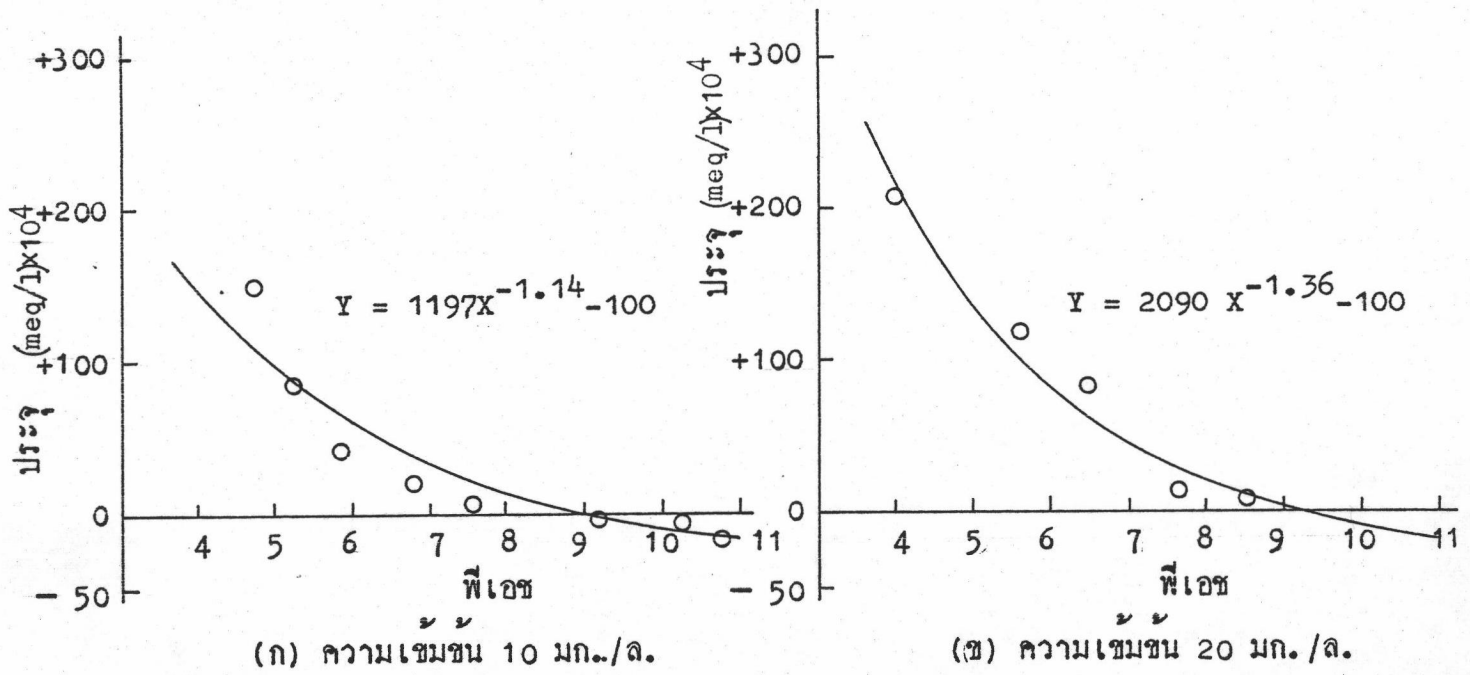
ภาพ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบประจุของสารละลายสารส้มความเข้มข้นต่าง ๆ ที่พีเอช 5.5, 6, 7, 8, 9, 10 และ 11 ปรากฏว่าประจุบวกของสารละลายสารส้มมีค่ามากที่สุดที่ความเข้มข้น 30 มก./ล. และเห็นได้ชัดเจนว่าการเพิ่มพีเอชให้สูงถึง 9 จะทำให้สารละลายของสารส้มมีประจุเป็นกลางที่ทุก ๆ ความเข้มข้น แต่เมื่อเพิ่มพีเอชให้สูงถึง 10 และ 11 สารละลายสารส้มจะมีประจุลบที่ทุก ๆ ความเข้มข้น



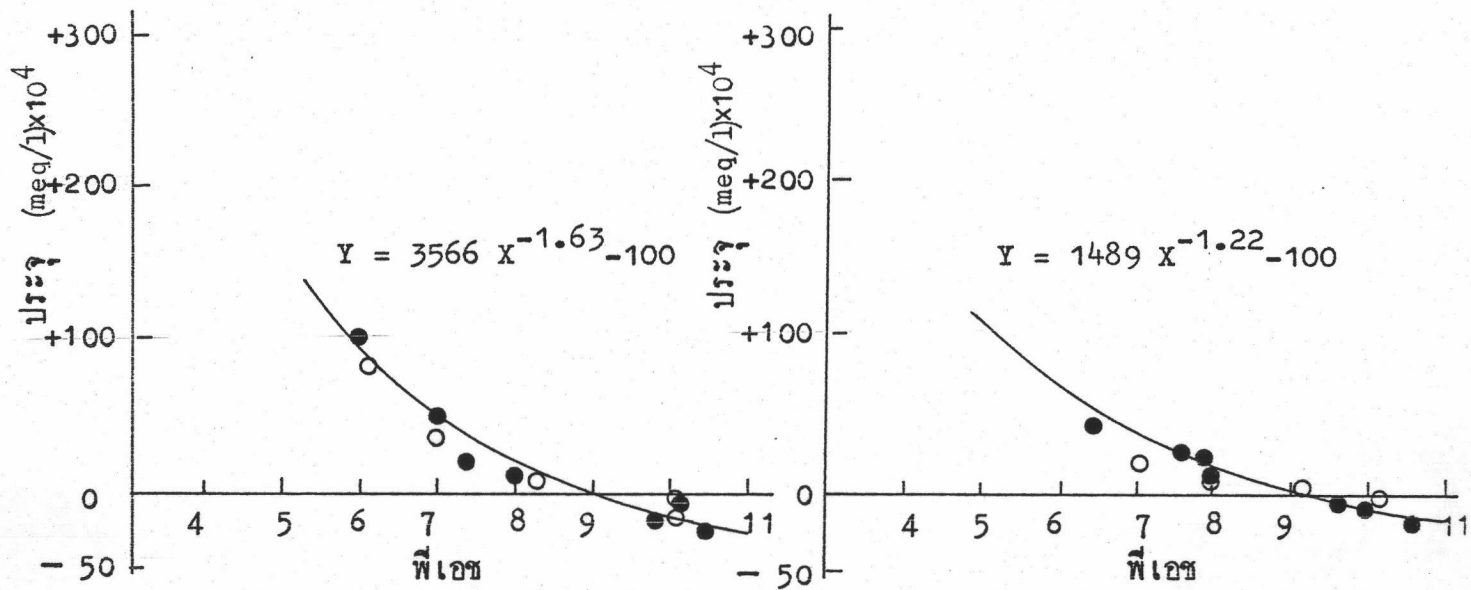
ภาพ 5.1 ปริมาณสารละลายฟอสเฟต 5×10^{-3} นอร์มัล ที่ใช้โคเทรคแมลงค์ ที่พีเอชต่างๆ



ภาพ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างฟอสเฟตละลาย และ คิตีฟเอ็ม

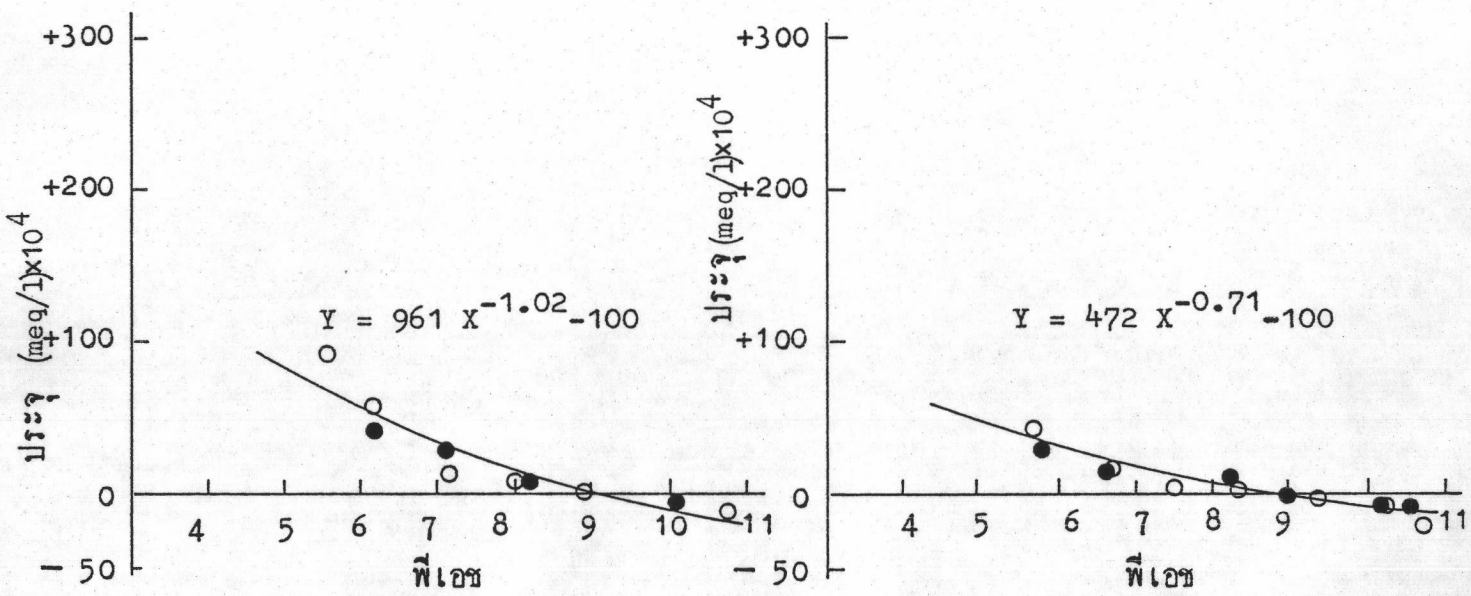


ภาพ 5.3 ประจุของสารละลายสารตะกั่ว ความเข้มข้น 10-40 มก./ล. ที่พีเอชต่างๆ ซึ่งวัดโดยวิธีไทเตรตโดยตรง



(ก) ความเข้มข้น 50 มก./ล.

(ข) ความเข้มข้น 100 มก./ล.

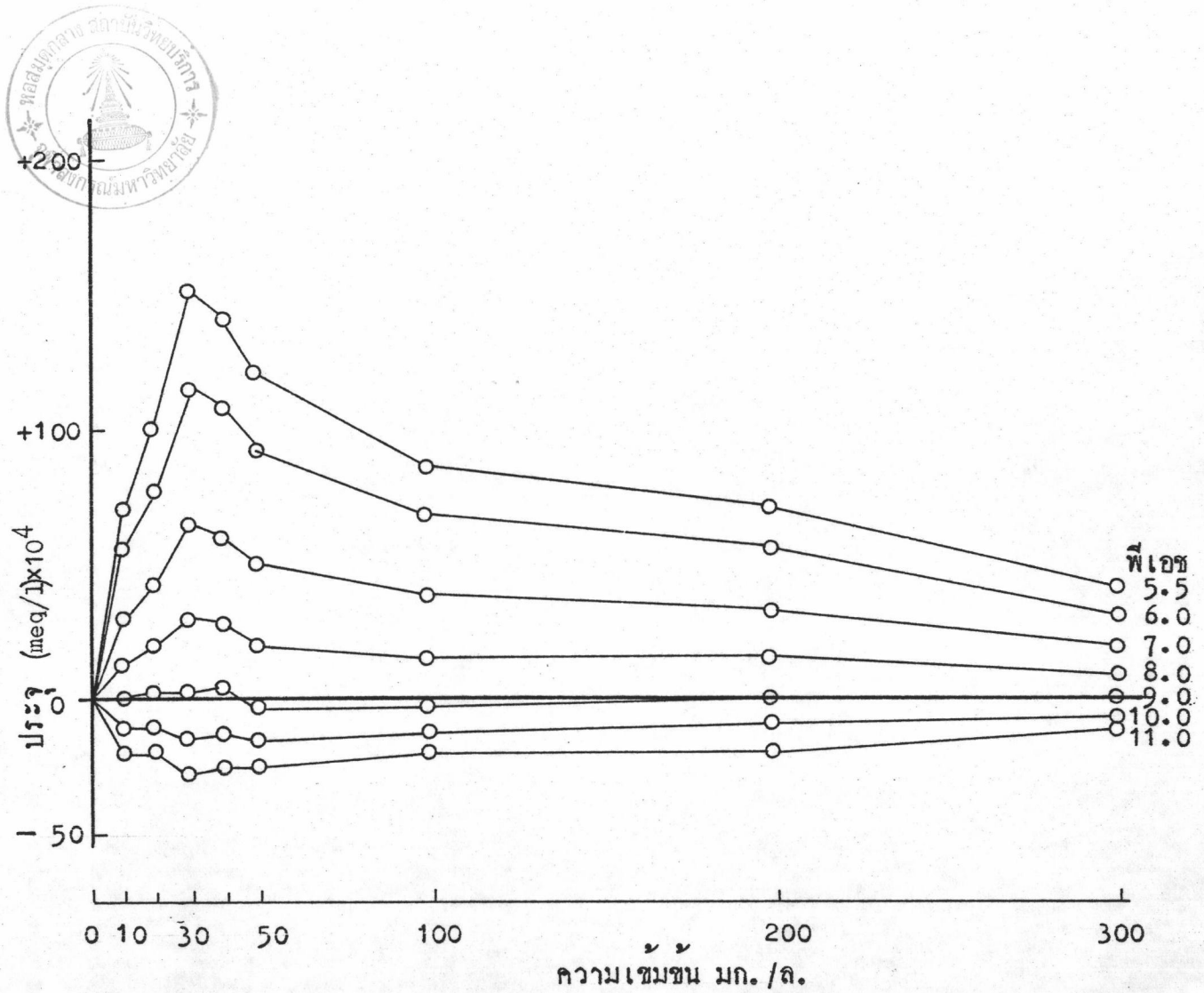


(ค) ความเข้มข้น 200 มก./ล.

(ง) ความเข้มข้น 300 มก./ล.

ภาพ 5.4. ประจุของสารละลายสารส้ม ความเข้มข้น 50-300 มก./ล. ที่พีเอชต่างๆ

- - ค่าที่วัดโดยวิธีไทเทรตโดยตรง
- - ค่าที่วัดโดยวิธีไทเทรตย้อนกลับ



ภาพ 5.5 อิทธิพลของพีเอช ที่มีต่อการกำหนดประจุไฟฟ้าของสารละลายสารส้ม
ที่มีความเข้มข้นต่างๆ

การเปลี่ยนแปลงประจุของสารละลายสารส้มที่พีเอชต่าง ๆ ในภาพ 5.3 และ 5.4 สอดคล้องกับการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของสารส้ม ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ไอออนบวกของสารส้ม (Al^{+3}) กระจายโปรตอน (H^+) ให้กับน้ำ แล้วเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนซึ่งมีประจุต่าง ๆ กัน เช่น $Al(OH)^{+2}$, $Al(OH)_2^+$, $Al(OH)_3$, $Al(OH)_4^-$ เป็นต้น ปฏิกิริยาดังกล่าวนี้ขึ้นอยู่กับพีเอช กล่าวคือ เมื่อพีเอชต่ำ ๆ ไอออนบวกของสารส้มกระจายโปรตอนให้กับน้ำได้น้อย ส่วนใหญ่จึงอยู่ในรูปที่มีประจุบวกสูง แต่เมื่อพีเอชสูงขึ้น ไอออนบวกและสารประกอบเชิงซ้อนสามารถกระจายโปรตอนให้กับน้ำได้มากขึ้น จึงเปลี่ยนเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีประจุบวกน้อยลง จนเป็นผลึก $Al(OH)_3$ ซึ่งเป็นกลาง และ $Al(OH)_4^-$ ซึ่งมีประจุลบ ดังนั้นการวัดประจุของสารละลายสารส้มที่พีเอชต่ำกว่า 5.5 ซึ่งมีสารส้มในรูป Al^{+3} อยู่เป็นจำนวนมาก (ดูภาพ 3.5) ซึ่งตามกฎของ Schulze-Hardy จะมีอิทธิพลในการลดเสถียรภาพของอนุภาคประจุลบด้วยกลไกลดความหนาของชั้นกระจายสูงกว่า อลูมิเนียมชนิด +2 และ +1 ที่ความเข้มข้นเท่ากันถึง 100 และ 1000 เท่าตามลำดับ จึงพบว่าต้องใช้ปริมาณสารละลายพีวีเอสเอเค ซึ่งเป็นอนุภาคประจุลบมากจนค่าที่วัดได้ไม่น่าเชื่อถือ แต่เมื่อพีเอชสูงขึ้น สารประกอบเชิงซ้อนจะมีประจุบวกน้อยลง จึงวัดประจุบวกได้น้อยลงจนเป็นกลางและเป็นลบในที่สุด

ผลการวัดประจุของสารละลายสารส้ม ซึ่งแสดงว่า ประจุบวกของสารละลายสารส้มที่ความเข้มข้น 10, 20, 30 มก./ล. สูงขึ้นตามลำดับ ทั้ง ๆ ที่ ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสที่พีเอช 5.5 ถึง 8 ของความเข้มข้นทั้งสามค่านี้ จะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนชนิดที่มีประจุได้เท่า ๆ กัน เพราะความเข้มข้นทั้งสามค่า ต่างก็สูงกว่าค่าอิ่มตัว (ดูภาพ 3.5) นั้น แสดงให้เห็นว่า การวัดประจุของสารละลายสารส้มโดยการไทเทรตนั้น เป็นการวัดความสามารถของสารส้มในการลดอิทธิพลประจุลบของ พีวีเอสเอเค ซึ่งในที่นี้การลดอิทธิพลประจุลบของพีวีเอสเอเคคงจะไม่ได้เกิดจากการกระทำของสารประกอบเชิงซ้อนชนิดประจุบวกเท่านั้น แต่อลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งไม่มีประจุจะสามารถลดอิทธิพลประจุลบของพีวีเอสเอเคได้โดยอาศัยการห่อหุ้ม แบบเกี่ยวกับการเกิดกลไกโคออร์ดิเนชันแบบกวาค ทั้งนี้ ความเข้มข้นของ $\log[Al]$ ตั้งแต่ -4.2 ถึง -3.7 หรือเท่ากับ $Al_2(SO_4)_3 \cdot 16H_2O$ ถึง 60 มก./ล. คงจะมีผลให้เกิดขนาดและความเข้มข้นของอลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ที่ห่อหุ้มอนุภาคโคกที่เล็กที่สุด เมื่อความเข้มข้นของสารส้มสูงขึ้นไปอีก อลูมิเนียมไฮดรอกไซด์จะเกิดมากขึ้นจนเกิดการรวมตัวเป็นฟลอค ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า อลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ที่รวมตัวกันเองเป็นฟลอคแล้วนั้น จะไม่สามารถลดเสถียรภาพของอนุภาคประจุลบได้อีก (15) หรืออาจเป็นเพราะว่าเมื่อความเข้มข้นของสารส้มสูงขึ้นในสารละลายจะมี $[SO_4^{2-}]$ มากขึ้นด้วย จึงทำให้เกิดการรวมตัวกันระหว่างสารประกอบเชิงซ้อนของสารส้มกับ SO_4^{2-} เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เรียกว่า sulfato complex ซึ่งทำให้ประจุบวกของสารประกอบเชิงซ้อนต่าง ๆ ลดลง

ดังนั้นในการโคแอกทจึงพบว่า สารละลายสารส้มซึ่งมีความเข้มข้น 20 - 60 มก./ล. มีประจุสูงกว่าความเข้มข้นอื่น ๆ และในขณะเดียวกัน การวิจัยของการโคแอกกูแลชันด้วยสารส้ม (รูปภาพ 3.1) จึงพบว่า สารส้มสร้างกลไกการโคแอกกูแลชันแบบกวาดโคกัที่สุกในช่วงของความเข้มข้นดังกล่าว (12)

5.3 การวัดประจุของสารประกอบเหล็ก

สารประกอบเหล็กที่ใช้เป็นโคแอกกูแลนต์โดยทั่วไป เมื่อละลายน้ำแล้วมักจะมีสี เช่น สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์มีสีเหลือง, สารละลายเฟอร์รัสซัลเฟตมีสีเขียว เป็นต้น ทำให้สีของทึบในตัวอย่างแตกต่างกับในแบบลงค์มาก และรบกวนการสังเกตสีของจุลินทรีย์ จนทำให้ไม่สามารถวัดประจุโคยวิธีโคแอกททั้งสองวิธี

5.4 การวัดประจุของโพลีเมอร์

5.4.1 การวัดประจุของโพลีเมอร์ชนิดประจุบวก

ผลการวัดประจุของโพลีเมอร์ชนิดประจุบวกที่ความเข้มข้นและพีเอชต่าง ๆ ด้วยวิธีโคแอกทโคยตรงและย้อนกลับ แสดงในภาพ 5.6 - 5.12

ภาพ 5.6 แสดงผลการวัดประจุของ SANFLOC C-450 ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่พีเอช 4, 7 และ 9 โคยวิธีโคแอกทโคยตรงและย้อนกลับ ซึ่งปรากฏว่า ประจุที่วัดโคยวิธีโคแอกททั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน และเป็นอัตราส่วนโคยตรงกับความเข้มข้น เช่น เกี่ยวกับการทดลองของ WANG (17, 18)

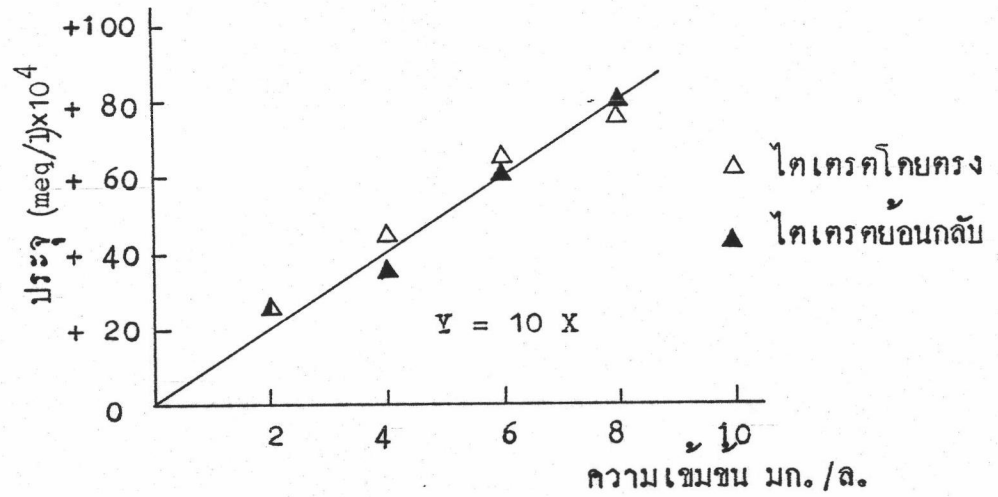
ภาพ 5.7, 5.8 และ 5.9 เป็นผลการวัดประจุของโพลีเมอร์อีก 3 ชนิด ซึ่งวัดโคยวิธีโคแอกทโคยตรง และได้ผลลัพธ์ของประจุเป็นอัตราส่วนโคยตรงกับความเข้มข้นเช่นเดียวกัน

ภาพ 5.10, 5.11 และ 5.12 แสดงการเปลี่ยนแปลงประจุของโพลีเมอร์ 3 ชนิดในข้างต้น ซึ่งจะเห็นว่าประจุของโพลีเมอร์ชนิดประจุบวกจะสูงที่พีเอชค่าและจะลดลงเมื่อพีเอชสูงขึ้น

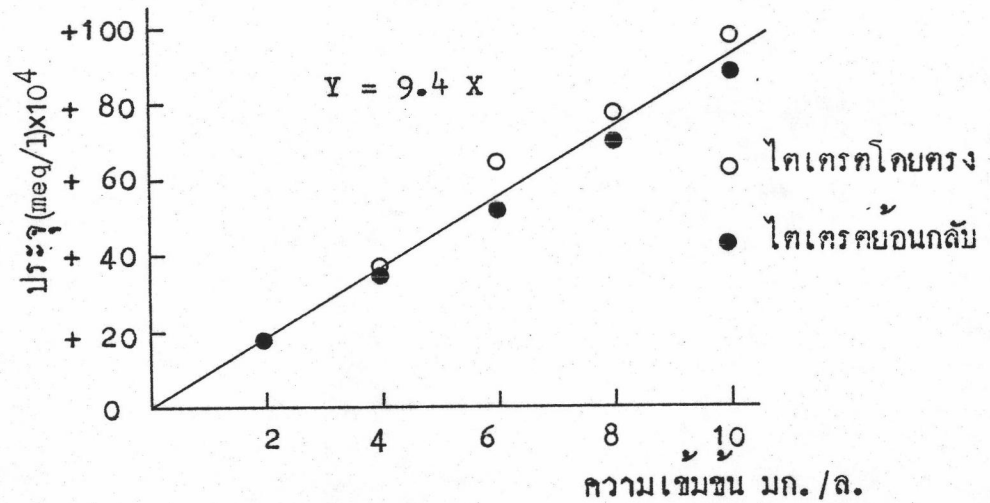
ผลการวัดประจุของโพลีเมอร์ชนิดประจุบวกนี้ แสดงให้เห็นว่าเทคนิคการโคแอกทคอลลอยค์ สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างประจุของโพลีเมอร์ชนิดประจุบวก กับความเข้มข้นและพีเอชโคเป็นอย่งดี

5.4.2 การวัดประจุของโพลีเมอร์ชนิดประจุลบ

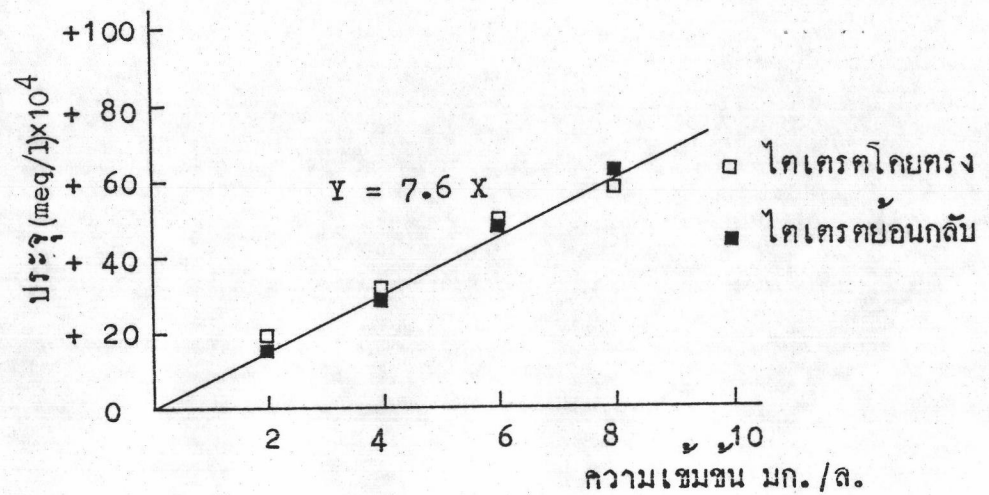
ในการวัดประจุของโพลีเมอร์ประจุลบ พบว่าไม่สามารถใช้วิธีโคแอกทโคยตรงโคเพราะ ทึบไม่เป็นสีม่วงเมื่อหยกลงในสารละลายของโพลีเมอร์ประจุลบต่าง ๆ ที่นำมาทดลอง และ



(ก) พีเอช 4.0

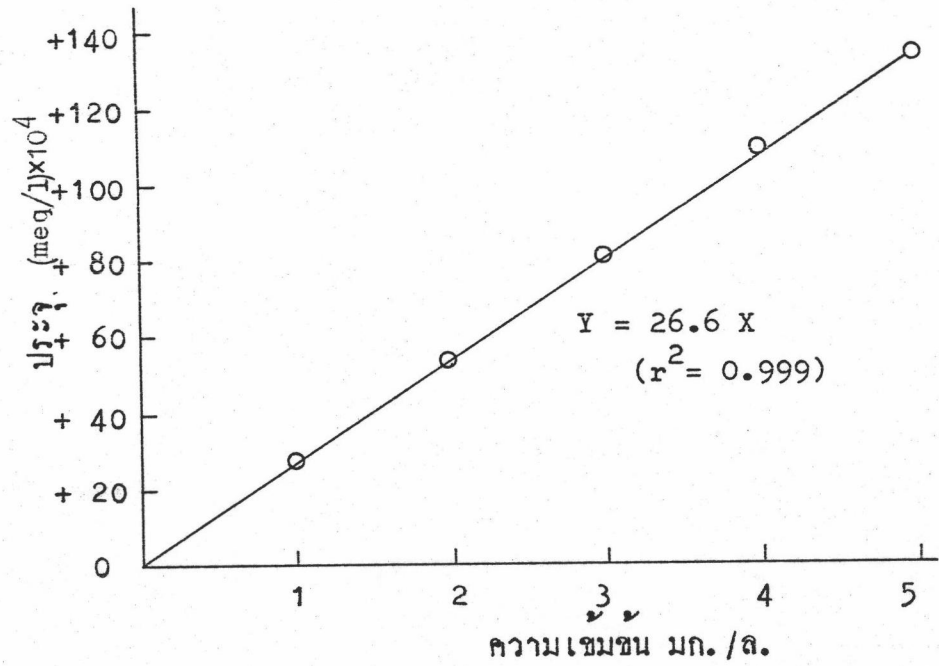


(ข) พีเอช 7.0

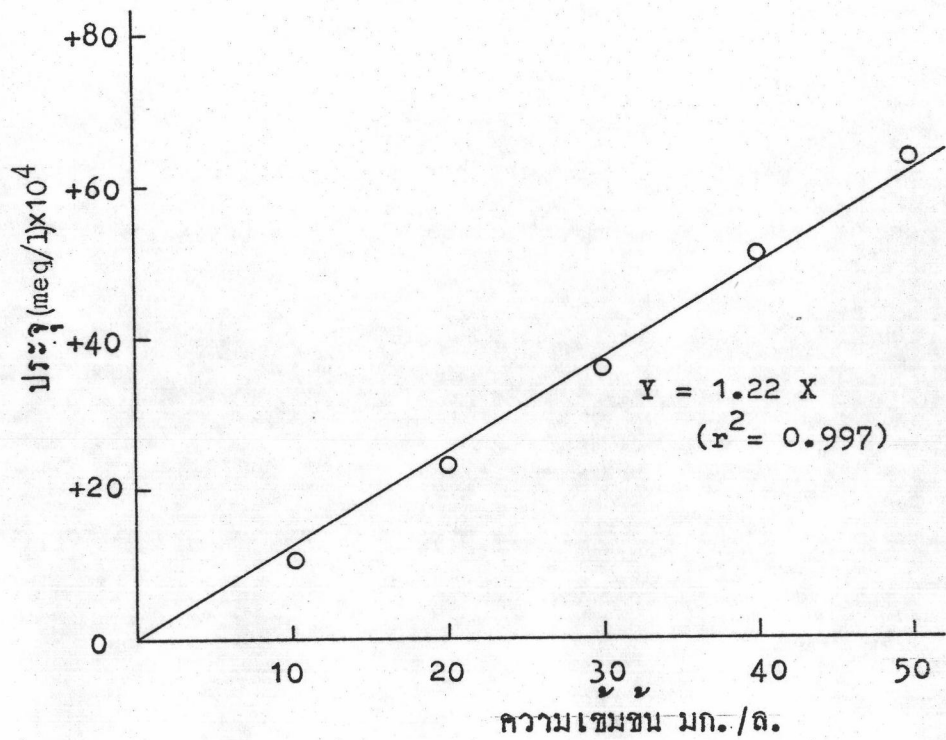


(ค) พีเอช 9.0

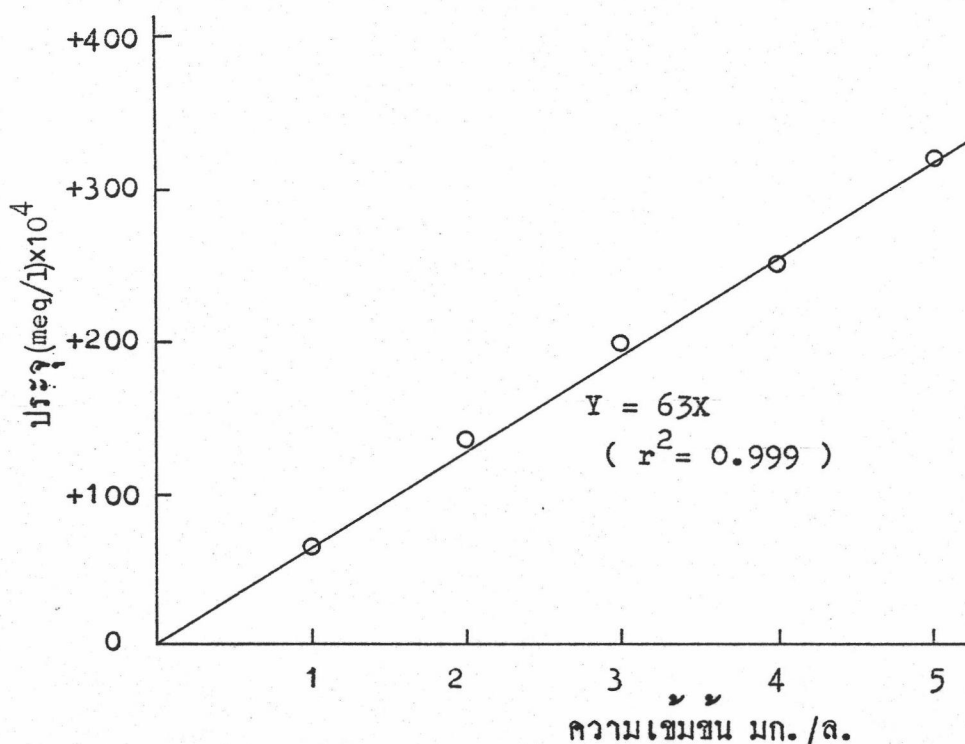
ภาพ 5.6 ประจุของ SANFLOC C-450 ความเข้มข้นต่างๆ ที่พีเอช 4.0 , 7.0 , 9.0 ซึ่งวัดโดยวิธีไตเตรคโดยตรงและย้อนกลับ



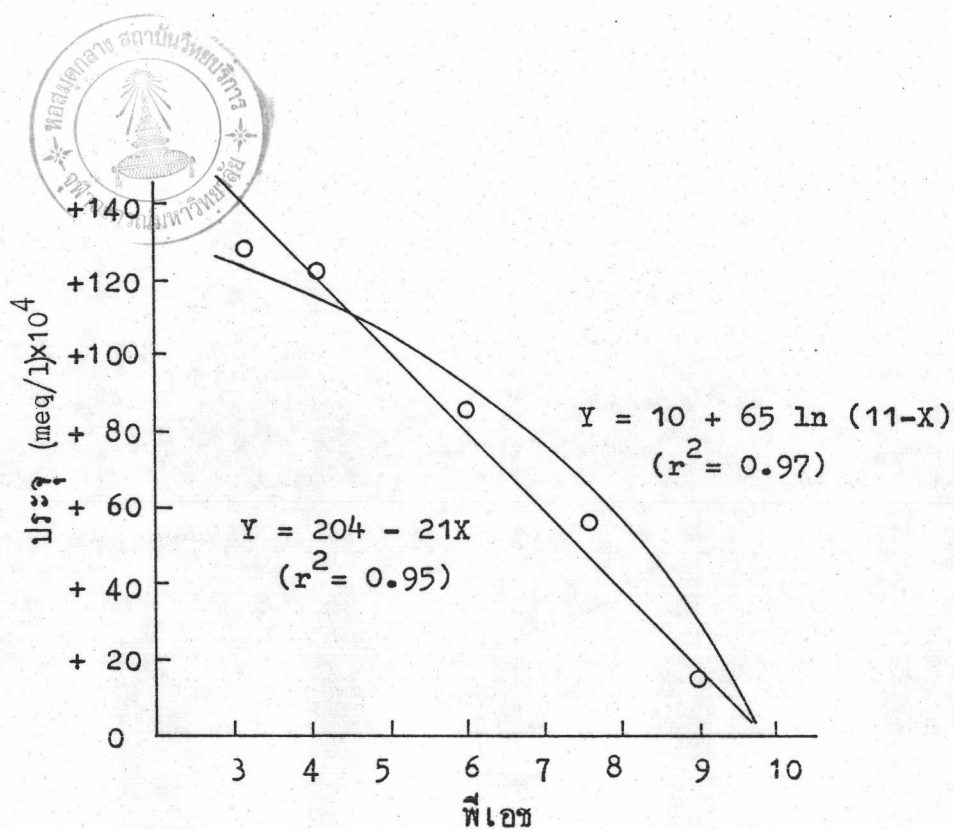
ภาพ 5.7 ประจุของ SUPERFLOC C-483 ความเขมขน 1-5 มก./ล. ที่พีเอช 7 ซึ่งวัดโดยวิธีไทเทรตโดยตรง



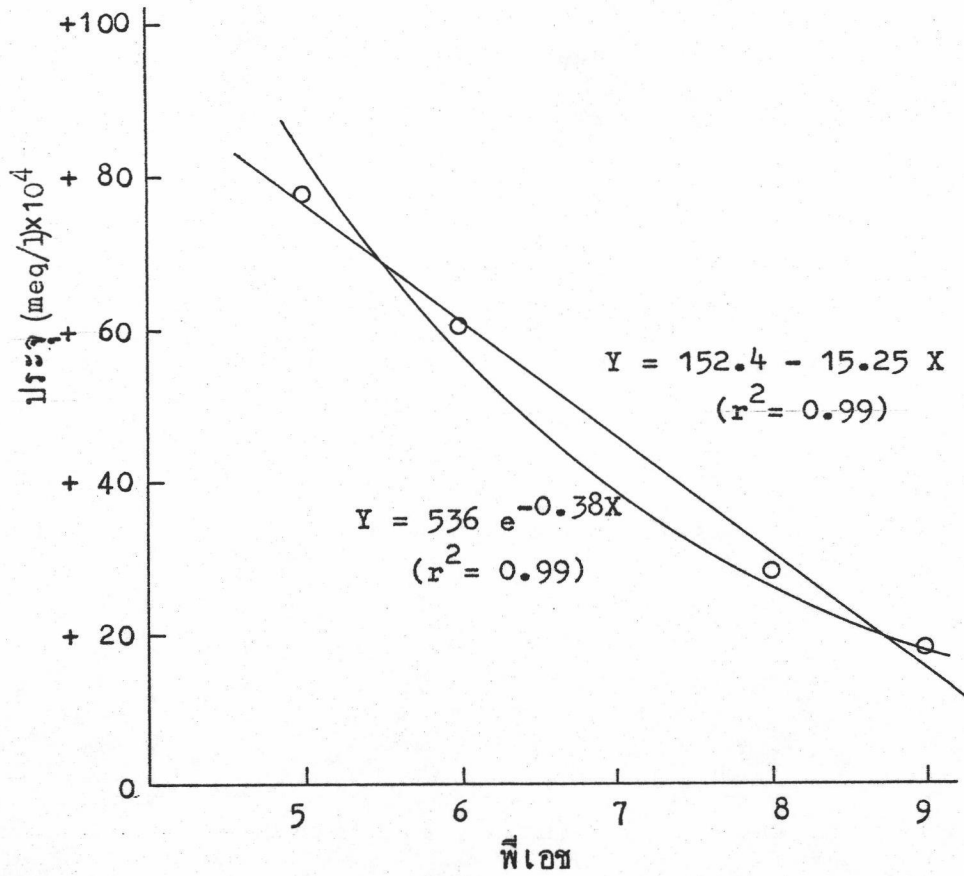
ภาพ 5.8 ประจุของ MAGNIFLOC C-515 ความเขมขน 10-50 มก./ล. ที่พีเอช 6 ซึ่งวัดโดยวิธีไทเทรตโดยตรง



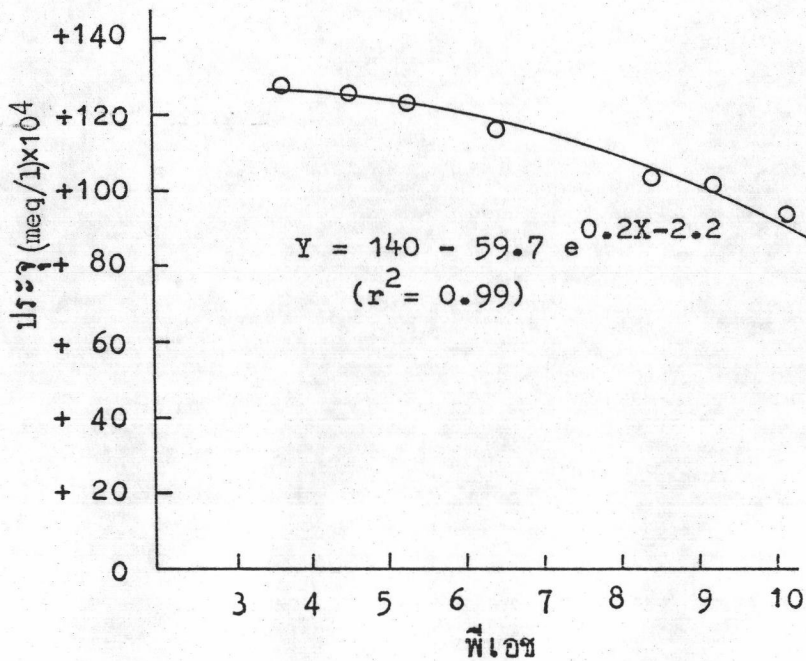
ภาพ 5.9 ประจุของ SUPERFLOC C-573 ความเข้มข้น 1-5 มก./ล. ที่พีเอช 7 ซึ่งวัดโดยวิธีไตเตรตโดยตรง



ภาพ 5.10 ประจุของ SUPERFLOC C-483 ความเข้มข้น 5 มก./ล. ที่พีเอชต่างๆ ซึ่งวัดโดยวิธีไตเตรตโดยตรง



ภาพ 5.11 ประจุของ MAGNIFLOC C-515 ความเข้มข้น 50 มก./ล. ที่พีเอช
ต่างๆ ซึ่งวัดโดยวิธีไตเตรตโดยตรง



ภาพ 5.12 ประจุของ SUPERFLOC C-573 ความเข้มข้น 2 มก./ล. ที่พีเอช
ต่างๆ ซึ่งวัดโดยวิธีไตเตรตโดยตรง

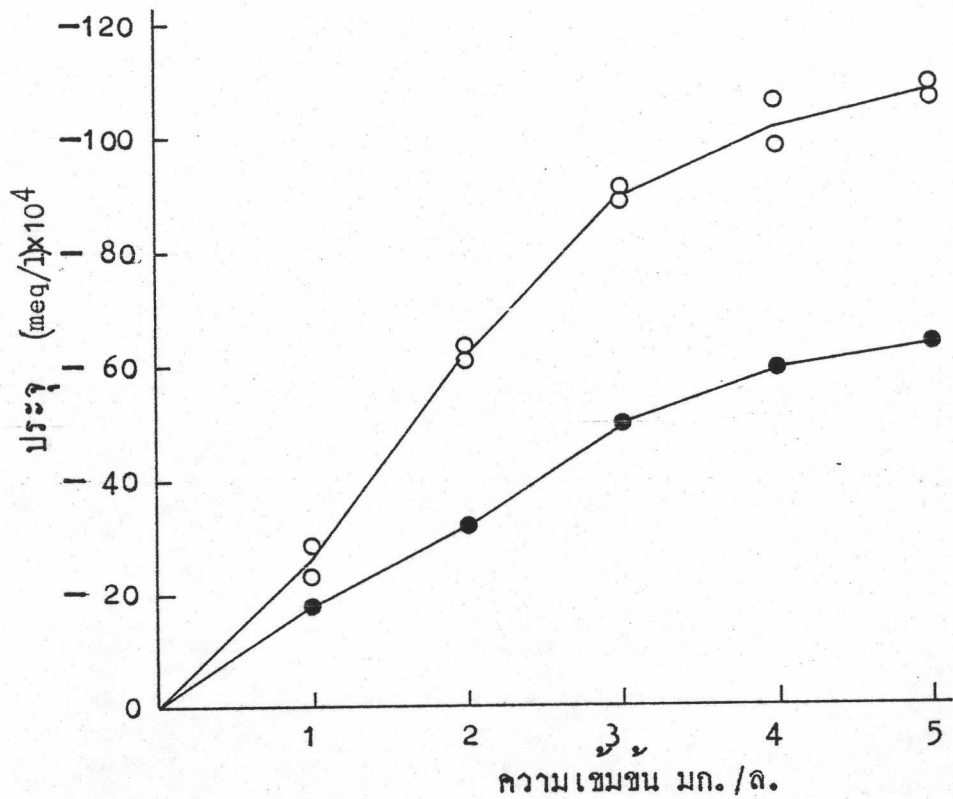
เมื่อใช้วิธีไทเทรตย้อนกลับ ก็พบว่าหลังจากไทเทรตถึงจุดสิ้นสุดแล้ว ทีมีซึ่งเปลี่ยนเป็นสีม่วง สามารถกลับเป็นสีน้ำเงินได้ทันที จึงได้ทดลองวัดประจุโดยใช้จุดสิ้นสุดที่เกิดขึ้นครั้งแรก เปรียบเทียบกับการไทเทรตถึงจุดสิ้นสุดซึ่งทีมีไม่เปลี่ยนกลับเป็นสีเดิมอีก ดังแสดงในภาพ 5.13 ซึ่งปรากฏว่า ความสัมพันธ์ระหว่างประจุกับความเข้มข้น จากกราฟทั้ง 2 วิธี ต่างก็ไม่เป็นอัตราส่วนโดยตรง ซึ่งขัดแย้งกับการทดลองของ WANG (17,18)

ภาพ 5.14, 5.15 และ 5.16 แสดงประจุของโพลิเมอร์ชนิดประจุลบ 2 ชนิด ที่วัดโดยวิธีไทเทรตย้อนกลับ และใช้จุดสิ้นสุดที่เกิดขึ้นครั้งแรก ปรากฏว่า เมื่อไทเทรตโดยเคมิกซีพีเอ็ม 2.0 มล. ที่ทุก ๆ ความเข้มข้น ประจุที่วัดได้จะไม่เป็นอัตราส่วนโดยตรงกับความเข้มข้น และแตกต่างกันมากเมื่อทำซ้ำ ๆ กัน แต่เมื่อไทเทรตโดยเคมิกซีพีเอ็มเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของโพลิเมอร์ จะวัดประจุได้เป็นอัตราส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของโพลิเมอร์ด้วย

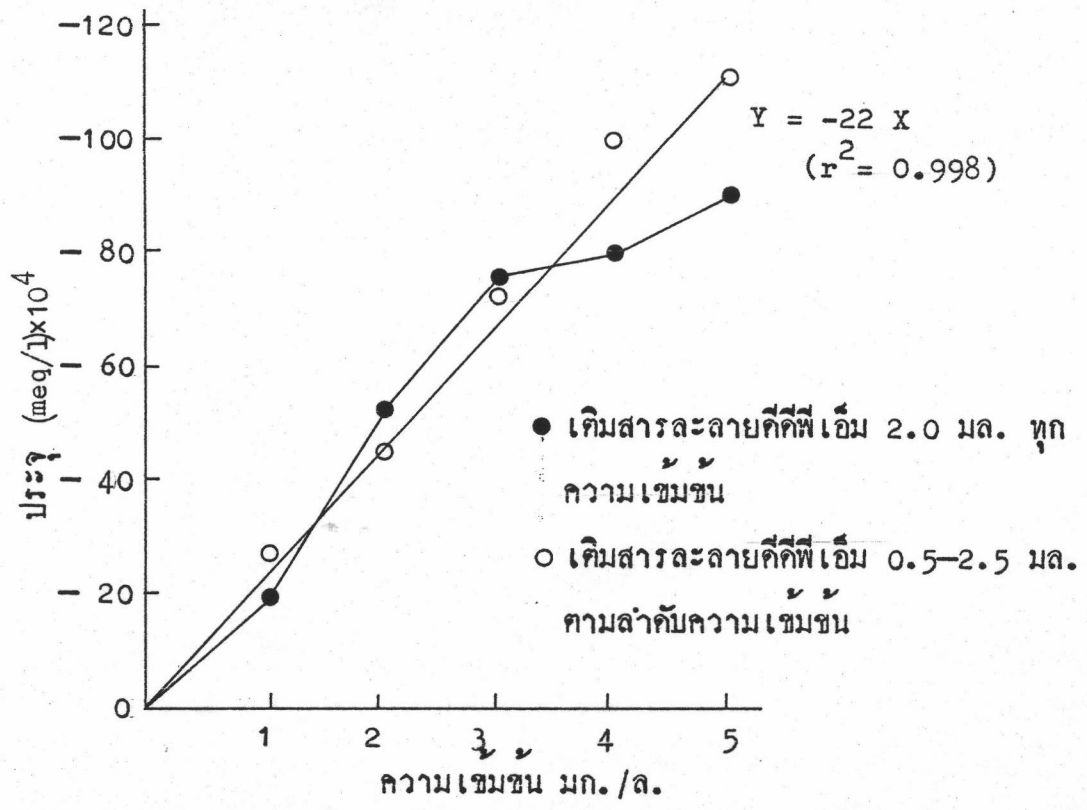
ภาพ 5.17 แสดงประจุของ SUPERFLOC A115 PWG ความเข้มข้น 5 มก./ล. ที่พีเอชต่าง ๆ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงประจุของโพลิเมอร์ชนิดประจุลบนี้ ตรงข้ามกับโพลิเมอร์ชนิดประจุบวก คือ ประจุลบจะน้อยที่พีเอชต่ำ ๆ และจะมากขึ้นเมื่อพีเอชสูงขึ้น

ผลของการวัดประจุของโพลิเมอร์ชนิดประจุลบนี้ ทำให้เชื่อว่าโพลิเมอร์ 3 ชนิด ที่นำมาทดลองนี้ ไม่ก่อให้เกิดปฏิกิริยากับอนุภาคประจุบวกโดยอาศัยอิทธิพลของประจุลบที่มีอยู่เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้จะเห็นได้จากกราฟที่ ทีมีไม่เปลี่ยนสีม่วงในสารละลายของโพลิเมอร์ประจุลบเหล่านี้ แต่ในขณะเดียวกัน ทีมีจะเป็นสีม่วงในทันทีเมื่อเติมลงในสารละลายพีวีเอสเอเค ซึ่งมีประจุลบ หรือในน้ำสังเคราะห์ต่าง ๆ ตลอดจนน้ำคั้นตามธรรมชาติซึ่งมีอนุภาคประจุลบอยู่ และปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่พบในการวัดประจุต่างแสดงให้เห็นว่า ปฏิกิริยาระหว่างโพลิเมอร์ประจุลบกับคิตีพีเอ็ม น่าจะประกอบด้วยกลไกการเชื่อมต่อกัน ทั้งนี้ภาวะและตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อความสัมพันธ์และผลของกลไกการเชื่อมต่อก็คือ สอดคล้องกับภาวะและปรากฏการณ์ในระหว่างการไทเทรตเป็นอย่างดี ซึ่งจะอธิบายเป็นข้อ ๆ ดังต่อไปนี้

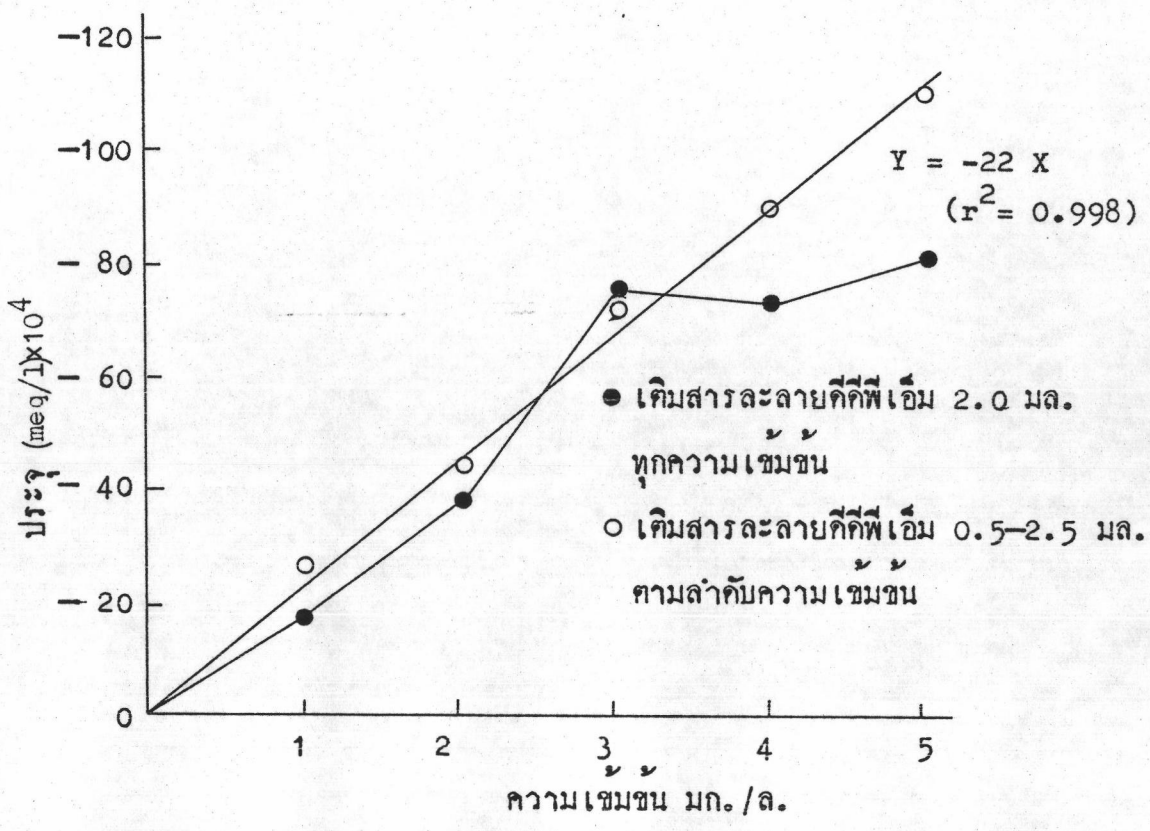
ก. การลดเสถียรภาพของอนุภาคโดยใช้กลไกการเชื่อมต่อนั้น ถ้าหากใช้การกวนผสมด้วยความเร็วปั่น่วนสูงเกินไป หรือใช้เวลานานในการกวนผสมนานเกินไป จะทำให้การเชื่อมต่อนั้นทำลายและอนุภาคจะกลับมีเสถียรภาพขึ้นมาอีก (6, 20) ดังนั้นในการวัดประจุของโพลิเมอร์ประจุลบ จึงเป็นไปได้ว่าโพลิเมอร์จะเชื่อมต่อกิตีพีเอ็ม เข้าด้วยกันในตอนแรก ทำให้คิตีพีเอ็มไม่สามารถแสดงอิทธิพลของประจุบวก แต่การกวนผสมของการไทเทรตซึ่งอาจจะมีความเร็วปั่น่วนสูงเกินไปหรือใช้เวลานานเกินไป จึงทำลายการเชื่อมต่อนั้น ทำให้คิตีพีเอ็มกลับมีอิทธิพลของประจุบวกได้ก็อีกเป็นส่วนตัว ตามระยะเวลาของการกวนผสม จึงพบว่ากราฟไทเทรตจะถึงจุดสิ้นสุดได้หลายครั้ง จนในที่สุดเมื่อการเชื่อมต่อกับความปั่น่วนของการไทเทรตสามารถทำลายได้ ถูกทำลายไปจนหมด จุดสิ้นสุดจึงไม่เปลี่ยนแปลงอีก



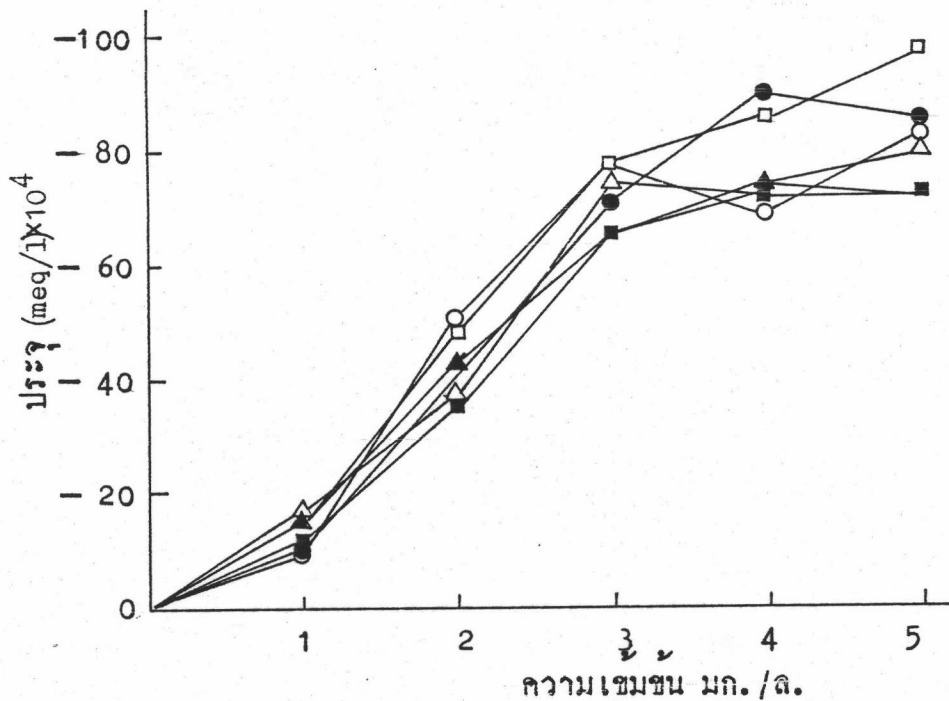
ภาพ 5.13 ประจุของ SANFLOC AH-200P ความเข้มข้น 1-5 มก./ล. ที่พีเอช 7 ซึ่งวัดโดยวิธีไตเตรตย้อนกลับ โดยเติมสารละลายคิตีเอ็ม 2.0มล.
 ○ - ไตเตรตอย่างรวดเร็ว ใช้จุดสิ้นสุดที่เกิดขึ้นครั้งแรก
 ● - ไตเตรตจนถึงจุดสิ้นสุดที่ไม่มีเปลี่ยนแปลงกลับเป็นสีเดิมอีก ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1/2 ชม.



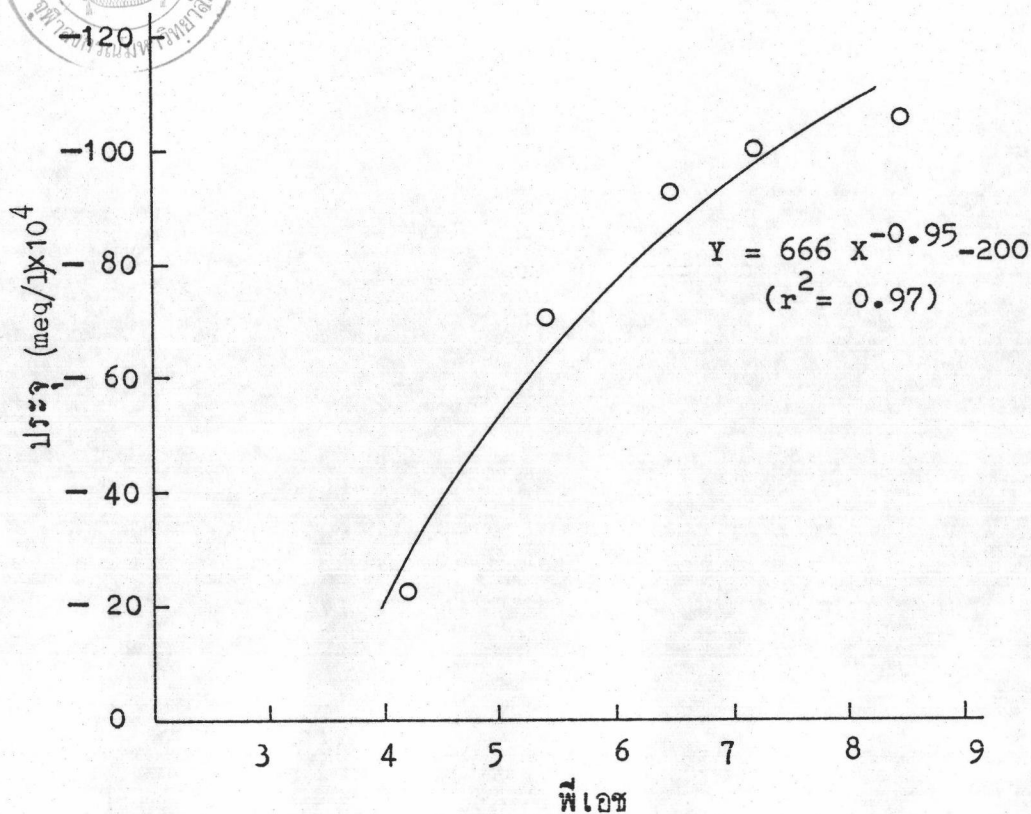
ภาพ 5.14 ประจุของ SUPERFLOC A-110 PWG ความขุ่น 1-5 มก./ล. ที่พีเอช 7



ภาพ 5.15 ประจุของ SUPERFLOC A-115 PWG ความขุ่น 1-5 มก./ล. ที่พีเอช 7



ภาพ 5.16 ประจุของ SUPERFLOC A-115 PWG ความเข้มข้น 1-5 มก./ล. ที่พีเอช 7 ซึ่งวัดโดยวิธีไตเตรตย้อนกลับ โดยเติมสารละลายคัลซิฟเอม 2.0 มล. (วัด 6 ครั้ง)



ภาพ 5.17 ประจุของ SUPERFLOC A-110 PWG ความเข้มข้น 5 มก./ล. ที่พีเอชต่างๆ ซึ่งวัดโดยวิธีไตเตรตย้อนกลับ โดยเติมสารละลายคัลซิฟเอม 2.0 มล. (วัด 6 ครั้ง)

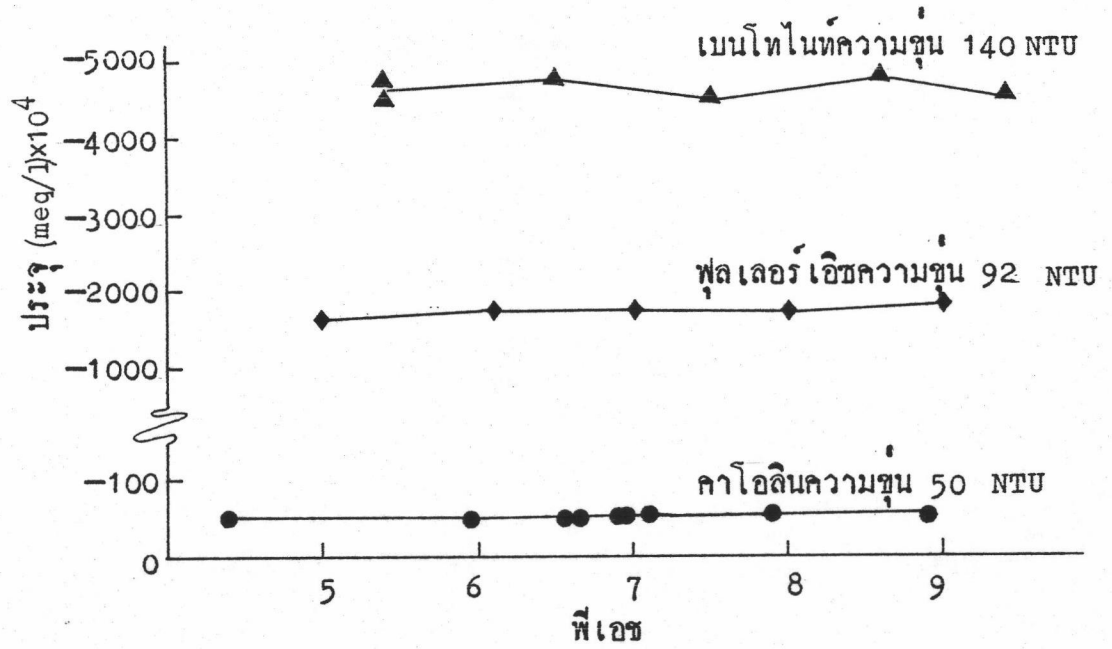
ข. เวลาที่ใช้ในการกวนผสม นอกจากจะมีผลในด้านการทำลายการเชื่อมต่อกันแล้ว ยังมีอิทธิพลต่อการเชื่อมต่อกันเป็นอย่างมาก ทั้งนี้แม้ว่าเวลาที่ใช้จะต่างกันเพียง 10 วินาที ก็สามารถทำให้ผลสุดท้ายต่างกันอย่างมีนัยสำคัญได้ (20) ซึ่งในการวัดประจุของโพลีเมอร์ประจุลบนี้ ไม่สามารถรักษาเวลาการกวนผสมในระหว่างการไตเตรต ตลอดจนเวลาของการเติมสารต่างๆของตัวอย่างแต่ละอัน ให้เท่ากันได้ จึงพบว่า การวัดประจุของตัวอย่างชนิดเดียวกันหลายๆครั้ง ได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันมาก

ค. กลไกการเชื่อมต่อกันที่เกิดขึ้นในภาวะที่มีเป้าน้อย สารที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อกัน ซึ่งจับกับเป่าตัวหนึ่งแล้ว จะหาเป่าตัวต่อไปได้ยาก ส่วนหนึ่งจึงวกกลับไปจับเป่าตัวเดิม ทำให้สิ้นเปลืองสารเชื่อมต่อกันในอัตราส่วนที่สูงกว่ากลไกที่เกิดขึ้นในภาวะที่มีเป่ามาก (6, 21) ดังนั้นในการวัดประจุลบนี้ เมื่อเติมคิตีพีเอ็มปริมาตร 2.0 มล. ที่ทุกๆความเข้มข้นของโพลีเมอร์ ในตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโพลีเมอร์สูง ซึ่งเปรียบเสมือนมีเป้าน้อยเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโพลีเมอร์ต่ำ จึงพบว่าประจุต่อหน่วยมวลของโพลีเมอร์มีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเติมคิตีพีเอ็มด้วยปริมาณที่เป็นอัตราส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของโพลีเมอร์ อัตราส่วนของโพลีเมอร์กับคิตีพีเอ็ม ที่ทำปฏิกิริยากันที่ความเข้มข้นต่างๆจะใกล้เคียงกัน ประกอบกับคิตีพีเอ็มซึ่งมีปริมาณ 0.5 - 2.5 มล. นี้ เมื่อเติมลงในตัวอย่างของโพลีเมอร์ความเข้มข้นต่างๆแล้ว ในแต่ละตัวอย่างจะมีคิตีพีเอ็มที่เหลือเป็นอิสระอยู่น้อยมาก (ตัวอย่างเช่น ที่ความเข้มข้นของโพลีเมอร์ 3 มก./ล. คิตีพีเอ็ม 5.65×10^{-3} นอร์แมล 1.5 มล. ที่เติมลงไป จะคิดเป็นประจุบวกเท่ากับ $+85 \text{ (meq/l)} \times 10^4$ ซึ่งประจุลบของโพลีเมอร์วัดได้เท่ากับ $-70 \text{ (meq/l)} \times 10^4$ จึงเท่ากับเหลือประจุบวกของคิตีพีเอ็มอยู่ $+15 \text{ (meq/l)} \times 10^4$ ซึ่งเท่ากับปริมาณของคิตีพีเอ็ม 0.26 มล.) ในการไตเตรตของแต่ละตัวอย่างจึงถึงจุดสิ้นสุดในเวลาสั้นและใกล้เคียงกัน จึงเท่ากับว่าภาวะในการกวนผสมของแต่ละตัวอย่างคล้ายกัน ประจุที่วัดได้จึงเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นดังกล่าว

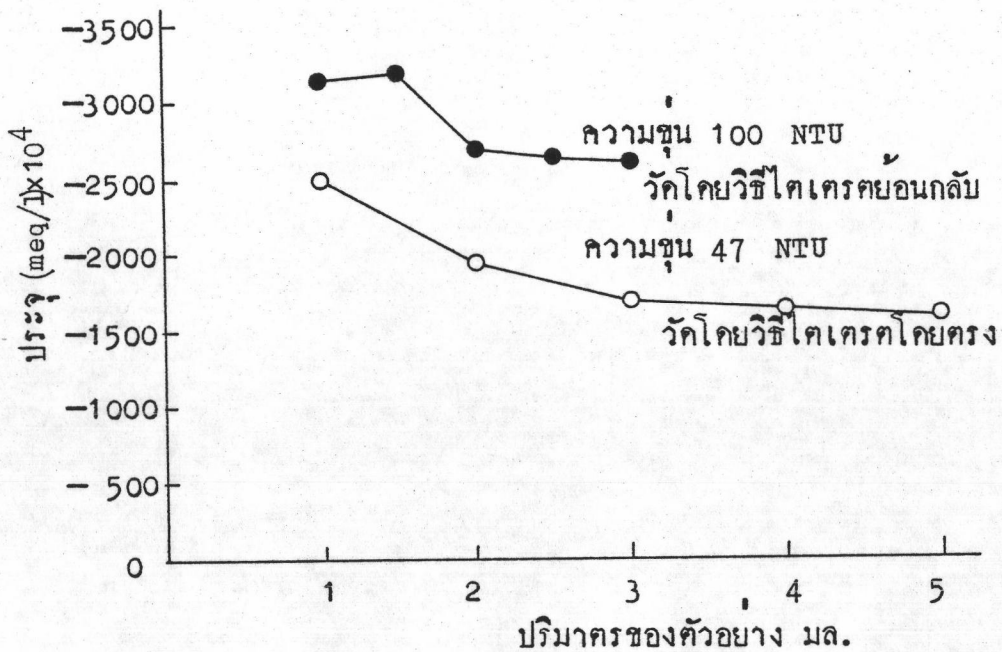
การวิจัยของโพลีเมอร์ประจุลบซึ่งชี้ให้เห็นว่า การใช้โพลีเมอร์ประจุลบลดเสถียรภาพของอนุภาคต่างๆ โพลีเมอร์ทำงานโดยใช้กลไกการเชื่อมต่อกันเป็นหลัก และเป็นไปได้ที่จะวัดความสามารถในการเชื่อมต่อกันของโพลีเมอร์ประจุลบโดยการไตเตรตคอลลอยด์ แต่ทั้งนี้จำเป็นต้องรักษาภาวะในการไตเตรตของแต่ละตัวอย่างให้ใกล้เคียง ผลที่ได้จึงจะใช้เปรียบเทียบกันได้

5.5 การวัดประจุของน้ำสังเคราะห์ต่าง ๆ

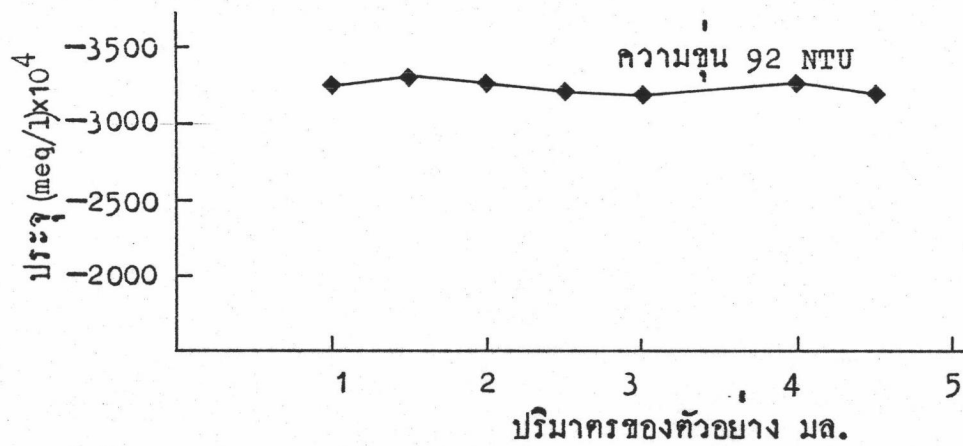
ผลการวัดประจุของน้ำสังเคราะห์ เบนโทไนท์, ฟูลเลอร์เอช และคาโอลิน ซึ่งมีขนาดของอนุภาคความขุ่นเล็กกว่าหรือเท่ากับ 1 ไมครอน ที่ความขุ่นและพีเอชต่างๆ ด้วยวิธีไตเตรตโดยตรงและย้อนกลับ แสดงในภาพ 5.18 - 5.21



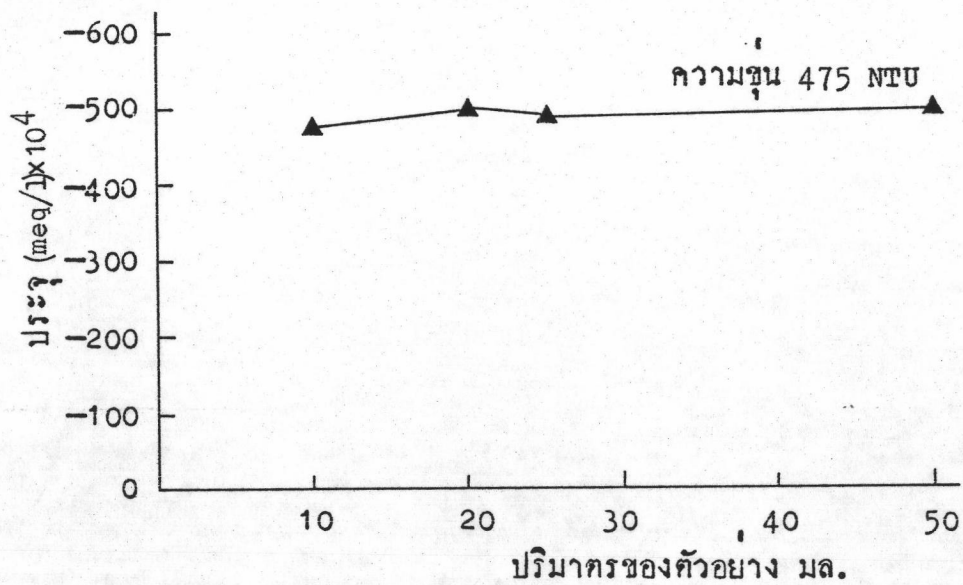
ภาพ 5.18 ประจุของน้ำสังเคราะห์ 3 ชนิด ที่ฟีเอชต่างๆ ซึ่งวัดโดยวิธีไตเตรตย้อนกลับ



ภาพ 5.19 ประจุของน้ำสังเคราะห์เบนโทไนท์ เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ไตเตรต



ภาพ 5.20 ประจุของน้ำแข็งเคราะห์ฟลูออไรด์เอช ที่วัดโดยวิธีไทเตรตย้อนกลับ เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ไทเตรต



ภาพ 5.21 ประจุของน้ำแข็งเคราะห์คาโอไลน์ ที่วัดโดยวิธีไทเตรตย้อนกลับ เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ไทเตรต

ภาพ 5.18 แสดงประจุของน้ำสังเคราะห์ทั้ง 3 ชนิด ที่พีเอชต่าง ๆ ซึ่งวัคโคยวิซี ไทเทรทียอนกลับ ปรากฏว่าประจุของน้ำสังเคราะห์ทั้ง 3 ชนิดไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงพีเอช 5 - 9 ซึ่งเป็นช่วงที่ใช้ในการโคแอกกูเลชันทั่ว ๆ ไป

ภาพ 5.19 แสดงประจุของน้ำสังเคราะห์เบนโทไนท์ เมื่อเปลี่ยนแปลงปริมาตรตัวอย่างจะเห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่ใช้ไทเทรต ประจุที่วัคโคยวิซีไทเทรตโดยตรง และย้อนกลับจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด

ภาพ 5.20 และ 5.21 แสดงประจุของน้ำสังเคราะห์ฟูลเลอร์เอชและคาโอลิน ที่วัคโคยวิซีไทเทรทียอนกลับ ซึ่งในกรณีของคิน 2 ชนิดนี้ การเปลี่ยนแปลงปริมาตรที่ใช้ไทเทรต ไม่ทำให้ประจุที่วัคโคยวิซีแตกต่างกันมากนัก

การวัดประจุของน้ำสังเคราะห์เบนโทไนท์ทำให้เห็นว่า ปฏิกริยาระหว่างคิตีพีเอ็ม กับอนุภาคประจุลบ ไม่ได้เป็นเพียงการลดล้างประจุซึ่งกันและกันเท่านั้น แต่จะประกอบด้วยกลไกการเชื่อมข้อ และ/หรือกลไกการห่อหุ้ม ซึ่งกลไกทั้ง 2 ชนิดนี้ ไม่เป็นสโตยชิโอเมตริก กล่าวคือ กลไกการเชื่อมข้อหรือห่อหุ้ม (enmeshment) ที่เกิดในภาวะที่มีจำนวนเป้า (target) น้อยจะสิ้นเปลืองสารที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อหรือห่อหุ้มไปในอัตราส่วนที่สูงกว่าในภาวะที่มีจำนวนเป้าหมายมาก ดังนั้นในตัวอย่างที่มีมวลของเบนโทไนท์ต่ำ ซึ่งก็คือน้ำน้อยนั้น ในการไทเทรตจะสิ้นเปลืองคิตีพีเอ็มไปในอัตราส่วนที่สูงกว่าตัวอย่างที่มีมวลของเบนโทไนท์สูง จึงพบว่าเมื่อใช้ตัวอย่างที่มีมวลของเบนโทไนท์สูงขึ้น ผลลัพธ์ของประจุที่วัคโคยวิซีจะลดลง ไม่ว่าจะใช้วิธีไทเทรตโดยตรงหรือย้อนกลับ

สำหรับการวัดประจุของน้ำสังเคราะห์ฟูลเลอร์เอชและคาโอลิน ไม่พบปรากฏการณ์อย่างกรณีของเบนโทไนท์ ซึ่งคาดว่าปฏิกริยาระหว่างคิตีพีเอ็มกับอนุภาคคิน 2 ชนิดนี้ก็คงจะไม่เป็นเพียงการลดล้างประจุกันอย่างธรรมดา แต่อาจจะมีกลไกอื่น ๆ มาเกี่ยวข้องด้วย แต่อย่างไรก็ตามเมื่อการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างมวลของคินกับคิตีพีเอ็ม ไม่ทำให้ประจุที่วัคโคยวิซีเปลี่ยนแปลงไป จึงจะถือว่าปฏิกริยาระหว่างคิตีพีเอ็มกับฟูลเลอร์เอชและคาโอลิน เป็นสโตยชิโอเมตริก

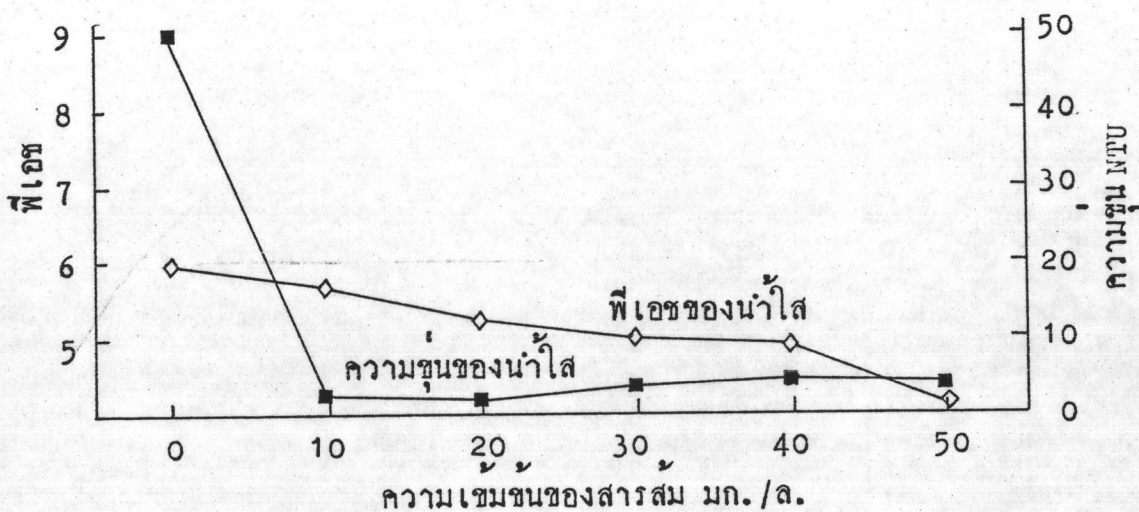
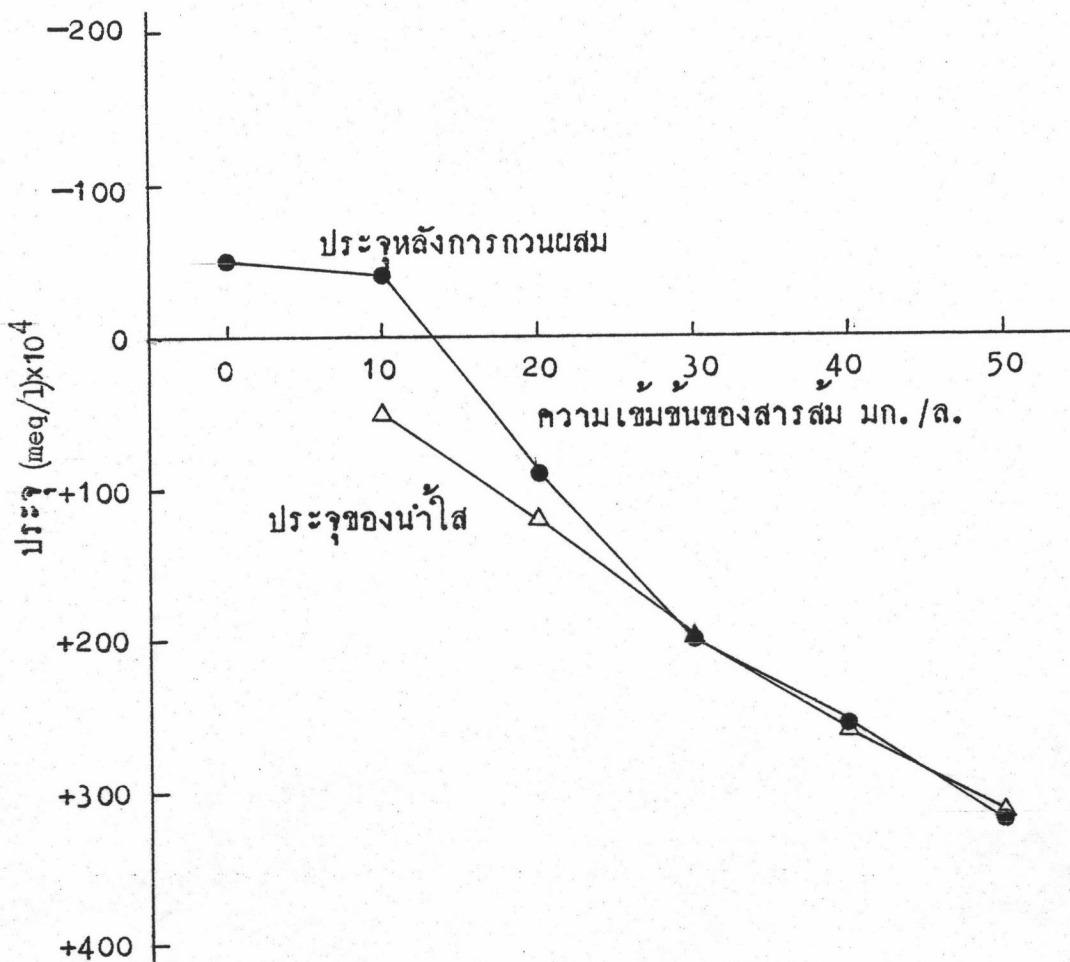
5.6 การวัดประจุของน้ำสังเคราะห์ในขบวนการโคแอกกูเลชัน

5.6.1 การทดลองโดยใช้ความปั่นป่วนในการกวนผสมค่า

เนื่องจากการวัดประจุของน้ำสังเคราะห์เบนโทไนท์เมื่อมวลของเบนโทไนท์ในตัวอย่างเปลี่ยนแปลงได้ผลไม่คงที่ น้ำสังเคราะห์เบนโทไนท์จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้สำหรับการโคแอกกูเลชันในการวิจัยนี้ เพราะการเก็บตัวอย่างจากจาร์เทสต์มาวัดประจุนั้น การที่จะรักษาให้ตัวอย่างแต่ละอันมีมวลของ

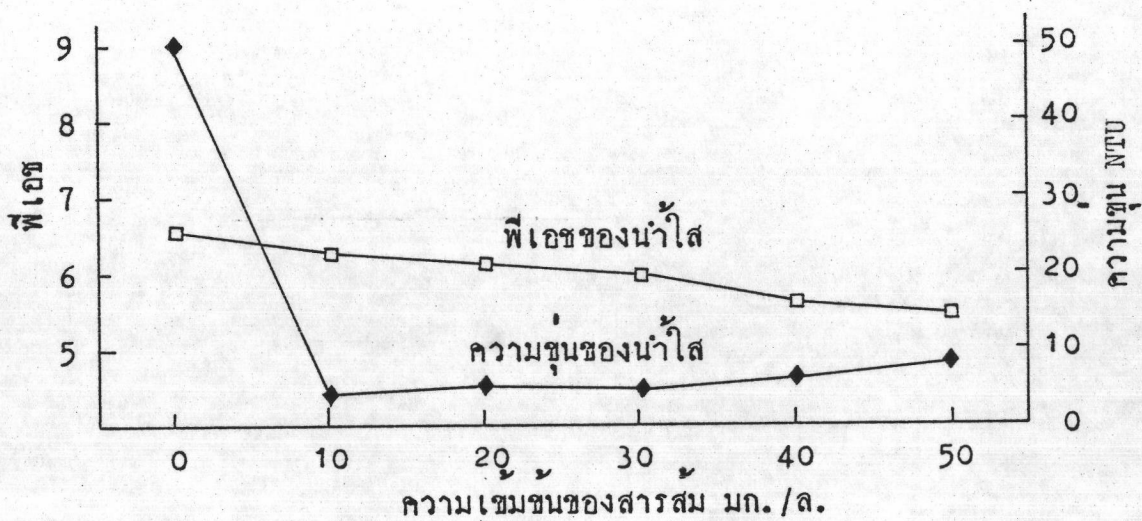
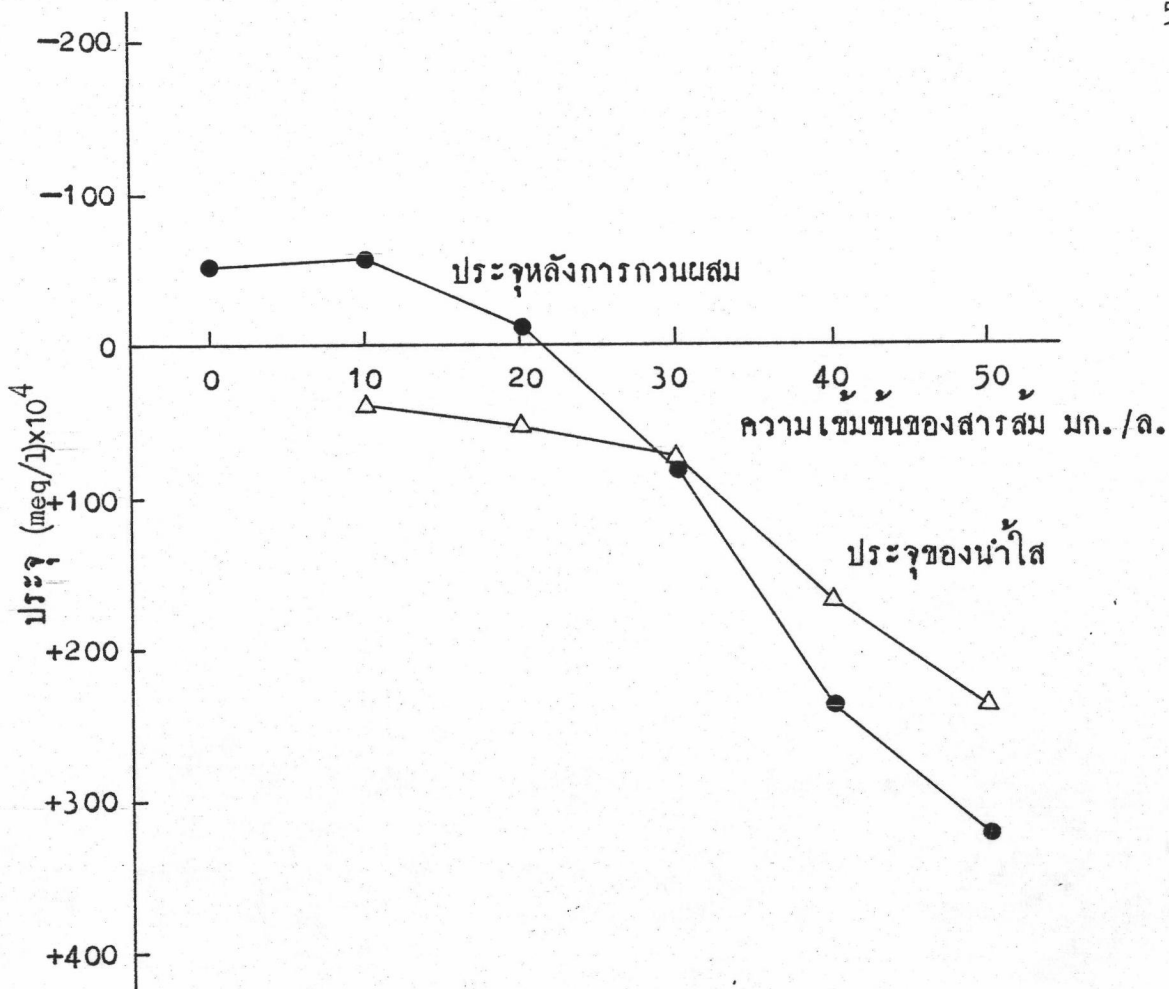
เบนโทไนท์ใกล้เคียงกันนั้น ไม่สะดวกอย่างยิ่ง ดังนั้นน้ำสังเคราะห์ที่เหมาะสมจึงได้แก่ น้ำสังเคราะห์ พูลเลอร์เอชหรือคาโอดิน ซึ่งในระหว่างน้ำสังเคราะห์ 2 ชนิดนี้ คาโอดินมีประจุต่ำกว่าพูลเลอร์เอชมาก การวัดประจุของคาโอดินจึงใช้ปริมาตรของตัวอย่างไ้มากกว่าการวัดประจุของพูลเลอร์เอช ซึ่งจะช่วยให้ความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ลดน้อยลง ดังนั้นการโคแอกกูเลชันของน้ำสังเคราะห์ในการวิจัยนี้ จึงเลือกใช้น้ำสังเคราะห์ที่เตรียมขึ้นจากคินคาโอดิน และเนื่องจากอัตราส่วนระหว่างมวลของคาโอดิน กับคิตีพีเอ็มที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้ผลลัพธ์ที่ไ้มต่างกัน การโคแอกกูเลชันประจุต่างๆจึงจะใช้วิธีโคแอกกูเลชันกลับ โดยเติมคิตีพีเอ็ม 2.0 มล. เท่ากันในทุกตัวอย่างซึ่งผลการวิจัยมีดังต่อไปนี้

ในการโคแอกกูเลชันโดยใช้ความเข้มข้นของสารส้มสูง ๆ ที่ที่เอชค่า ๆ ซึ่งไ้มได้ในภาพ 5.22, 5.23 และ 5.24 พบว่า ประจุหลังการกวนผสมเปลี่ยนเป็นบวกเมื่อความเข้มข้นของสารส้มสูงกว่า 13, 22 และ 36 มก./ล. ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าอนุภาคคินคาโอดินได้รับอิทธิพลของประจุบวกจากสารส้ม แต่น้ำสังเคราะห์ เมื่อความเข้มข้นของสารส้มต่ำกว่าค่าดังกล่าว หรือเมื่อพีเอชสูง ซึ่งไ้มได้ในภาพ 5.25 และ 5.26 ซึ่งวัดประจุหลังการกวนผสมไ้มเป็นค่าลบ (โดยที่ส่วนใหญ่จะ มีประจุลบใกล้เคียงกับประจุเดิมของน้ำสังเคราะห์) นั้น เป็นขณะเดียวกันกับที่ประจุในน้ำไล้ไ้มแสดงให้ไ้มเห็นว่า มีประจุบวกจากสารส้มอยู่อย่างมีนัยสำคัญ แต่เหตุไ้มในการวัดประจุหลังการกวนผสม ประจุบวกเหล่านี้จึงไม่ปรากฏ ซึ่งจะตั้งข้อสันนิษฐานว่า เนื่องจากสารประกอบเชิงซ้อนชนิดประจุบวกของสารส้ม จะเกิดในระยะเวลาที่สั้นมาก คือประมาณ 10^{-4} - 1 วินาที เท่านั้น ซึ่งถ้าหากใช้ความปั่นป่วนในการกวนผสมค่า สารประกอบเชิงซ้อนเหล่านี้จะเสถียรภาพของอนุภาคไ้มเพียงบางส่วน อนุภาคส่วนใหญ่จะคงมีประจุลบอยู่เช่นเดิม ดังนั้นการโคแอกกูเลชันในภาพ 5.22 ถึง 5.26 ที่ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องจารุเทสซึ่งมีความปั่นป่วนต่ำ จึงเป็นไปไ้มได้ว่า เมื่อความเข้มข้นของสารส้มค่าหรือพีเอชสูง ซึ่งเกิดสารประกอบเชิงซ้อนชนิดประจุบวกน้อยนั้น สารประกอบเชิงซ้อนจะถูกคิกไปบนผิวของอนุภาคเพียงส่วนหนึ่งซึ่งมีจำนวนน้อยมาก และทำไ้มอนุภาคเหล่านี้กลับมีประจุบวกสูง และโดยสาเหตุที่อนุภาคเหล่านี้มีประจุบวกสูงมากแต่มีจำนวนน้อยจึงมีพื้นที่ผิววณเอง อนุภาคประจุลบจะลบล้างประจุบวกของอนุภาคเหล่านี้ไ้มจึงต้องใช้เวลามาก ในการวัดประจุหลังการกวนผสมจึงไม่พบประจุบวกเหล่านี้ เพราะพีวีเอส-เอเคจะทำปฏิกิริยากับคิตีพีเอ็ม และพีบี จนถึงจุดสิ้นสุดก่อนที่จะทำปฏิกิริยากับอนุภาคเหล่านี้ไ้มสมบูรณ์ และในทำนองเดียวกัน ในการโคแอกกูเลชัน อนุภาคความขุ่นอื่น ๆ ที่มีประจุลบ จะถูกกำจัดไปโดยกลไกโคแอกกูเลชันแบบกวาก่อนที่จะลบล้างประจุบวกของอนุภาคเหล่านี้ไ้ม ในน้ำไล้จึงเหลืออนุภาคที่กลับมีประจุบวกเหล่านี้ ที่ยังคงมีเสถียรภาพเป็นอนุภาคความขุ่นอยู่ ซึ่งในกรณีนี้ การวัดประจุของน้ำไล้จะมีคิตีพีเอ็มเหลือเป็นอิสระอยู่มากเพราะในตัวอย่างน้ำจะมีอนุภาคประจุลบเหลืออยู่น้อยมาก จึงมีเวลาที่จะให้พีวีเอสเอเคทำปฏิกิริยากับอนุภาคประจุบวกเหล่านี้ไ้มมากขึ้น การวัดจึงพบว่าในน้ำไล้มีประจุบวกอยู่อย่างมีนัยสำคัญ



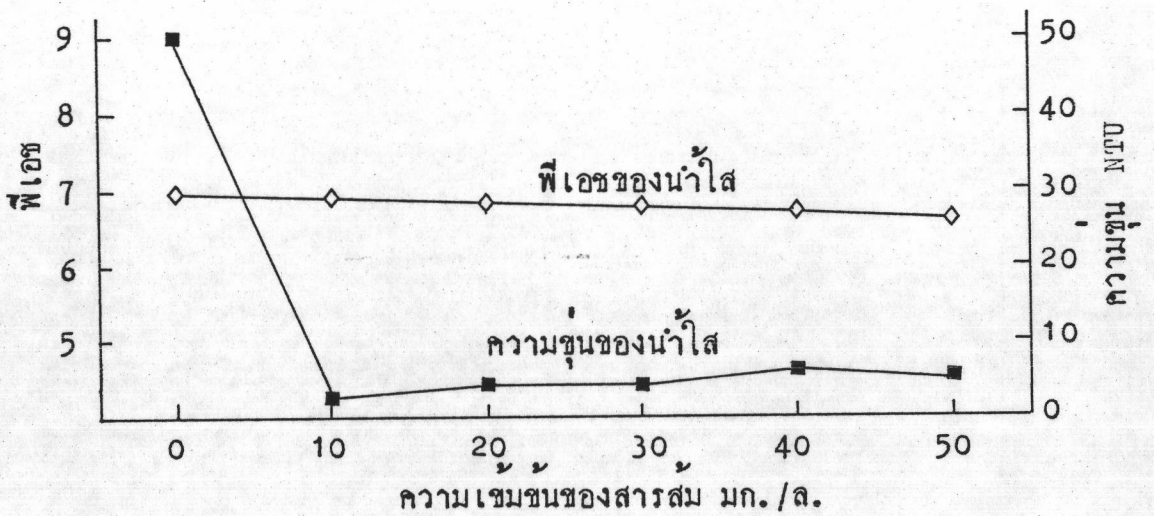
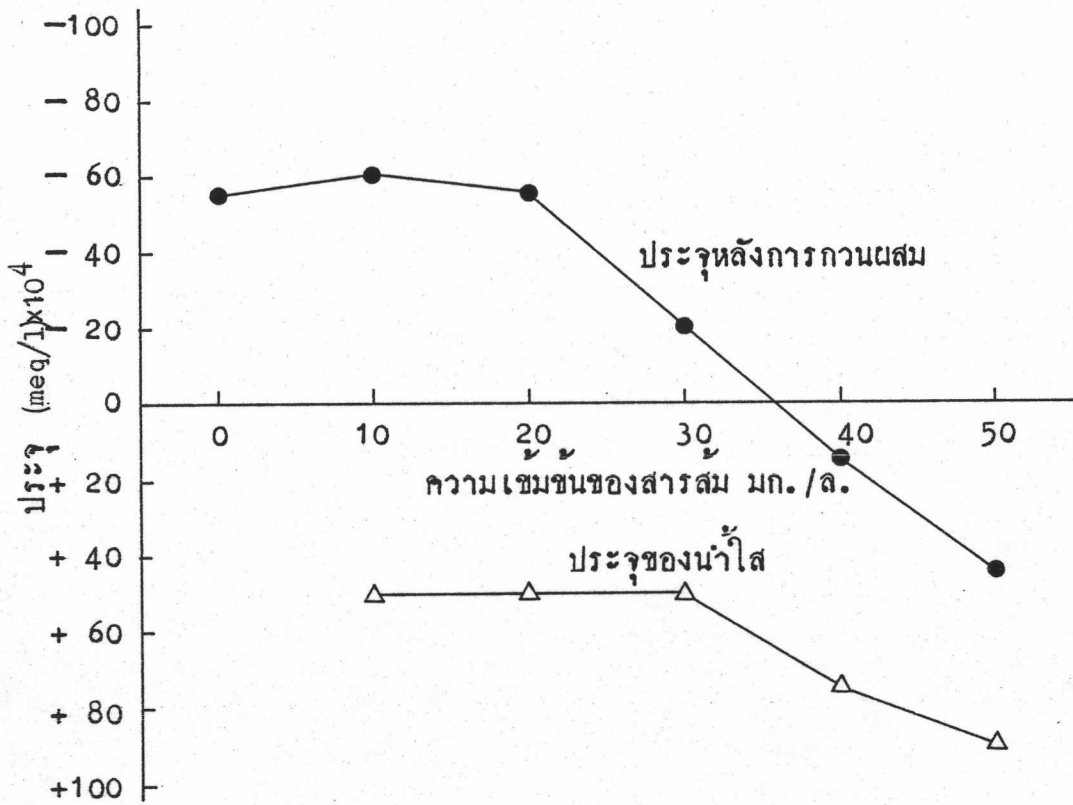
ภาพ 5.22 โคแอกกูเลชันของน้ำสังเคราะห์คาโอลิน

ความขุ่น 50 NTU
 ฟิเอช 5.95
 ประจุ -50 (meq/l) × 10⁴
 ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องจาร์เทสต์



ภาพ 5.23 โคแอกกูเลชันของน้ำสังเคราะห์คาโอดิน

ความขุ่น 50 NTU
 พีเอช 6.55
 ประจุ -50 (meq/l) × 10⁴
 ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องจาร์เทสค์



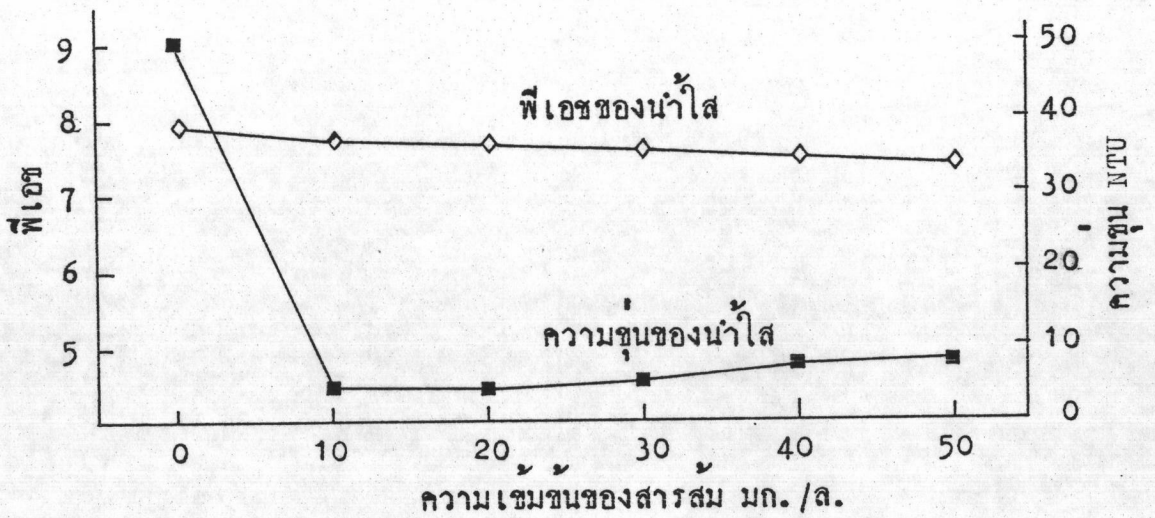
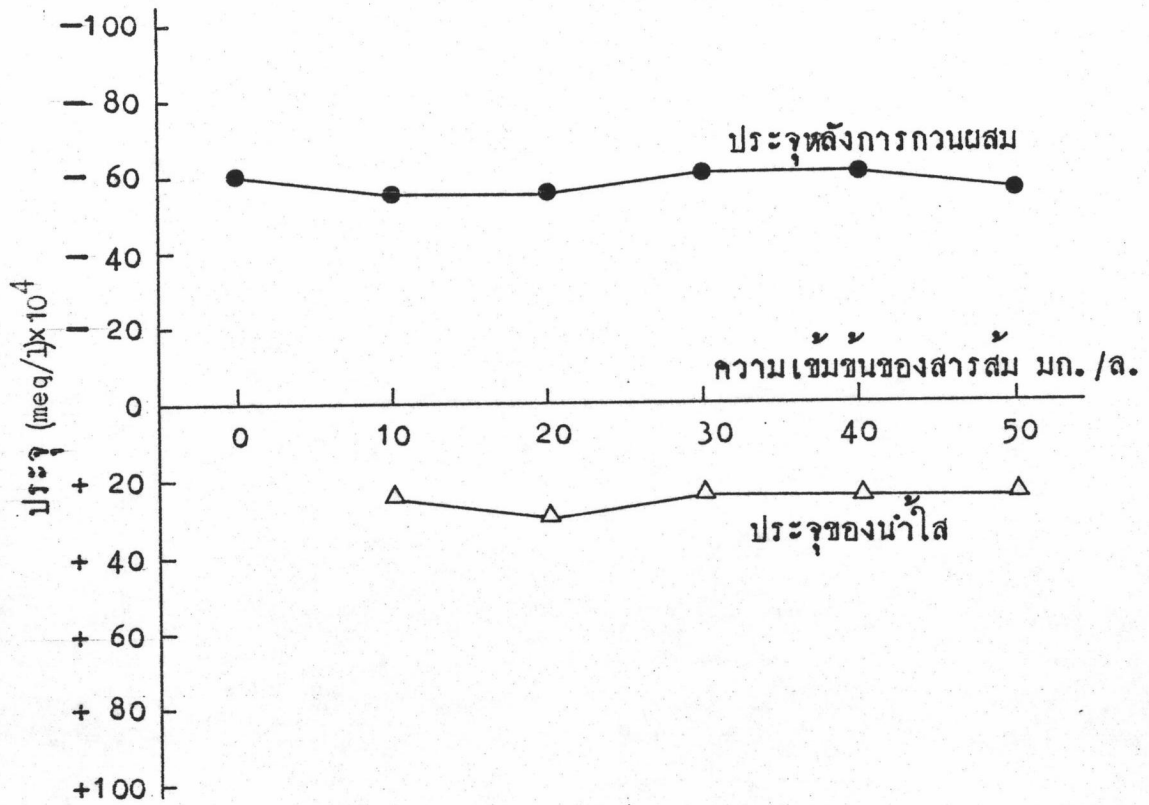
ภาพ 5.24 โคแอกกูเลชันของน้ำสังเคราะห์คาลิฟอร์เนีย

ความขุ่น 50 NTU

พีเอช 6.95

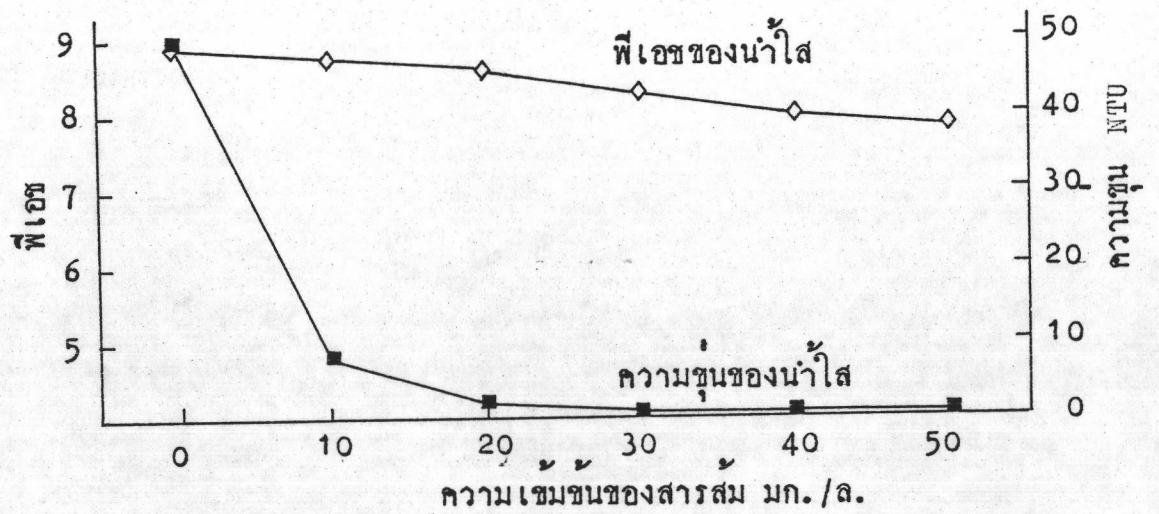
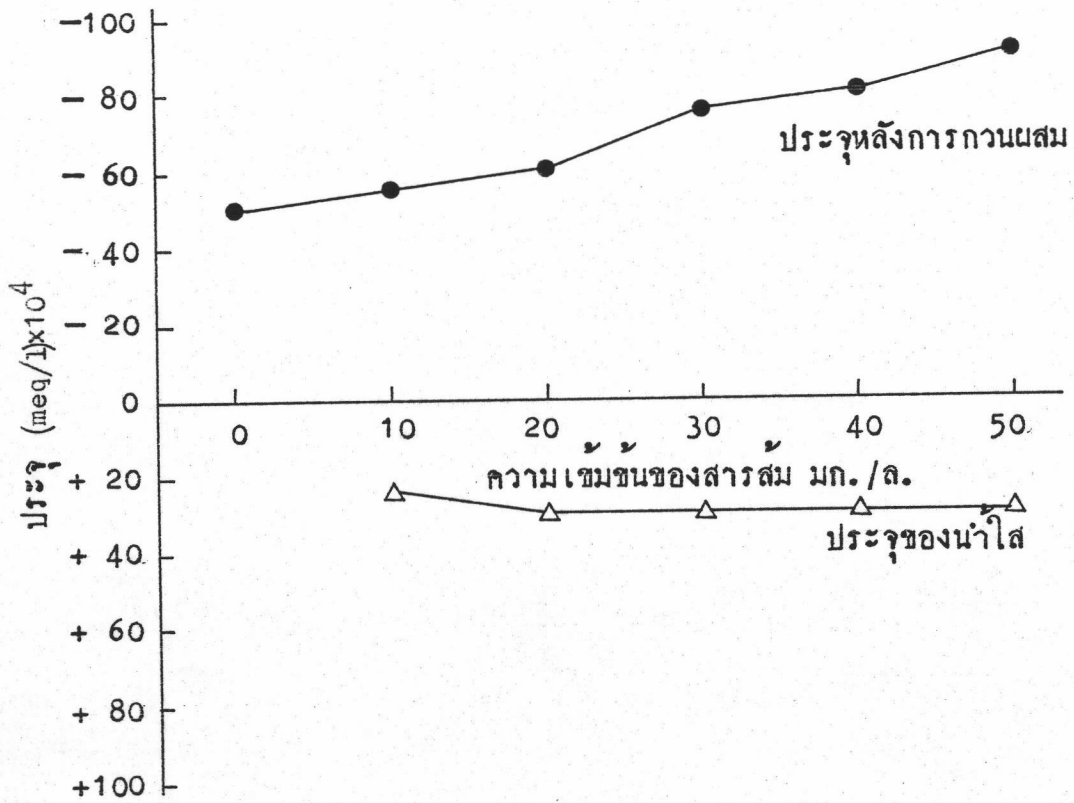
ประจุ -55 (meq/l) × 10⁴

ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องจาร์เทสต์



ภาพ 5.25 โคนอกกฎเลขชี้ของน้ำสังเคราะห์คาโอลิน

ความขุ่น 50 NTU
 ฟิเอช 7.9
 ประจุ -60 (meq/l × 10⁴)
 ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องจาร์เทสต์



ภาพ 5.26 โทแอกกูเลชันของน้ำสังเคราะห์คาโอลิน

ความขุ่น 50 NTU
 พีเอช 8.9
 ประจุ -50 (meq/l) × 10⁴
 ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องจาร์เทสต์

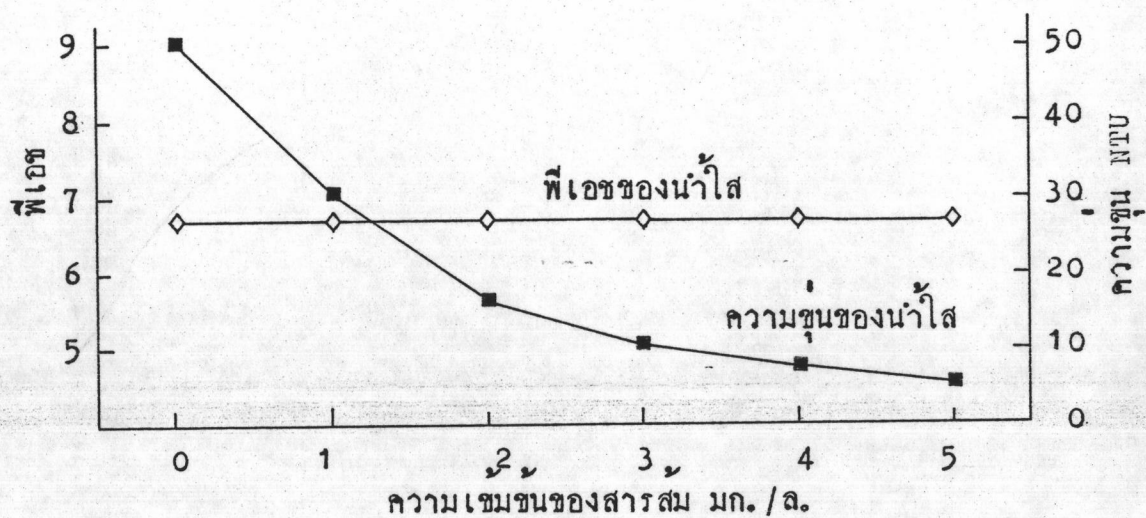
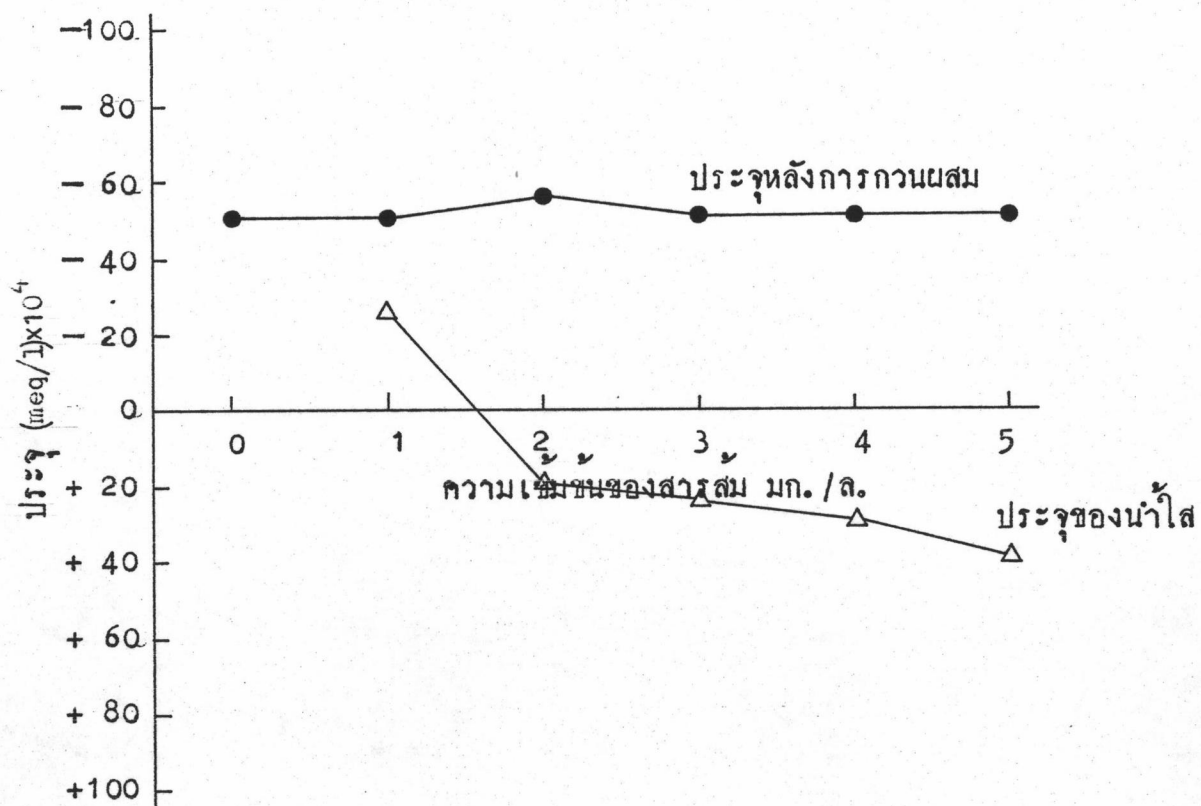
ในภาพ 5.27 ถึง 5.29 ซึ่งเป็นผลของโคแอกกูเลชันที่ใช้สารส้มความเข้มข้นต่ำ และความมันปนในการกวนผสมเท่านั้น ผลการวัดประจุหลังการกวนผสมคล้ายกับผลการโคแอกกูเลชันที่ใช้สารส้มความเข้มข้นสูงที่แสดงในภาพ 5.22 - 5.26 คือประจุหลังการกวนผสมไม่มีความสัมพันธ์ที่เด่นชัดกับความขุ่นที่เหลือ แต่เมื่อพิจารณาประจุของน้ำไล ซึ่งในที่นี้มีค่าสูงที่สุดประมาณ -30 ถึง -40 ($\text{meq/l}) \times 10^4$ เมื่อเปรียบเทียบกับภาพ 5.30 (ซึ่งสร้างขึ้นโดยใช้ข้อมูลของสารส้มความเข้มข้น 10 มก./ล. จากภาพ 5.22 - 5.26) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ประจุของน้ำไลในขณะที่โคแอกกูเลชันโคผลดีที่สุดจะมีค่าประมาณ -40 ถึง -50 ($\text{meq/l}) \times 10^4$ แล้ว จะเห็นว่าการที่ประจุของน้ำไลต่ำดังกล่าว น่าจะเป็นค่านีที่แสดงว่า ความเข้มข้นของสารส้ม 1 - 5 มก./ล. ที่ใช้ ยังคงต่ำเกินไปที่จะให้ผลการโคแอกกูเลชันที่ดีที่สุดได้

เมื่อนำผลการวัดประจุของน้ำไลของการโคแอกกูเลชันโดยใช้สารส้มความเข้มข้นสูง และค่ามาพิจารณาร่วมกัน และวิเคราะห์ร่วมกับข้อสันนิษฐานที่กล่าวมาแล้ว จะตั้งสมมุติฐานของการโคแอกกูเลชันแบบกวาคคังต่อไปนี้ " ในการโคแอกกูเลชันแบบกวาค บพาทของสารส้มจะประกอบด้วย

1. การสร้างสารประกอบเชิงซ้อนที่มีประจุบวก ซึ่งจะคุกคิกไปบนผิวของอนุภาคเพียงกลุ่มหนึ่ง และ
2. การสร้างตะกอนอลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งจะทำหน้าที่กักจับอนุภาคประจุลบ กังนั้นภาวะต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ความเข้มข้นของสารส้มพิเศษและความมันปนในการกวนผสม ฯลฯ ที่จะทำให้การโคแอกกูเลชันแบบกวาคโคผลดีที่สุด คือภาวะที่ทำให้สารส้มสร้างตะกอนไฮดรอกไซด์ได้มากพอที่จะกักจับอนุภาคประจุลบได้คิ และขณะเดียวกันปริมาณสารประกอบเชิงซ้อนประจุบวกที่เกิดขึ้น ก็จะไม่มากเกินไปจนทำให้มีอนุภาคที่เปลี่ยนเป็นประจุบวกซึ่งจะคงมีเสถียรภาพในน้ำไลมากเกินไป " สมมุติฐานดังกล่าวนี้อาจจะเป็นเหตุผลหนึ่งที่จะอธิบายได้ว่า การเพิ่มความเข้มข้นของสารส้มในการโคแอกกูเลชันแบบกวาค ซึ่งเท่ากับเป็นการเพิ่มตะกอนอลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ที่จะทำหน้าที่ห่อหุ้มอนุภาคประจุลบและเป็นเป้าสัมผัส ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการกักจับอนุภาคประจุลบต่าง ๆ นั้น ทำไมในบางครั้งจึงกลับทำให้ผลโคแอกกูเลชันเลวลง และเป็นอีกเหตุผลหนึ่งนอกจากเหตุผลที่กล่าวมาในคอนท้ายของหัวข้อ 5.2 ที่จะอธิบายได้ว่า ทำไมการวิจัยของการโคแอกกูเลชันด้วยสารส้ม จึงมักจะพบว่าโคแอกกูเลชันแบบกวาคโคผลดีที่สุดเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารส้มประมาณ 20 - 60 มก./ล. (12)

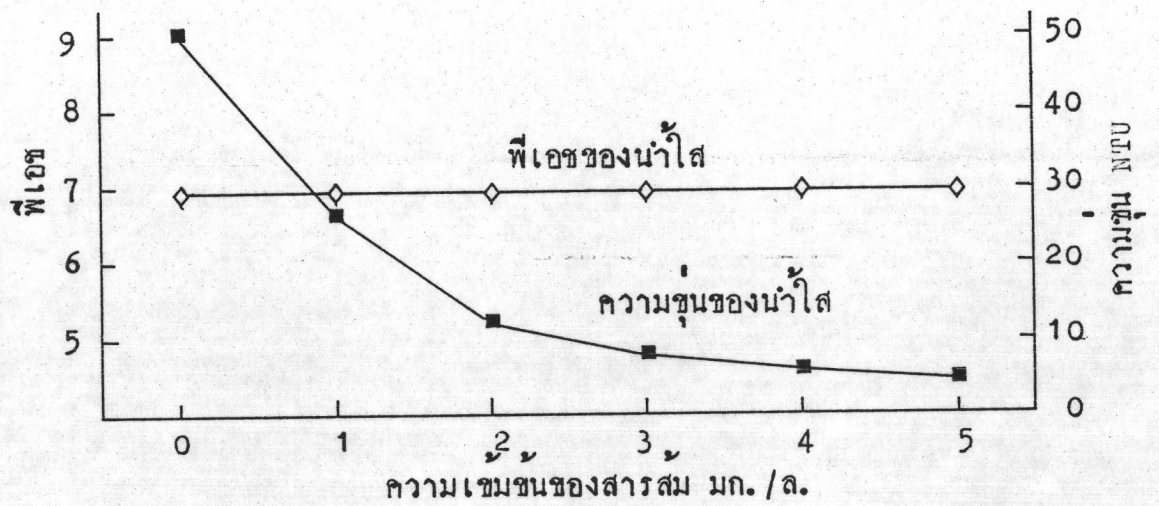
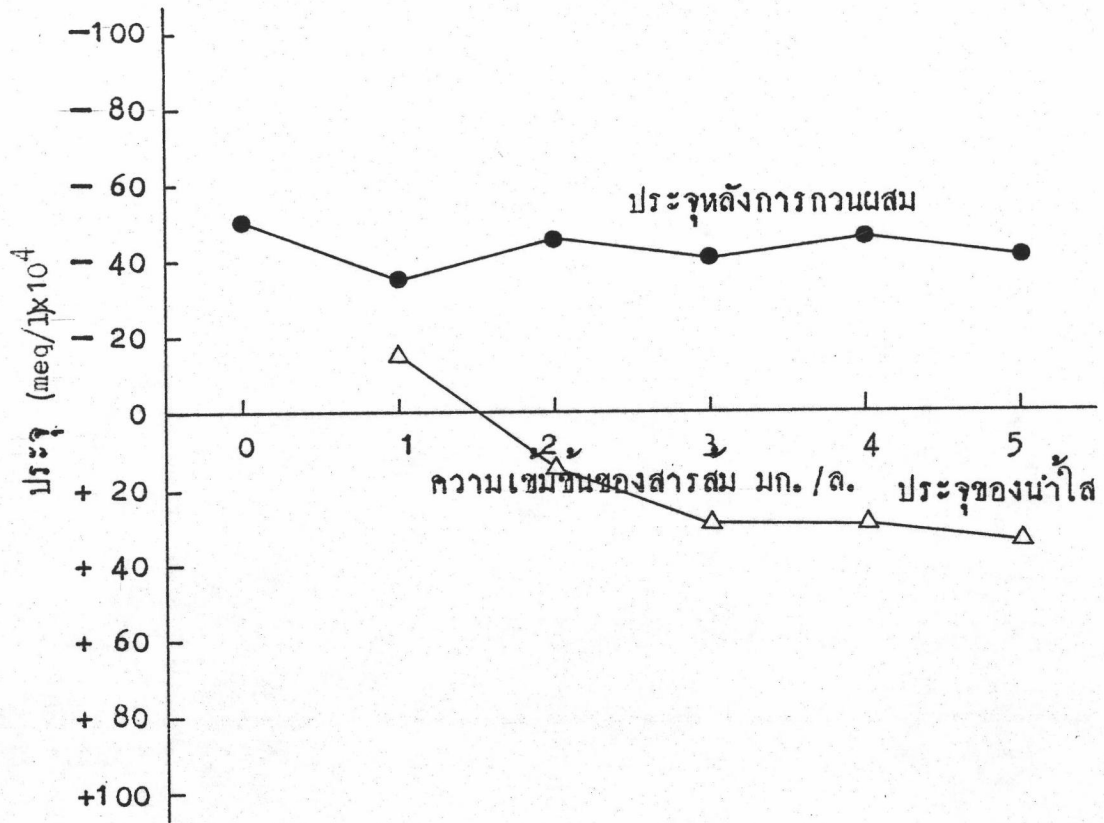
5.6.2 การทดลองโดยใช้ความมันปนในการกวนผสมสูง

การโคแอกกูเลชันโดยใช้ความมันปนในการกวนผสมค่า กลไกโคแอกกูเลชันแบบกวาคจะเป็นกลไกหลัก ทำให้ไม่เห็นความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงประจุของอนุภาค จึงได้ทดลอง



ภาพ 5.27 โคเออกกุลเลชันของน้ำสังเคราะห์คาโอลิน

ความขุ่น	50	NTU
พีเอช	6.65	
ประจุ	-50	(meq/l) x 10 ⁴
ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องจาร์เทสต์		



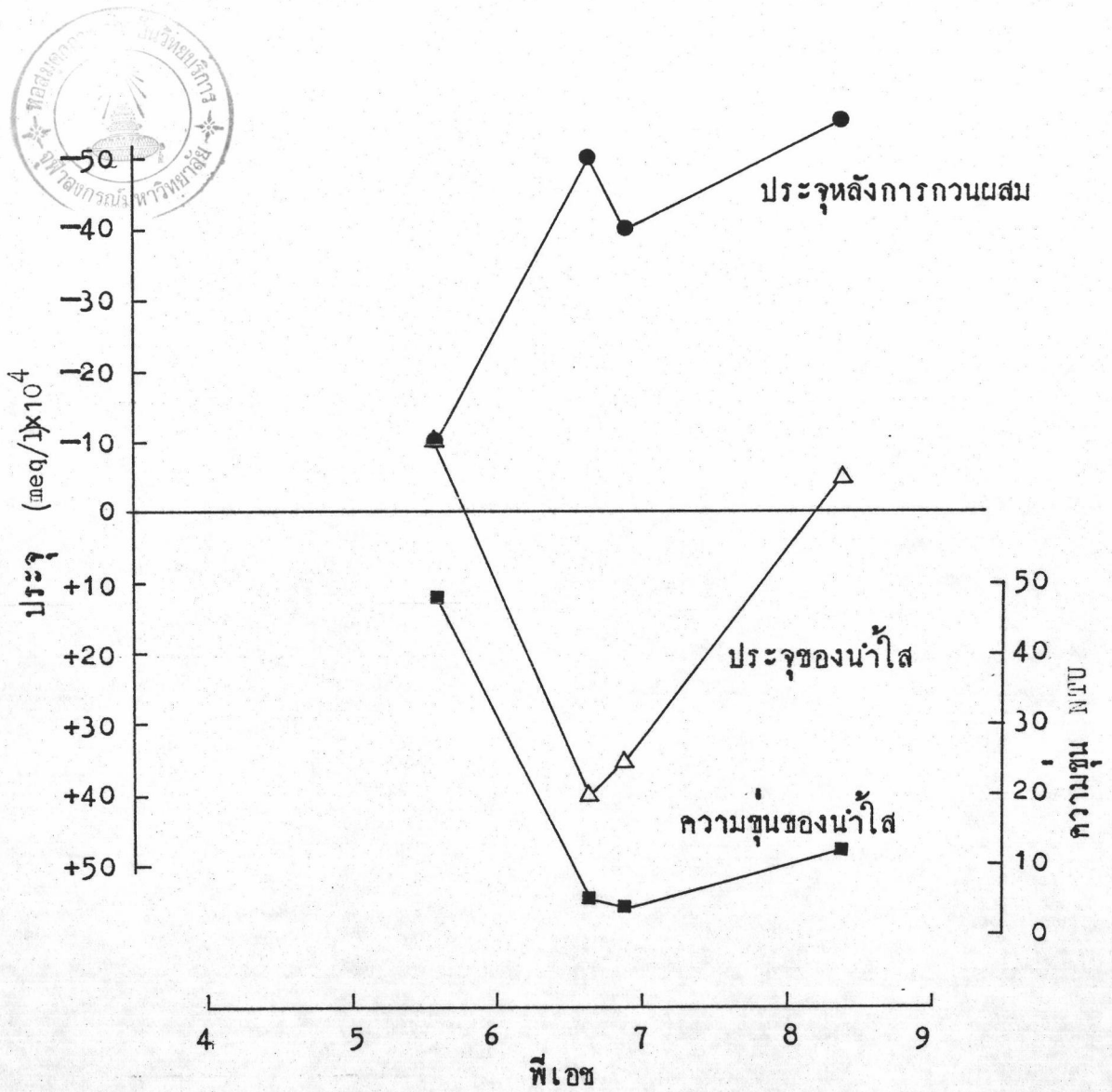
ภาพ 5.28 โคแอกกูเลชันของน้ำสังเคราะห์คาโอลิน

ความขุ่น 50 NTU

พีเอช 6.9

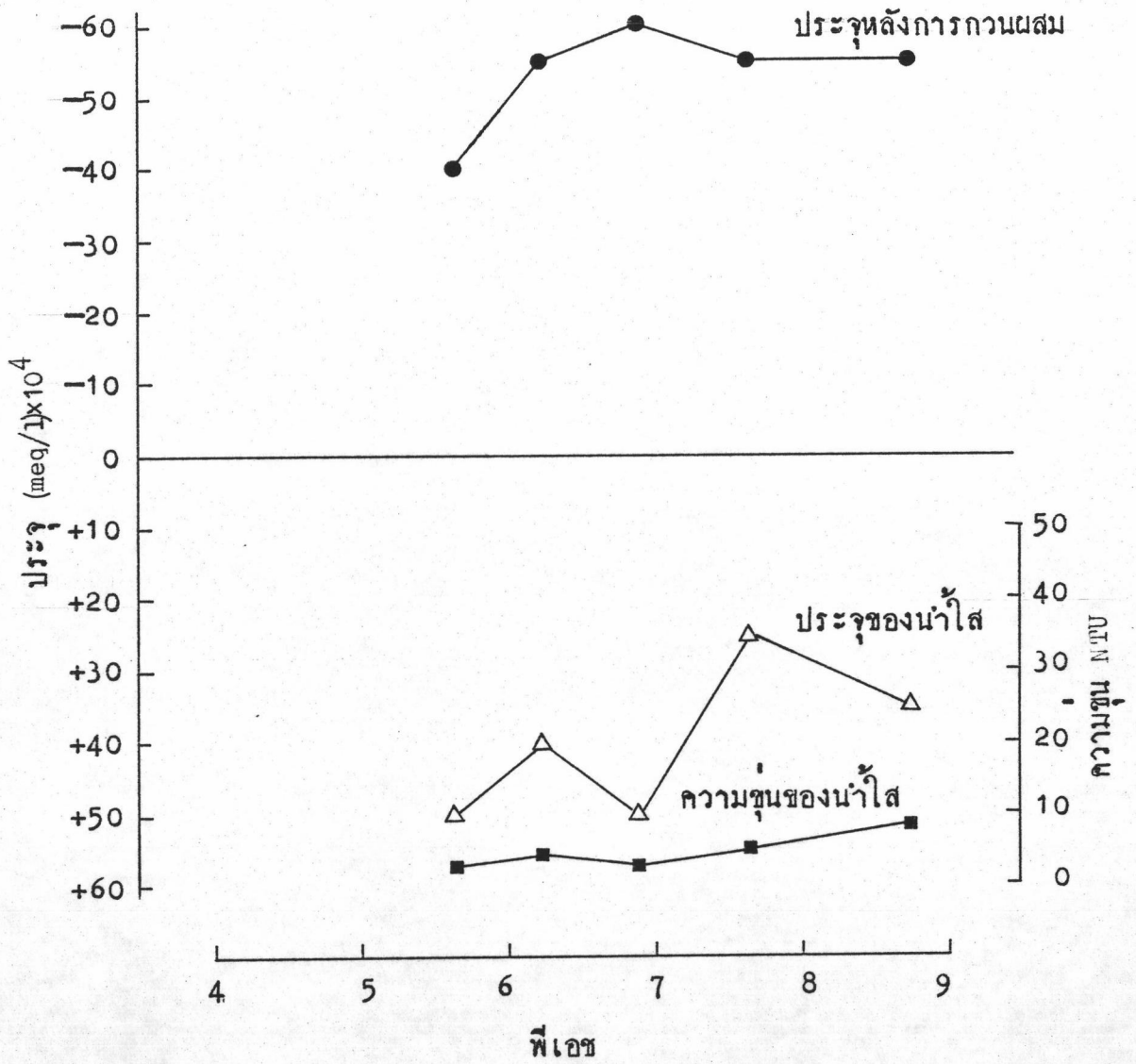
ประจุ -50 (meq/l) x 10⁴

ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องจาร์เทสค์



ภาพ 5.29 โคแอกกูเลชันของน้ำสังเคราะห์คาโอลิน

ความขุ่น 50 NTU
 ประจุ -50 (meq/l) x 10⁴
 ความเข้มข้นของสารส้ม 5 มก./ล.
 ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องจาร์เทสต์



ภาพ 5.30 โคนอกกฏเลขชี้ของน้ำสังเคราะห์ค่าไอออน

ความขุ่น 50 NTU

ประจุ -50 (meq/l × 10⁴)

ความเข้มข้นของสารส้ม 10 มก./ล.

ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องจาร์เทสต์

ทำโคแอกกูเลชันโดยใช้ความปั่นป่วนในการผสมสูง ซึ่งได้ผลดังแสดงในภาพ 5.31 - 5.34

การโคแอกกูเลชันในภาพ 5.31 - 5.33 ซึ่งใช้ความเข้มข้นของสารส้ม 1 - 5 มก./ล. นั้น ประจุหลังการกวนผสมยังไม่แสดงถึงกลไกต่าง ๆ ของการโคแอกกูเลชันและผลโคแอกกูเลชันก็ยังไม่ดี ซึ่งมีสาเหตุจากความเข้มข้นของสารส้มที่ใช้อย่างน้อยเกินไปที่จะสร้างกลไกการกุกติกและลคเสถียรภาพให้ได้ดี ทั้งนี้เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 10 มก./ล. ดังแสดงผลในภาพ 5.34 ผลการวัดประจุหลังการกวนผสมแสดงให้เห็นว่าการวัดประจุสามารถบอกถึงกลไกต่าง ๆ ของการโคแอกกูเลชันได้เป็นอย่างดี ซึ่งในที่นี้จะเห็นการไม่เกิดโคแอกกูเลชัน เมื่อสารส้มให้ Al^{+3} มาก ที่พีเอชค่า ๆ, กลไกการกุกติกและลคเสถียรภาพที่พีเอชประมาณ 6, และการไม่เกิดโคแอกกูเลชันเมื่อสารส้มให้สารประกอบเชิงซ้อนประจุลบมากขึ้นที่พีเอชสูง ๆ

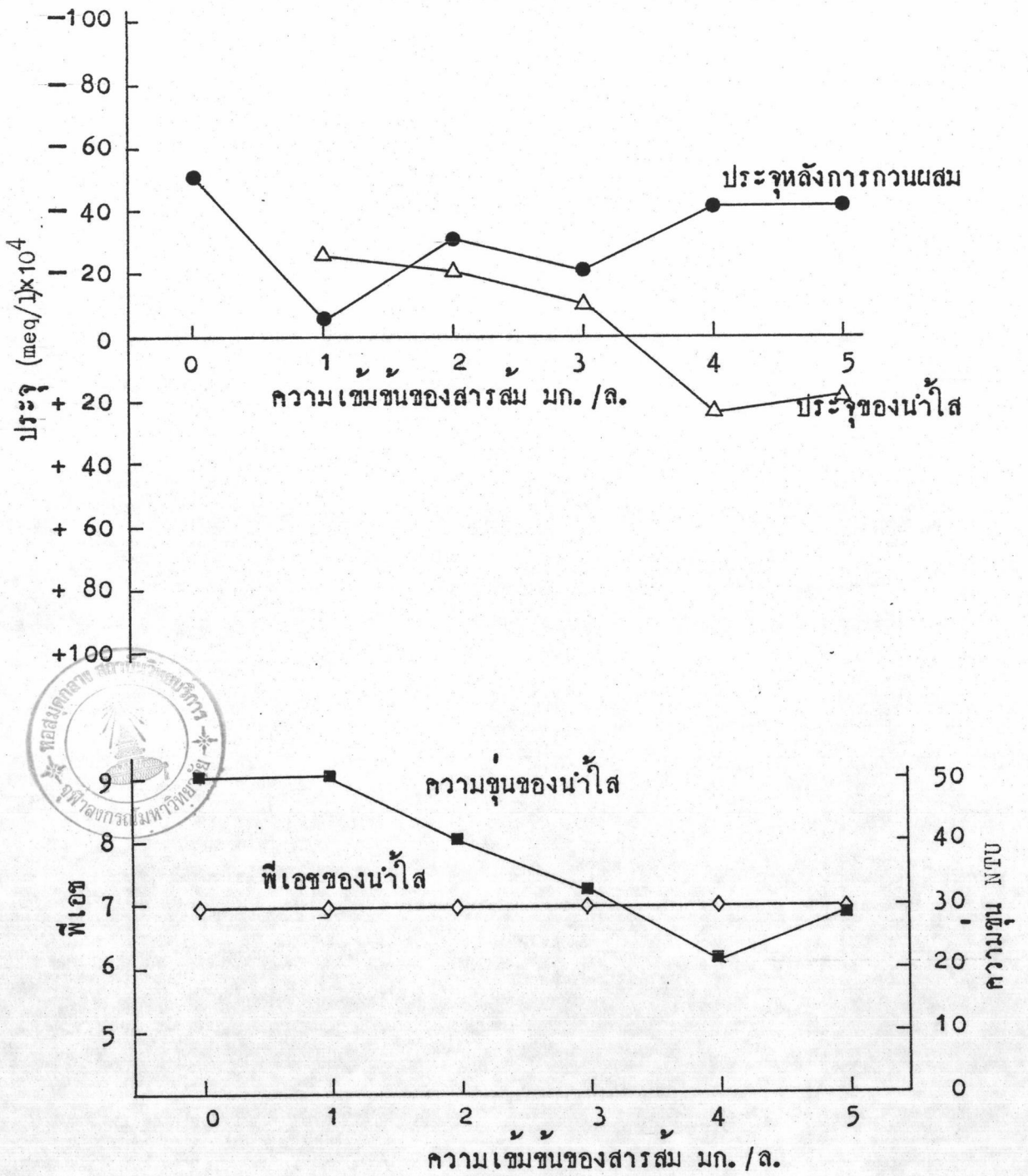
ในการโคแอกกูเลชันของน้ำสังเคราะห์คาโอลิน จะเห็นว่าเมื่อใช้ความปั่นป่วนในการกวนผสมค่า ความเข้มข้นของสารส้ม 10 มก./ล. ก็สามารถกำจัดอนุภาคคาโอลินได้ดี แต่ในการโคแอกกูเลชันโดยใช้ความปั่นป่วนสูงถึงแม้ว่าสารส้ม 10 มก./ล. จะสามารถลดประจุลบของอนุภาคคาโอลินได้เป็นอย่างดี แต่ผลการโคแอกกูเลชันยังไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งอาจจะเป็นเพราะว่าอนุภาคที่ถูกลคเสถียรภาพจากกลไกการกุกติกและลคเสถียรภาพ มีความสามารถในการเกาะกันค่ากว่าอนุภาคที่ถูกลคเสถียรภาพโดยกลไกโคแอกกูเลชันแบบกวาด ดังนั้นเมื่อใช้เวลาในการกวนช้าเท่า ๆ กัน ฟล็อกจากกลไกโคแอกกูเลชันแบบกวาด จะมีขนาดใหญ่กว่าและจมตัวได้เร็วกว่าฟล็อกจากกลไกการกุกติกและลคเสถียรภาพ การโคแอกกูเลชันแบบกวาดจึงได้ผลดีกว่าดังกล่าว

การวัดประจุของน้ำสังเคราะห์คาโอลินในขบวนการโคแอกกูเลชันนี้ได้ผลว่า การวัดประจุหลังการกวนผสมและประจุของน้ำใส ช่วยให้รู้ถึงกลไกการโคแอกกูเลชันที่เกิดขึ้นในสภาวะต่าง ๆ ตลอดจนความเข้มข้นของสารส้มที่เหมาะสม จึงสามารถใช้ศึกษาและควบคุมขบวนการโคแอกกูเลชันได้เป็นอย่างดี

5.7 การวัดประจุของน้ำคิบจากโรงกรองน้ำสามเสนในขบวนการโคแอกกูเลชัน

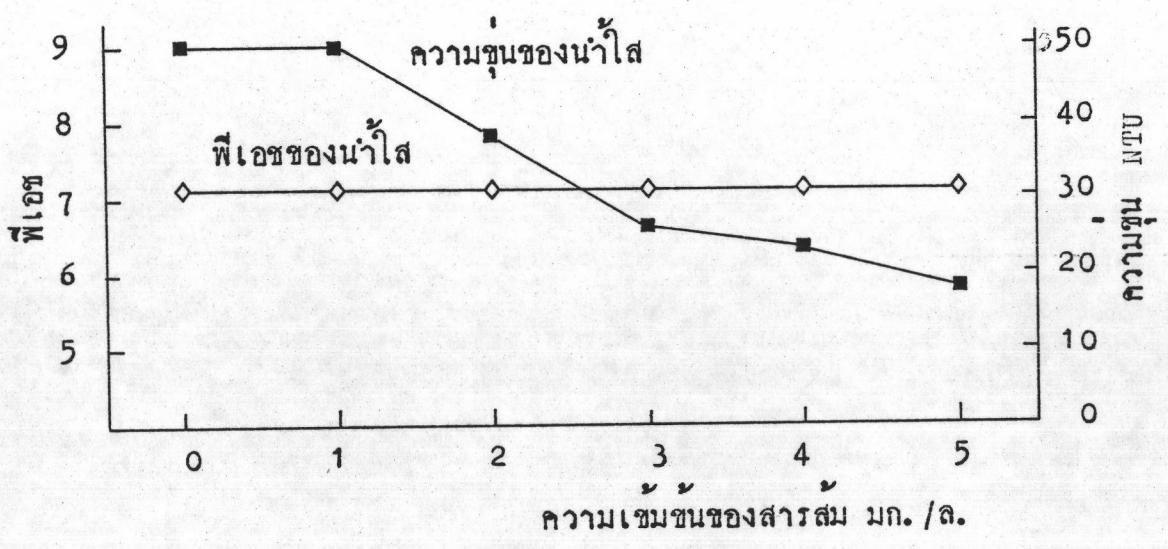
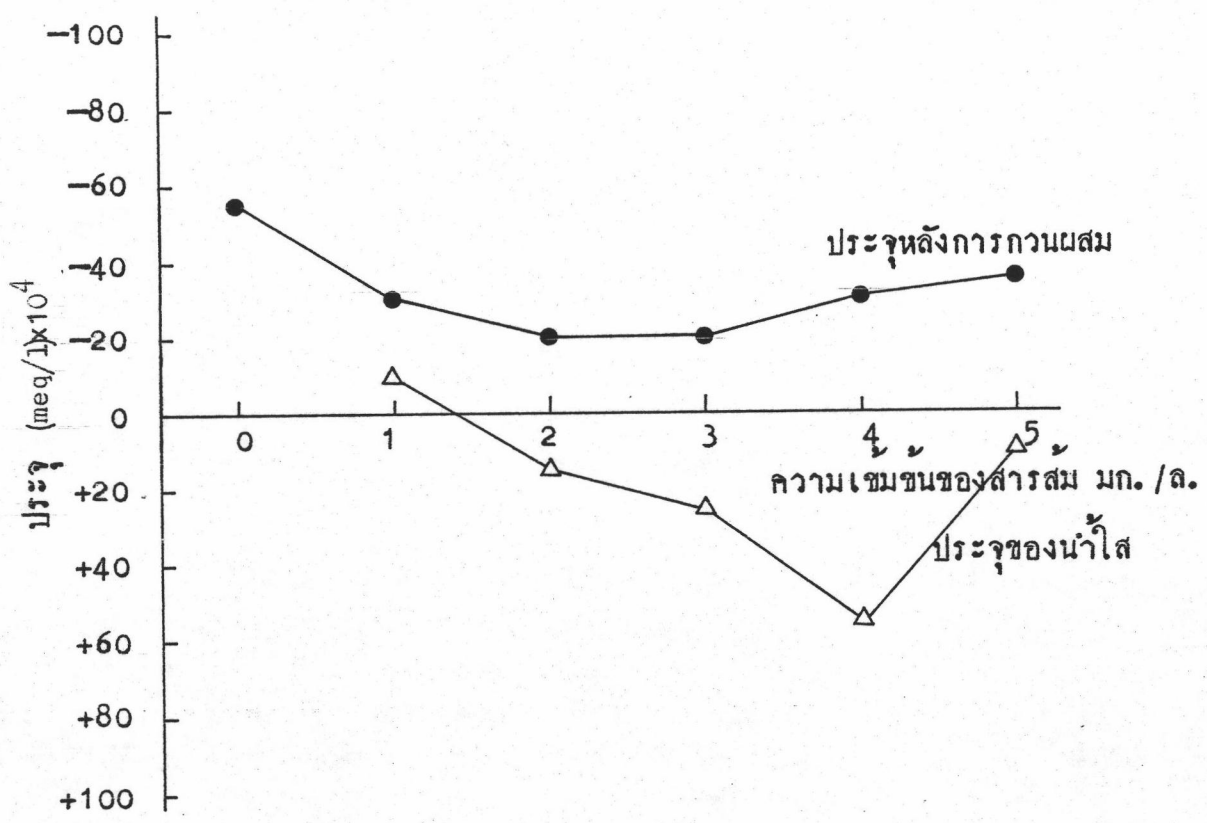
การนำน้ำคิบจากโรงกรองน้ำสามเสนมาทำจาร์เทสค์และวัดประจุนี้ กระทำแบบเกี่ยวกับการวิจัยของน้ำสังเคราะห์คาโอลิน คือใช้การโคแอกกูเลชันด้วยสารส้มความเข้มข้นสูงและต่ำ และเปรียบเทียบผลของการใช้ความปั่นป่วนในการกวนผสมสูงและต่ำ ซึ่งได้ผลการโคแอกกูเลชันดังแสดงในภาพ 5.35-5.37

การโคแอกกูเลชันของน้ำคิบ ซึ่งแสดงในภาพ 5.35 และ 5.36 นั้น ประจุหลังการกวนผสม



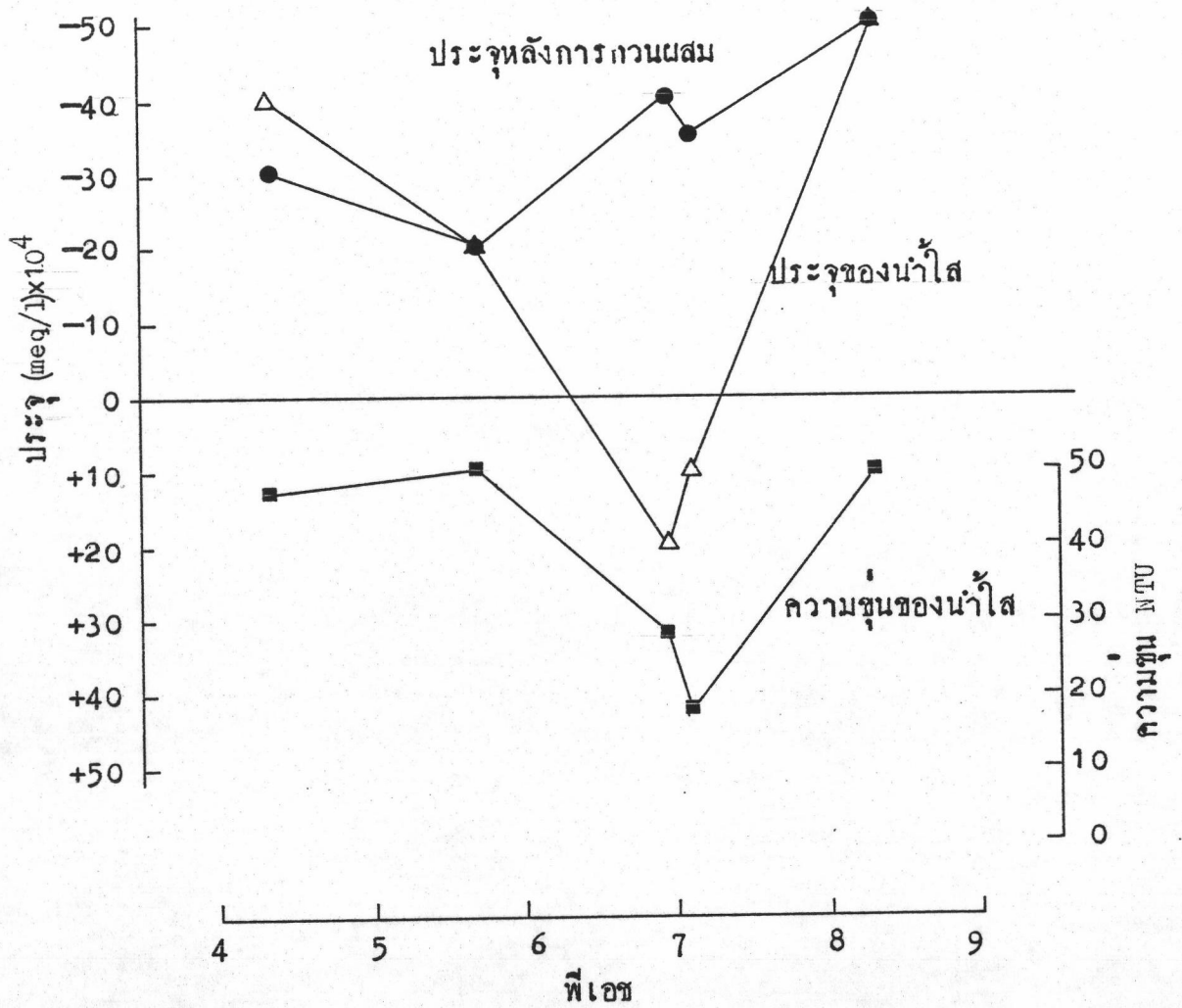
ภาพ 5.31 โคแอกกูเลชันของน้ำสังเคราะห์คาลิเนียม

ความขุ่น	50	NTU
พีเอช	6.95	
ประจุ	-50	$(\text{meq/l}) \times 10^4$
ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องบค		



ภาพ 5.32 โคแอกกูเลชันของน้ำสังเคราะห์คาโอลิน

ความขุ่น 50 NTU
 พีเอช 7.1
 ประจุ -55 (meq/l) x 10⁴
 ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องบด



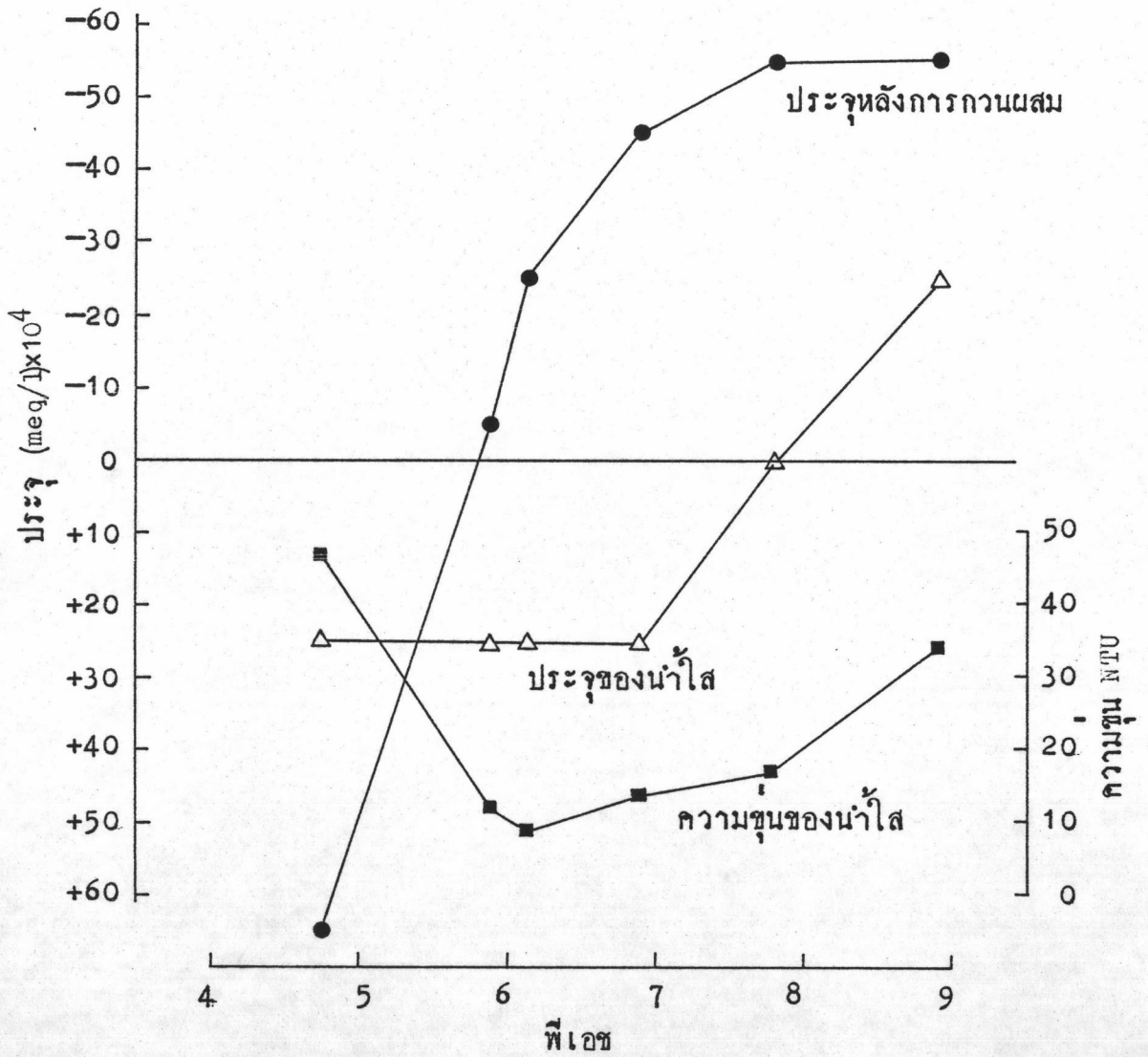
ภาพ 5.33 โคแอกกูเลชันของน้ำสังเคราะห์คาโอดิน

ความขุ่น 50 NTU

ประจุ -50 (mg/l) $\times 10^4$

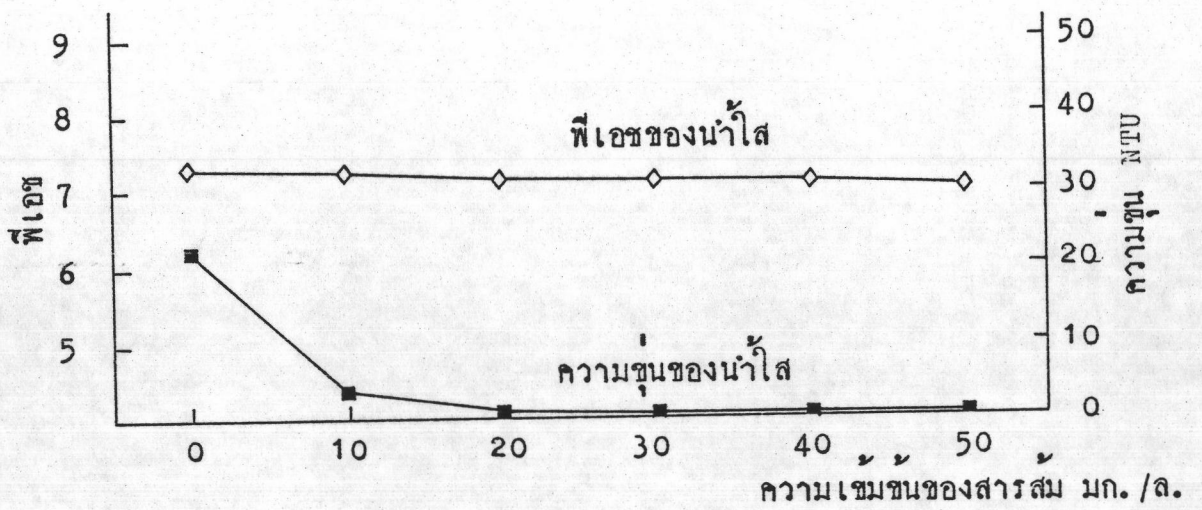
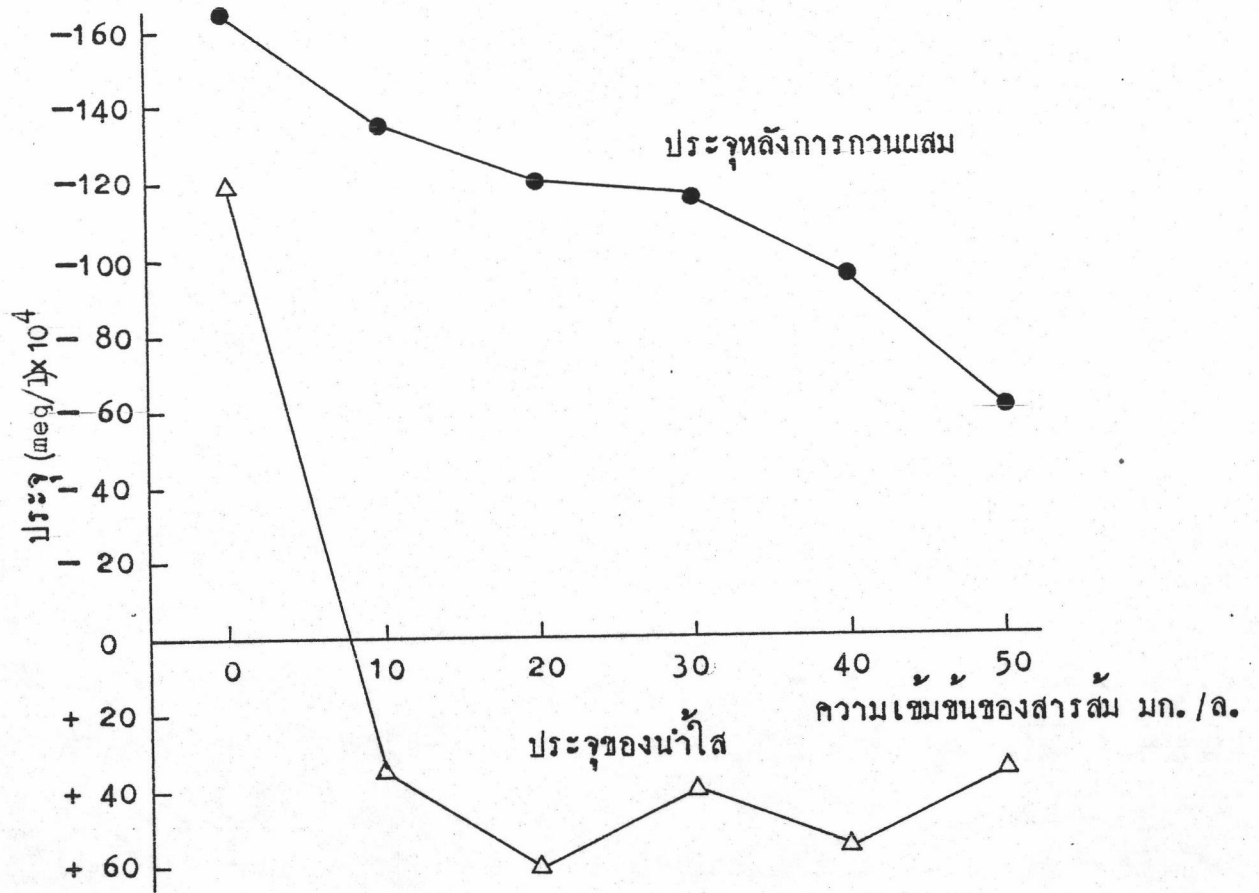
ความเข้มข้นของสารส้ม 5 มก./ล.

ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องบด



ภาพ 5.34 โคแอกกูเลชันของน้ำสังเคราะห์คาโอลิน

ความขุ่น 50 NTU
 ประจุ -50 (meq/l x 10⁴)
 ความเข้มข้นของสารส้ม 10 มก./ล.
 ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องบค



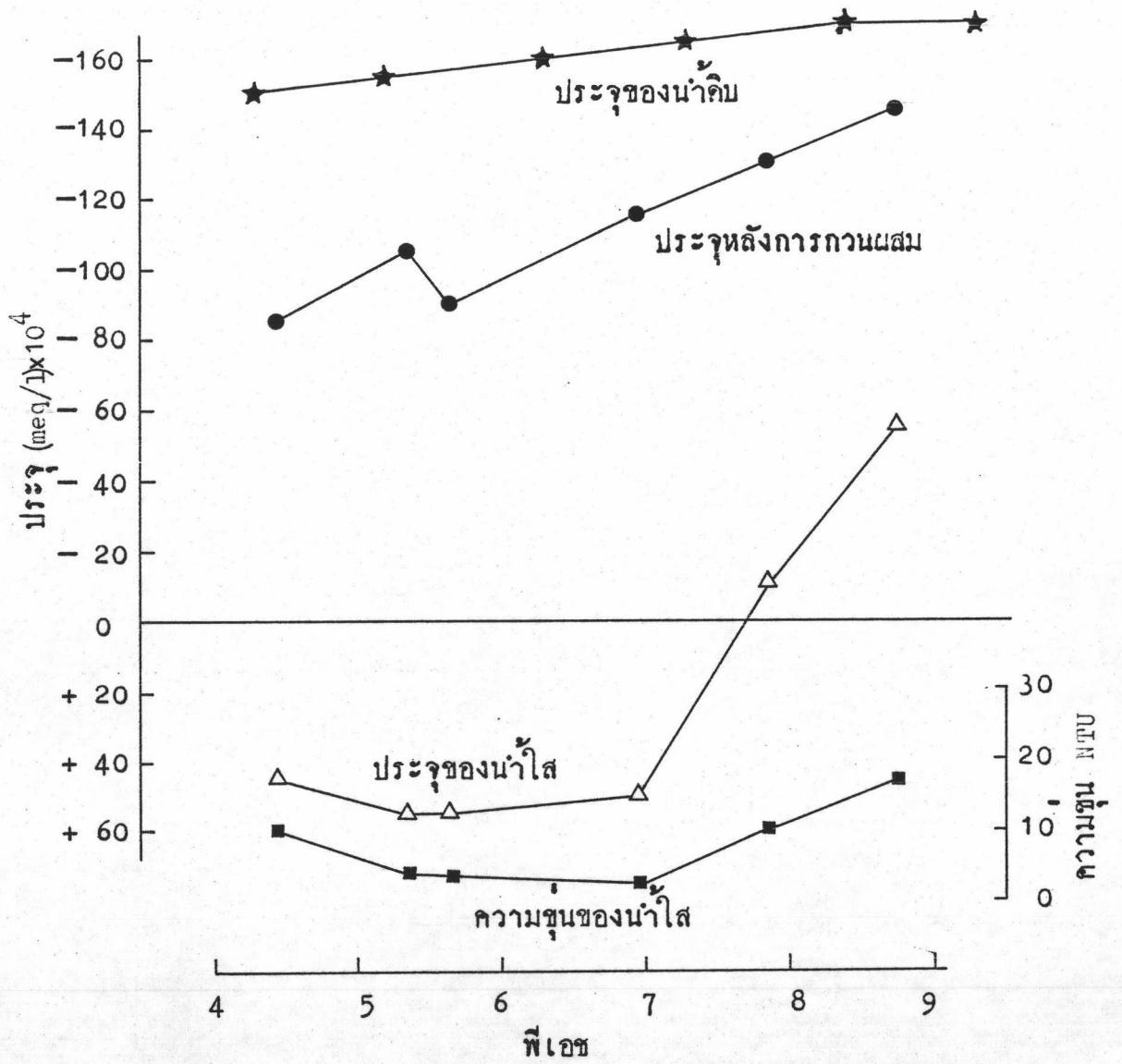
ภาพ 5.35 โคแอกกูเลชันของน้ำคืบจากโรงกรองน้ำสามเสน

ความขุ่น 35 NTU

พีเอช 7.3

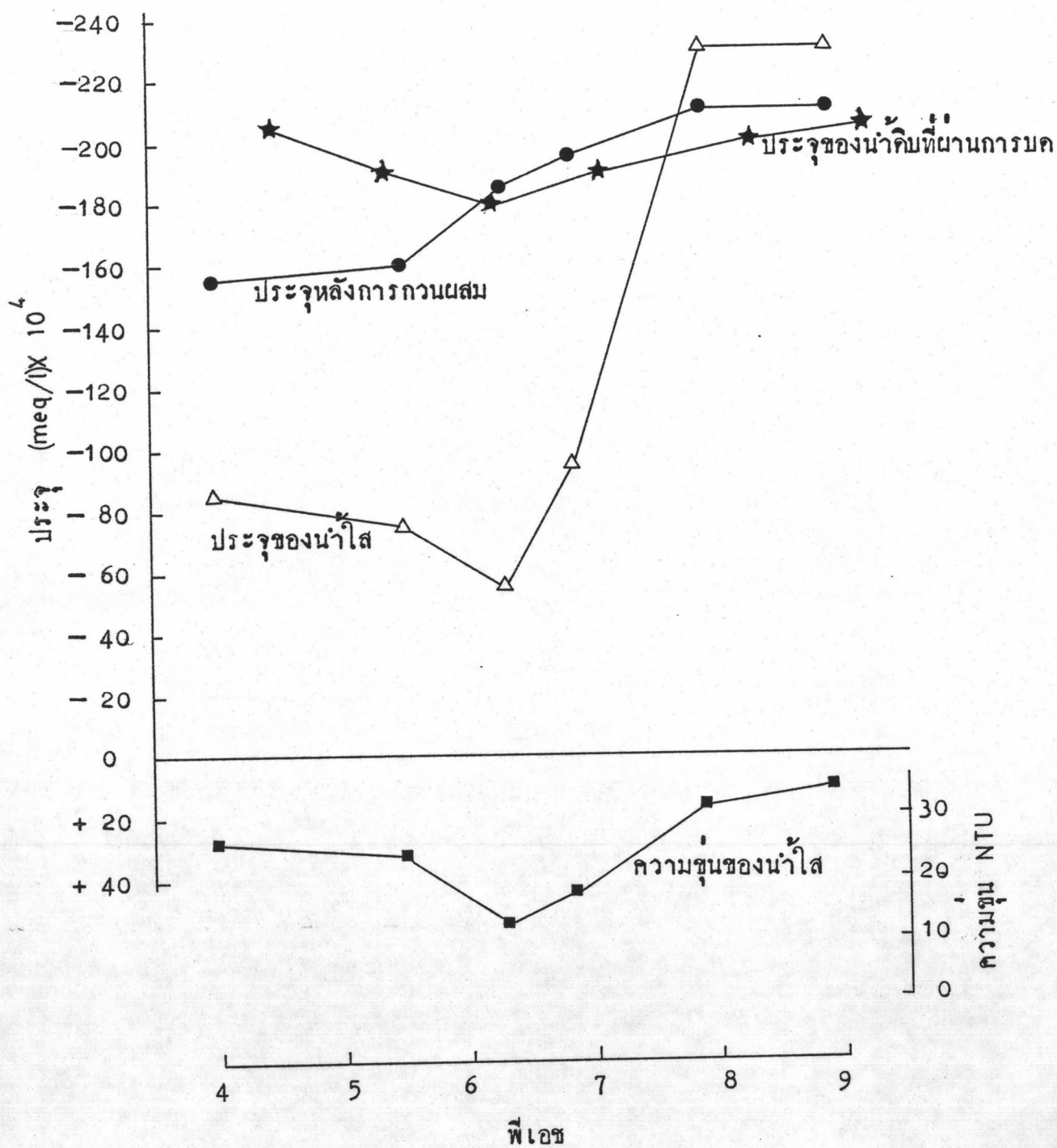
ประจุ -165 (meq/l) × 10⁴

ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องจาร์เทสต์



ภาพ 5.36 โคแอกกูเลชันของน้ำคิบจากโรงกรองน้ำสามเสน

ความขุ่น 35 NTU
 ความเข้มข้นของสารส้ม 10 มก./ล.
 ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องจาร์ทดสอบ



ภาพ 5.37 โคแอกกูเลชันของน้ำคืมจากโรงกรองน้ำสามเสน

ความขุ่นหลังจากผ่านการบด 37 NTU

ความเข้มข้นของสารส้ม 10 มก./ล.

ใช้การกวนผสมด้วยเครื่องบด

แสดงให้เห็นว่า กระจุกดาวจากสารส้มมีผลต่ออนุภาคอย่างมีนัยสำคัญ แม้แต่ที่พีเอชสูง ซึ่งต่างกับการโคแอกกูเลชันของน้ำส้ม เคราะห์คาไฮลีน ทั้งนี้เนื่องจากน้ำคิมที่นำมาทดสอบนี้ มีจำนวนอนุภาคน้อยกว่าน้ำส้ม เคราะห์คาไฮลีน ดังนั้นเมื่อมีอนุภาคที่ถูกกลบประจุลบหรือเปลี่ยนเป็นประจุบวกเพียงจำนวนน้อย ก็จะมีผลต่อการวัดประจุอย่างเกินขีด

และเนื่องจากน้ำคิมมีจำนวนอนุภาคน้อยแต่มีประจุลบสูง ซึ่งแสดงว่าอนุภาคแต่ละตัวมีประจุลบสูงมาก จึงทำให้มีอนุภาคที่ได้รับอิทธิพลจากสารส้มเพียงส่วนน้อยที่เปลี่ยนเป็นประจุบวกและสามารถมีเสถียรภาพต่อไปในน้ำได้ ส่วนใหญ่จะเพียงแต่ถูกกลบประจุลบลงเท่านั้น ซึ่งกลไกโคแอกกูเลชันแบบกวาคสามารถกำจัดอนุภาคเหล่านี้ได้ ดังนั้นการวัดประจุของน้ำใสจึงพบว่า ประจุบวกในน้ำใสไม่สูงขึ้นตามแนวโน้มของประจุหลังการกวนผสม และผลโคแอกกูเลชันเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารส้มสูงกว่า 30 มก./ล. จึงไม่กลับเลวลงอย่างการโคแอกกูเลชันของน้ำส้ม เคราะห์คาไฮลีน จึงอาจกล่าวได้ว่าการวัดประจุของน้ำใสในกลไกโคแอกกูเลชันแบบกวาคนี้ น่าจะเป็นกัซันที่บอกได้ว่าการโคแอกกูเลชันนั้น ๆ อยู่ในช่วงที่สิ้นสุดแล้วหรือไม่

การโคแอกกูเลชันของน้ำคิมโดยใช้ความปั่นป่วนในการกวนผสมสูงที่แสดงในภาพ 5.37 แสดงให้เห็นว่า สำหรับน้ำซึ่งมีประจุลบสูงมาก ๆ เช่นนี้ การโคแอกกูเลชันโดยใช้กลไกการคุกคิกและลดเสถียรภาพ จะดีนเปลี่ยนแปลงสารส้มมากกว่าเมื่อใช้การโคแอกกูเลชันแบบกวาค เนื่องจากปริมาณสารส้มที่เพียงพอสำหรับสร้างกลไกแบบกวาค (ซึ่งในที่นี้เท่ากับ 10 มก./ล.) ยังไม่เพียงพอที่จะลดอิทธิพลประจุลบของอนุภาคจนเกิดการโคแอกกูเลชันที่ตีได้

การวัดประจุของน้ำคิมในขบวนการโคแอกกูเลชันนี้ ได้ผลสอดคล้องกับการโคแอกกูเลชันของน้ำส้ม เคราะห์คาไฮลีน—จึงเป็นไปได้อย่างยิ่งที่เทคนิคการโคแอกกูเลชันแบบกวาคจะเป็นเทคนิคที่ใช้ศึกษาคูมขบวนการโคแอกกูเลชันได้