

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 สถานที่ทำการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในระดับห้องปฏิบัติการ โดยดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการทางเคมี ชั้น 17 สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม อาคารมหามกุฏ ห้องปฏิบัติการ ชั้น 4 อาคารเคมี 3 และห้องปฏิบัติการพอลิเมอร์และเคมีทางภาพ ชั้น 7 ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### 3.2 วัสดุและอุปกรณ์

##### 3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

- 1) เครื่องทดสอบการตกตะกอน (ยี่ห้อ Velp รุ่น FC65)
- 2) เครื่องวัดพีเอช (ยี่ห้อ Denver รุ่น 215)
- 3) เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (ยี่ห้อ Spectronic รุ่น 20 Genesys)
- 4) เครื่องชั่งละเอียด (ยี่ห้อ METTIER รุ่น AE 260)
- 5) ชุดเครื่องมือรีฟลักซ์ สำหรับวิเคราะห์ค่าซีโอดี (ยี่ห้อ Velp รุ่น Eco 6)
- 6) เครื่องกวนพร้อมใบพัด
- 7) ตู้อบ
- 8) Water bath
- 9) เครื่องแก้วที่ใช้สังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อน
- 10) เครื่องแก้วที่ใช้วิเคราะห์ซีโอดี

- 11) เครื่องแก้วที่ใช้วิเคราะห์โลหะ
- 12) Atomic Absorption Spectrophotometer (ยี่ห้อ Varian รุ่น Spectraa - 300)
- 13) Scanning Electron Microscope (ยี่ห้อ Jeol รุ่น JSM - 6400)
- 14) Fourier Transform Infrared Spectrometer (ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น 1760X)
- 15) กล้องจุลทรรศน์ (Stereo zoom ยี่ห้อ Zeiss รุ่น DV 4)

### 3.2.2. สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

1) สารเคมีที่ใช้ในการสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิเมอร์สังเคราะห์ ได้แก่ พอลิ(อะคริลิกแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) และแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิด กับสารตกตะกอนอนินทรีย์ ได้แก่ อะลูมิเนียมซัลเฟต ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  A.R grade ของบริษัท APS Finechem) แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$  A.R grade ของบริษัท Merck) และเฟอริกซัลเฟต ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  A.R grade) และเมทานอล (Commercial grade ของบริษัท Carlo Erba Reagenti)

2) สารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย

- สีไดเรกต์ (Sirius Blue K-CFN ของบริษัทไดสตาร์)

- สารประกอบเชิงซ้อนที่ได้จากข้อ 3.2.2.1

- อะลูมิเนียมซัลเฟต ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  A.R grade ของบริษัท APS Finechem)

- แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$  A.R grade ของบริษัท Merck)

- เฟอริกซัลเฟต ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  A.R grade ของบริษัท Carlo Erba Reagenti)

- กรดซัลฟูริก 0.1 N

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N

### 3) สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ซีไอดี และโลหะ

- แอมโมเนียมเพอร์ซัลเฟต (A.R grade ของบริษัท APS Finechem)
- โพแทสเซียมไดโครเมต (A.R grade ของบริษัท APS Finechem)
- 1,10 ฟีนานทรอลีน (A.R grade ของบริษัท APS Finechem)
- เมอร์คิวรีซัลเฟต (A.R grade ของบริษัท APS Finechem)
- ซิลเวอร์ซัลเฟต (A.R grade ของบริษัท Merck)
- กรดซัลฟูริกเข้มข้น (A.R grade ของบริษัท Merck)
- กรดไนตริกเข้มข้น (A.R grade ของบริษัท Merck)

## 3.3 วิธีการวิจัย

### 3.3.1 การสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิเมอร์สังเคราะห์กับสารตกตะกอนอนินทรีย์ (แผนภูมิที่ 3.1 และ 3.2)

1) การสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับอะลูมิเนียมซัลเฟต ทำตามขั้นตอนดังนี้

นำพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) 20 กรัม ใส่ในขวดปฏิกิริยาขนาด 2000 มิลลิลิตร เติมน้ำลงไป 750 มิลลิลิตร รอจนกว่าพอลิเมอร์ดูน้ำเต็มที่แล้วนำไปต่อเข้ากับเครื่องกวน และละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต 10 กรัมในน้ำที่มีปริมาตร 250 มิลลิลิตร จากนั้นกวนพอลิเมอร์ด้วยความเร็ว 150 รอบ/นาที ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้บรรยากาศแก๊สไนโตรเจน เติมสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟตลงไป กวนต่อไปจนครบ 6 ชั่วโมง หลังจากนั้นเทน้ำในขวดปฏิกิริยาทิ้ง ล้างสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้ด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง และนำสารที่ได้มาเติมเมทานอลจนสารที่ได้เป็นของแข็ง กรองและนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส

เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ภายหลังจากการอบนำสารที่ได้ไปหาค่าการดูดซึมน้ำ และนำบางส่วนไปวัดด้วยฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์ และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

เปลี่ยนปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟตที่ใช้เป็น 20 และ 40 กรัม และทำซ้ำตามขั้นตอนข้างต้น

การหาค่าการดูดซึมน้ำ นำสารที่อบแห้งแล้ว 0.2 กรัม แช่น้ำกลั่นเป็นเวลา 30 นาที แล้วเทใส่ตะแกรง รอ 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก

$$\text{ค่าการดูดน้ำ} = \frac{(\text{น้ำหนักพอลิเมอร์ที่ดูดซึมน้ำ} - \text{น้ำหนักพอลิเมอร์แห้ง})}{\text{น้ำหนักพอลิเมอร์แห้ง}}$$

2) การสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ทำตามขั้นตอนดังนี้

นำพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) 20 กรัม ใส่ในขวดปฏิกิริยาขนาด 2000 มิลลิลิตร เติมน้ำลงไป 750 มิลลิลิตร รอจนกว่าพอลิเมอร์ดูดน้ำเต็มที่ แล้วนำไปต่อเข้ากับเครื่องกวน และละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมในน้ำที่มีปริมาตร 250 มิลลิลิตร จากนั้นกวนพอลิเมอร์ด้วยความเร็ว 150 รอบ/นาที ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้บรรยากาศแก๊สไนโตรเจน เติมสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ลงไป กวนต่อไปจนครบ 6 ชั่วโมง หลังจากนั้นเทน้ำในขวดปฏิกิริยาทิ้ง ล้างสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้ด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง และนำสารที่ได้มาเติมเมทานอลจนสารที่ได้เป็นของแข็ง กรองและนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ภายหลังจากการอบนำสารที่ได้ไปหาค่าการดูดซึมน้ำ และนำบางส่วนไปวัดด้วยฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์ และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

เปลี่ยนปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เป็น 20 และ 40 กรัม และทำซ้ำตามขั้นตอนข้างต้น



3) การสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับเฟอริกซัลเฟต ทำตามขั้นตอนดังนี้

นำพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) 20 กรัม ใส่ในขวดปฏิกิริยาขนาด 2000 มิลลิลิตร เติมน้ำลงไป 750 มิลลิลิตร รอจนกว่าพอลิเมอร์ดูดน้ำเต็มที่ แล้วนำไปต่อเข้ากับเครื่องกวน และละลายเฟอริกซัลเฟต 10 กรัมในน้ำที่มีปริมาตร 250 มิลลิลิตร จากนั้นกวนพอลิเมอร์ด้วยความเร็ว 150 รอบ/นาที ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้บรรยากาศแก๊สไนโตรเจน เติมสารละลายเฟอริกซัลเฟตลงไป กวนต่อไปจนครบ 6 ชั่วโมง หลังจากนั้นเทน้ำในขวดปฏิกิริยาทิ้ง ล้างสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้ด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง และนำสารที่ได้มาเติมเมทานอลจนสารที่ได้เป็นของแข็ง กรองและนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ภายหลังจากการอบนำสารที่ได้ไปหาค่าการดูดซึมน้ำ และนำบางส่วนไปวัดด้วยฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์ และกลั่นจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

เปลี่ยนปริมาณเฟอริกซัลเฟตที่ใช้เป็น 20 และ 40 กรัม และทำซ้ำตามขั้นตอนข้างต้น

4) การสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิดกับอะลูมิเนียมซัลเฟต ทำตามขั้นตอนดังนี้

นำแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิด 20 กรัม ใส่ในขวดปฏิกิริยาขนาด 2000 มิลลิลิตร เติมน้ำลงไป 750 มิลลิลิตร รอจนกว่าพอลิเมอร์ดูดน้ำเต็มที่ แล้วนำไปต่อเข้ากับเครื่องกวน และละลายอะลูมิเนียมซัลเฟต 10 กรัมในน้ำที่มีปริมาตร 250 มิลลิลิตร จากนั้นกวนพอลิเมอร์ด้วยความเร็ว 150 รอบ/นาที ให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้บรรยากาศแก๊สไนโตรเจน เติมสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟตลงไป กวนต่อไปจนครบ 6 ชั่วโมง หลังจากนั้นเทน้ำในขวดปฏิกิริยาทิ้ง ล้างสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้ด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง และนำสารที่ได้มาเติมเมทานอลจนสารที่ได้เป็นของแข็ง กรองและนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ภายหลังจากการอบนำสารที่ได้ไปหาค่าการดูดซึมน้ำ

น้ำ และนำบางส่วนไปวัดด้วยฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์ และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

เปลี่ยนปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟตที่ใช้เป็น 20 และ 40 กรัม และทำซ้ำตามขั้นตอนข้างต้น

5) การสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิดกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ทำตามขั้นตอนดังนี้

นำแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิด 20 กรัม ใส่ในขวดปฏิกิริยาขนาด 2000 มิลลิลิตร เติมน้ำลงไป 750 มิลลิลิตร รอจนกว่าพอลิเมอร์ดูน้ำเต็มที่ แล้วนำไปต่อเข้ากับเครื่องกวน และละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมในน้ำที่มีปริมาตร 250 มิลลิลิตร จากนั้นกวนพอลิเมอร์ด้วยความเร็ว 150 รอบ/นาที ให้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้บรรยากาศแก๊สไนโตรเจน เติมสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ลงไป กวนต่อไปจนครบ 6 ชั่วโมง หลังจากนั้นเทน้ำในขวดปฏิกิริยาทิ้ง ล้างสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้ด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง และนำสารที่ได้มาเติมเมทานอลจนสารที่ได้เป็นของแข็ง กรองและนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ภายหลังจากการอบนำสารที่ได้ไปหาค่าการดูดซึมน้ำ และนำบางส่วนไปวัดด้วยฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์ และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

เปลี่ยนปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้เป็น 20 และ 40 กรัม และทำซ้ำตามขั้นตอนข้างต้น

6) การสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิดกับเฟอริกซัลเฟต ทำตามขั้นตอนดังนี้

นำแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิด 20 กรัม ใส่ในขวดปฏิกิริยาขนาด 2000 มิลลิลิตร เติมน้ำลงไป 750 มิลลิลิตร รอจนกว่าพอลิเมอร์ดูน้ำเต็มที่ แล้วนำไปต่อเข้ากับเครื่องกวน และละลายเฟอริกซัลเฟต 10 กรัมในน้ำที่มีปริมาตร 250 มิลลิลิตร

จากนั้นกวนพอลิเมอร์ด้วยความเร็ว 150 รอบ/นาที ให้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใต้มรรยากาศแก๊สไนโตรเจน เติมสารละลายเฟอริกซัลเฟตลงไป กวนต่อไปจนครบ 6 ชั่วโมง หลังจากนั้นเทน้ำในขวดปฏิกิริยาทิ้ง ล้างสารประกอบเชิงซ้อนที่ได้ด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง และนำสารที่ได้มาเติมเมทานอลจนสารที่ได้เป็นของแข็ง กรองและนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ภายหลังจากการอบนำสารที่ได้ไปหาค่าการดูดซึมน้ำ และนำบางส่วนไปวัดด้วยฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรมิเตอร์ และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เปลี่ยนปริมาณเฟอริกซัลเฟตที่ใช้เป็น 20 และ 40 กรัม และทำซ้ำตามขั้นตอนข้างต้น

### 3.3.2 ศึกษาการลดสีโดยการทำจาร์เทสต์โดยใช้สารตกตะกอน (แผนภูมิที่ 3.3)

#### 1) เตรียมสารละลายสีมาตรฐาน

ซิงส์ไโดเร็กซ์ 0.1000 กรัม ละลายในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะมีความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัม/ลิตร หลังจากนั้นดูดสารละลายสีข้างต้น 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวน 6 ใบ ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะมีความเข้มข้น 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ แล้วนำสารละลายที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 590 นาโนเมตร

#### 2) ศึกษาปริมาณสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับอะลูมิเนียมซัลเฟตในการลดสี

เติมน้ำเสียสังเคราะห์ 500 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร จำนวน 4 ใบ ปรับ pH ให้เป็น 7 เติมสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับอะลูมิเนียมซัลเฟต อัตราส่วน 1:0.5 ลงไป 250, 500, 750 และ 1000 มิลลิกรัม ตามลำดับ กวนโดยใช้เครื่องจาร์เทสต์โดยกวนเร็วในอัตรา 120 รอบต่อนาทีเป็นเวลา



3 นาที และกวนช้าในอัตราเร็ว 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที ดูดน้ำส่วนบนมากรอง และนำไปวัดสี ทำเช่นเดียวกับสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับอะลูมิเนียมซัลเฟต อัตราส่วน 1:1 และ 1:2

3) ศึกษาปริมาณสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในการลดสี

เติมน้ำเสียสังเคราะห์ 500 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร จำนวน 4 ใบ ปรับ pH ให้เป็น 7 เติมสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ อัตราส่วน 1:0.5 ลงไป 250, 500, 750 และ 1000 มิลลิกรัม ตามลำดับ กวนโดยใช้เครื่องจาร์เทสต์โดยกวนเร็วในอัตรา 120 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาที และกวนช้าในอัตราเร็ว 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที ดูดน้ำส่วนบนมากรอง และนำไปวัดสี ทำเช่นเดียวกับสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ อัตราส่วน 1:1 และ 1:2

4) ศึกษาปริมาณสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับเพอร์ริกซัลเฟตในการลดสี

เติมน้ำเสียสังเคราะห์ 500 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร จำนวน 4 ใบ ปรับ pH ให้เป็น 7 เติมสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับเพอร์ริกซัลเฟต อัตราส่วน 1:0.5 ลงไป 250, 500, 750 และ 1000 มิลลิกรัม ตามลำดับ กวนโดยใช้เครื่องจาร์เทสต์โดยกวนเร็วในอัตรา 120 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาที และกวนช้าในอัตราเร็ว 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที ดูดน้ำส่วนบนมากรอง และนำไปวัดสี ทำเช่นเดียวกับสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับเพอร์ริกซัลเฟต อัตราส่วน 1:1 และ 1:2



5) ศึกษาปริมาณสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิด กับอะลูมิเนียมซัลเฟตในการลดสี

เติมน้ำเสียสังเคราะห์ 500 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร จำนวน 4 ใบ ปรับ pH ให้เป็น 7 เติมสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิด กับอะลูมิเนียมซัลเฟต อัตราส่วน 1:0.5 ลงไป 250, 500, 750 และ 1000 มิลลิกรัม ตามลำดับ กวนโดยใช้เครื่องจาร์เทสต์โดยกวนเร็วในอัตรา 120 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาที และกวนช้าในอัตราเร็ว 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที ดูดน้ำส่วนบนมารอง และนำไปวัดสี ทำเช่นเดียวกับสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิกแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับอะลูมิเนียมซัลเฟต อัตราส่วน 1:1 และ 1:2

6) ศึกษาปริมาณสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิด กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในการลดสี

เติมน้ำเสียสังเคราะห์ 500 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร จำนวน 4 ใบ ปรับ pH ให้เป็น 7 เติมสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิด กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ อัตราส่วน 1:0.5 ลงไป 250, 500, 750 และ 1000 มิลลิกรัม ตามลำดับ กวนโดยใช้เครื่องจาร์เทสต์โดยกวนเร็วในอัตรา 120 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาที และกวนช้าในอัตราเร็ว 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที ดูดน้ำส่วนบนมารอง และนำไปวัดสี ทำเช่นเดียวกับสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิกแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ อัตราส่วน 1:1 และ 1:2

7) ศึกษาปริมาณสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิด กับเฟอริกซัลเฟตในการลดสี

เติมน้ำเสียสังเคราะห์ 500 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร จำนวน 4 ใบ ปรับ pH ให้เป็น 7 เติมสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิด กับเฟอริกซัลเฟต อัตราส่วน 1:0.5 ลงไป 250, 500, 750 และ 1000

มิลลิกรัม ตามลำดับ กวนโดยใช้เครื่องจาร์ทดสอบโดยกวนเร็วในอัตรา 120 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาที และกวนช้าในอัตราเร็ว 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที คูดน้ำส่วนบนมากรอง และนำไปวัดสี ทำเช่นเดียวกับสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับเฟอริกซัลเฟต อัตราส่วน 1:1 และ 1:2

8) ศึกษาปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟต แคลเซียมซัลเฟต และเฟอริกซัลเฟตในการลดสี

เตรียมอะลูมิเนียมซัลเฟต แคลเซียมซัลเฟต และเฟอริกซัลเฟต 50,000 มิลลิกรัม/ลิตร โดยชั่งอะลูมิเนียมซัลเฟต แคลเซียมซัลเฟต และเฟอริกซัลเฟตอย่างละ 5 กรัม ละลายน้ำแล้วเทลงขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวน 3 ใบ ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

เติมน้ำเสียสังเคราะห์ 500 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร จำนวน 4 ใบ ปรับ pH ให้เป็น 7 เติมสารละลายอะลูมิเนียมซัลเฟตลงไป 5, 10, 15 และ 20 มิลลิลิตร ตามลำดับ กวนโดยใช้เครื่องจาร์ทดสอบโดยกวนเร็วในอัตรา 120 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาที และกวนช้าในอัตราเร็ว 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที คูดน้ำส่วนบนมากรอง และนำไปวัดสี ทำเช่นเดียวกับสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และเฟอริกซัลเฟต

3.3.3 ศึกษาเปรียบเทียบการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ระหว่างสารประกอบเชิงซ้อนกับสารตกตะกอนอนินทรีย์

เลือกสารประกอบเชิงซ้อนที่สามารถลดสีของน้ำเสียสังเคราะห์ได้มากกว่า 50% โดยใช้ปริมาณสารประกอบเชิงซ้อนเพียง 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้แก่ สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ อัตราส่วน 1:1 และ อัตราส่วน 1:2 และ สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิดกับ

แคลเซียมไฮดรอกไซด์ อัตราส่วน 1:2 มาเปรียบเทียบกับสารตกตะกอนอนินทรีย์ได้แก่ อะลูมิเนียมซัลเฟต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และเฟอริกซัลเฟต

เติมน้ำเสียสังเคราะห์ 500 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร จำนวน 6 ใบ ปรับ pH ให้เป็น 7 บีกเกอร์ 3 ใบแรกเติมสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ (อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลไมด์) กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ อัตราส่วน 1:1 และอัตราส่วน 1:2 และ สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิดกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ อัตราส่วน 1:2 ลงไป 500 มิลลิกรัมต่อลิตร บีกเกอร์อีก 3 ใบ เติมอะลูมิเนียมซัลเฟต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และเฟอริกซัลเฟตเข้มข้น 50,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในน้ำเสีย 5 มิลลิลิตร ซึ่งจะทำให้มีความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร กวนโดยใช้เครื่องจาร์ทดสอบโดยกวนเร็วในอัตรา 120 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาที และกวนช้าในอัตราเร็ว 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที ดูดน้ำส่วนบนมากรอง นำไปวัด ค่าซีไอดี และโลหะ ในน้ำตามวิธี Standard Method for the Examination of Water and Wastewater (APHA., AWWA. and WEF, 1995)

### 3.3.4 ศึกษาเปรียบเทียบการบำบัดน้ำเสียจริงระหว่างสารประกอบเชิงซ้อนกับสารตกตะกอนอนินทรีย์

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองนี้ นำมาจากบริษัท นันยางการทออุตสาหกรรม จำกัด โดยนำมาจากหม้อต้มโดยตรง น้ำเสียที่ใช้มีโทเนสีกากี ประกอบด้วยสีไดเรกต์ 3 ชนิด ได้แก่ KS Yellow GLS (Direct Yellow 130), KS Rubine BL (Direct Red 83) และ KS Supra Grey 3BL (Direct Black 132) ของ Nippon Kayaku Co. Ltd. และมีสารช่วยย้อมได้แก่ โซเดียมคลอไรด์

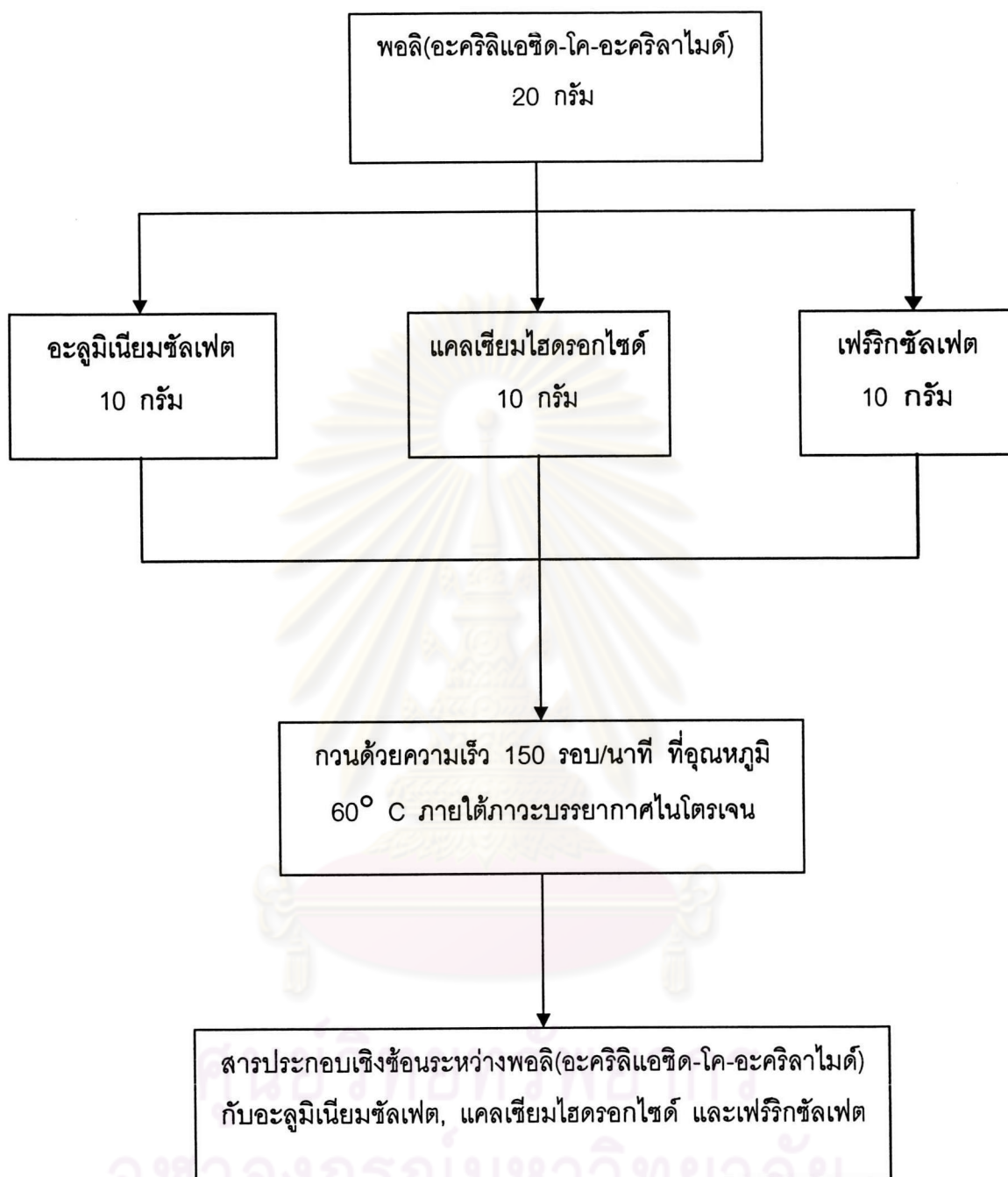
เลือกสารประกอบเชิงซ้อนที่สามารถลดสีของน้ำเสียสังเคราะห์ได้มากกว่า 50% โดยใช้ปริมาณสารประกอบเชิงซ้อนเพียง 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้แก่ สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลไมด์) กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ อัตราส่วน 1:1 และ



อัตราส่วน 1:2 และ สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิดกับ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ อัตราส่วน 1:2 มาเปรียบเทียบกับสารตกตะกอนอนินทรีย์ได้แก่ อะลูมิเนียมซัลเฟต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และเฟอริกซัลเฟต

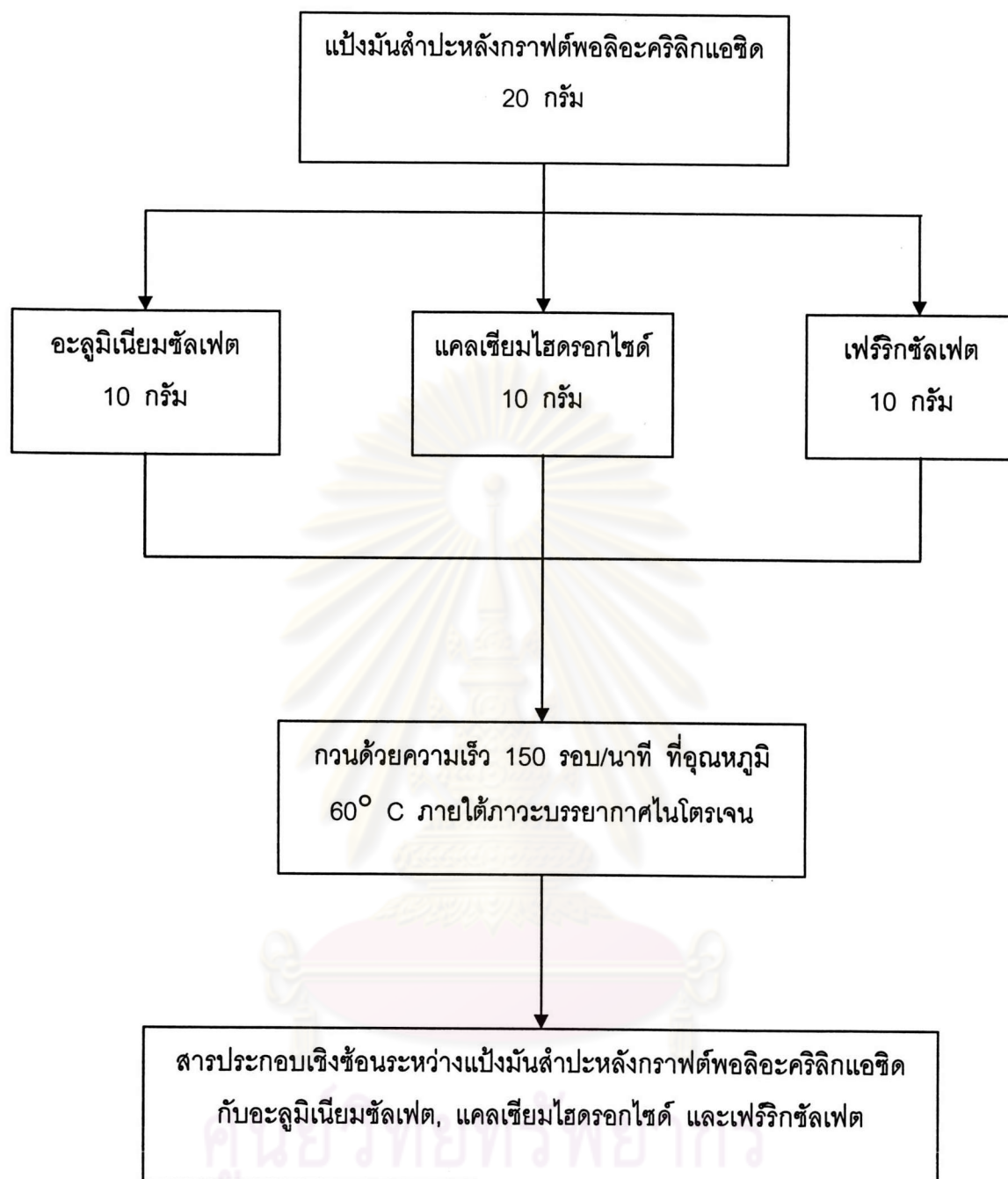
เติมน้ำเสียจริง 500 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร จำนวน 6 ใบ ปรับ pH ให้เป็น 7 บีกเกอร์ 3 ใบแรกเติมสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิกแอซิด-โค-อะคริลามิด์) กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ อัตราส่วน 1:1 และอัตราส่วน 1:2 และ สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิด กับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ อัตราส่วน 1:2 ลงไป 500 มิลลิกรัมต่อลิตร บีกเกอร์อีก 3 ใบ เติมอะลูมิเนียมซัลเฟต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และเฟอริกซัลเฟตเข้มข้น 50,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในน้ำเสีย 5 มิลลิลิตร ซึ่งจะทำให้มีความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร กวนโดยใช้เครื่องจาร์เทสต์โดยกวนเร็วในอัตรา 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที และกวนช้าในอัตราเร็ว 30 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที คูดน้ำส่วนบนมากรอง และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 330 นาโนเมตร และค่าซีไอดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หมายเหตุ ทำการทดลองโดยเปลี่ยนปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และเพริกซัลเฟต เป็น 20 และ 40 กรัมตามลำดับ

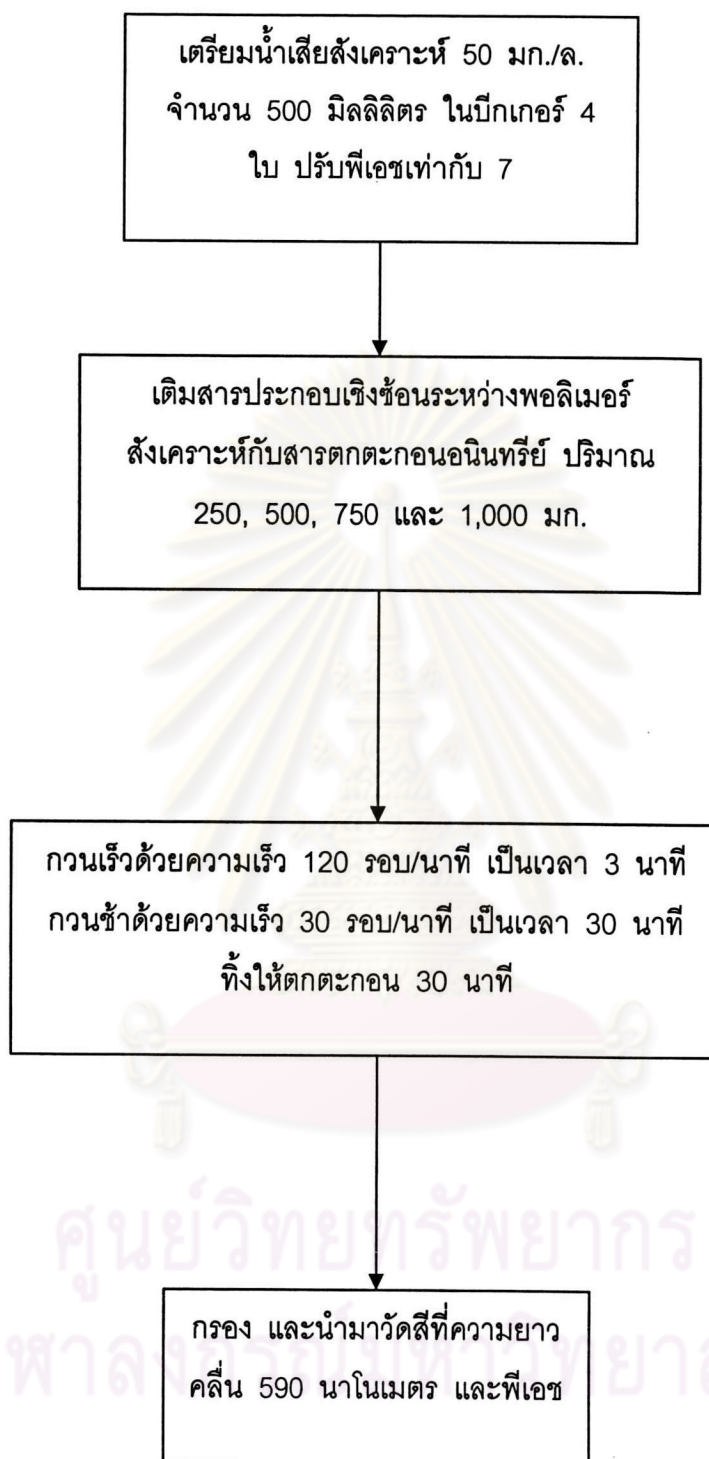
แผนภูมิที่ 3.1 การสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิ(อะคริลิแอซิด-โค-อะคริลาไมด์) กับอะลูมิเนียมซัลเฟต, แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และเพริกซัลเฟต



หมายเหตุ ทำการทดลองโดยเปลี่ยนปริมาณอะลูมิเนียมซัลเฟต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และ เฟอริกซัลเฟตเป็น 20 และ 40 กรัมตามลำดับ

แผนภูมิที่ 3.2 การสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างแป้งมันสำปะหลังกราฟต์พอลิอะคริลิกแอซิด กับอะลูมิเนียมซัลเฟต, แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และเฟอริกซัลเฟต





แผนภูมิที่ 3.3 ศึกษาการลดสีโดยใช้สารประกอบเชิงซ้อนระหว่างพอลิเมอร์กับสาร  
ตกตะกอนอินทรีย์