

## บทที่ 3

### วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

#### 3.1 รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) กระทำภายใต้สภาวะการณ์ที่กำหนดขึ้นภายในห้องปฏิบัติการ

#### 3.2 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีวเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### 3.3 วัสดุอุปกรณ์

##### 3.3.1 สีย้อมตัวอย่าง

เป็นสีย้อมที่ใช้ทำการย้อมจริงภายใต้ชื่อการค้าต่าง ๆ ดังนี้

1. สีย้อมประเภทแวกด์ โทนสีเหลือง ชื่อ YELLOW 5GF ผลิตภัณฑ์ของบริษัทเทคคัลเลอร์ จำกัด
2. สีย้อมประเภทแวกด์ โทนสีน้ำเงิน ชื่อ BLUE RS ผลิตภัณฑ์ของบริษัทเทคคัลเลอร์ จำกัด
3. สีย้อมประเภทรีแอกทีฟ โทนสีน้ำเงิน ชื่อ BLUE GNE ผลิตภัณฑ์ของบริษัทชิบาไกกิ จำกัด

##### 3.3.2 ตัวอย่างน้ำทิ้ง

ตัวอย่างที่นำมาใช้ทดลองเป็นน้ำทิ้งที่ผ่านกระบวนการย่อยจากหม้อต้มย่อย

1. สีแควต โทนสีเหลือง ประกอบด้วยสีย่อย 1 ชนิด ได้แก่ YELLOW 5GF
2. สีแควต โทนสีน้ำเงิน ประกอบด้วยสีย่อย 1 ชนิด ได้แก่ BLUE RS
3. สีรีแอกทีฟ โทนสีน้ำเงิน ประกอบด้วยสีย่อย 2 ชนิด ได้แก่ BLUE GNE และ

VIOLET TRE

ทั้งสีย่อยตัวอย่างและน้ำทิ้งตัวอย่างได้รับการอนุเคราะห์จากห้างหุ้นส่วนจำกัด  
สหโรจน์การทอ ตั้งอยู่เลขที่ 43 หมู่ 6 ถนนสุขสวัสดิ์ จ.สมุทรปราการ

### 3.3.3 สารเคมี

1. อะลูมิเนียมซัลเฟต (เซิงพานิชย์) ผลิตภัณฑ์บริษัทเคมีวิทยาศาสตร์  
อุตสาหกรรม จำกัด
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (เอ.อาร์ เกรด) ผลิตภัณฑ์บริษัท EKA NOBEL
3. กรดซัลฟูริก (เอ.อาร์ เกรด) ผลิตภัณฑ์บริษัท J.T. BAKER  
CHEMICALS
4. โพลีเมอร์ประเภทแคทไอออน ชื่อทางการค้า Zentrifloc 95 ผลิตภัณฑ์  
บริษัท FRATELLI LAMBERTI
5. โพลีเมอร์ประเภทแคทไอออน ชื่อทางการค้า Lomfloc 1525 ผลิตภัณฑ์  
บริษัท FRATELLI LAMBERTI
6. โพลีเมอร์ประเภทแอนไอออน ชื่อทางการค้า Lamfloc 7985 ผลิตภัณฑ์  
บริษัท FRATELLI LAMBERTI

### 3.3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องวัดความเป็นกรด – ด่าง (pH - Meter) ของ RADIO METER  
รุ่น PHM 83 AUTOCAL
2. เครื่องวัดและบันทึกการดูดกลืนแสง (U.V. SPECTROPHOTOMETER)  
ของ BECKMAN รุ่น DU 650

3. เครื่องชั่งสารอย่างละเอียด ของ METTLER INSTRUMENT AG. รุ่น AE – 2005
4. เครื่องกวนจารีเทสต์ของ VELP
5. เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าของ JANKE KUNKEL รุ่น IKAMAG MINI – MR

### 3.4 การเตรียมสารละลายสีย้อมที่ใช้ในการทดลอง

เตรียมจากสีย้อมตัวอย่าง 3 ชนิด ดังนี้

- สีย้อมแควด โทนสีเหลือง YELLOW 5GF
- สีย้อมแควด โทนสีน้ำเงิน BLUE RS
- สีย้อมรีแอกทีฟ โทนสีน้ำเงิน BLUE GNE

1. ชั่งสีย้อม YELLOW 5GF ประมาณ 0.5 กรัม เติมนลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 ลบ.ซม. เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1000 ลบ.ซม. จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของเนื้อสารประมาณ 500 พีพีเอ็ม

2. เตรียมสารละลายสีย้อม BLUE RS และ BLUE GNE ที่มีความเข้มข้นของเนื้อสารประมาณ 500 พีพีเอ็ม

### 3.5 วิธีดำเนินการทดลอง

การวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก โดยขั้นตอนแรกเป็นการศึกษาการกำจัดสีจากสารละลายสีย้อมที่เตรียมขึ้นจากสีย้อมที่ใช้อยู่จริงในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ได้แก่ สีย้อมแควด โทนสีน้ำเงิน และโทนสีเหลือง และสีย้อมรีแอกทีฟโทนสีน้ำเงิน ในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยทดลองดังนี้

1. การทดสอบสมบัติของสารละลายสีย้อม
2. การหาค่าพีเอชและปริมาณสารตกตะกอนที่เหมาะสมต่อการตกตะกอน ส่วนขั้นตอนที่สองเป็นการศึกษาการกำจัดสีจากน้ำทิ้งตัวอย่าง ซึ่งเป็นน้ำที่ปล่อยออกมาหลังจากผ่านกระบวนการย้อมจากหม้อต้มย้อมแล้ว

### 3.5.1 ศึกษาความสามารถในการกำจัดสีที่สภาวะที่เหมาะสมจากสารละลายสีย้อม

#### 3.5.1.1 ศึกษาสมบัติของสารละลายสีย้อม

นำสารละลายสีย้อมทั้ง 3 สี ได้แก่ YELLOW 5GF, BLUE RS, BLUE GNE ที่มีความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ที่เตรียมขึ้นตามข้อ 3.4 ไปวัดค่าพีเอช, ความยาวคลื่นที่เหมาะสมและค่าการดูดกลืนแสง

#### 3.5.1.2 ศึกษาค่าพีเอชและปริมาณสารตกตะกอนที่เหมาะสมต่อการตกตะกอน

ก) ใช้ Zentrifloc 95

วิธีทดลอง 1. การทดสอบขั้นต้น

การทดลองในขั้นนี้ มีขึ้นเพื่อหาปริมาณสารเคมีที่จะนำไปใช้ในการทดลองขั้นถัดไป

1.1 เติมสารละลายสีย้อม ปริมาตร 200 ลบ.ซม. ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 ลบ.ซม. แล้วปรับพีเอช ด้วยกรดซัลฟูริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้เป็น 6.0

1.2 เติมสารตกตะกอนคือ Zentrifloc 95 ลงไปจำนวนหนึ่ง

1.3 นำไปกวนโดยใช้เครื่องจาร์เทสต์ โดยใช้อัตราเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที แล้วเปลี่ยนเป็นกวนช้าที่อัตราเร็ว 20 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที สังเกตดูตะกอน ถ้ายังไม่มีตะกอนเกิดขึ้นให้เพิ่มปริมาณสารตกตะกอนขึ้นอีกทีละน้อย ทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนสังเกตเห็นตะกอนชัดเจน นำค่าปริมาณสารที่ก่อให้เกิดตะกอนนี้ไปใช้ในการทดลองหาพีเอชที่เหมาะสมต่อไป

#### 2. ศึกษาค่าพีเอชที่เหมาะสม

2.1 เติมสารละลายสีย้อม ปริมาณ 200 ลบ.ซม. ลงในบีกเกอร์ 6 ใบ แล้วปรับค่าพีเอชในบีกเกอร์ให้อยู่ในช่วง 5-11

2.2 เติมสารตกตะกอนลงในบีกเกอร์ทุกใบ ในปริมาณเป็น 2 เท่าของปริมาณที่ทดสอบได้จากข้อ 1.3 เตินครื่องกวนน้ำในบีกเกอร์ที่อัตราเร็ว 100 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาที แล้วเปลี่ยนเป็นกวนช้าอัตราเร็ว 20 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2.3 นำน้ำใส่ส่วนบนจากข้อ 2.2 มาวัดพีเอช และวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อดูว่าพีเอชช่วงใดให้ค่าการกำจัดสีสูงสุด เพื่อหาค่าพีเอชที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในขั้นถัดไป

### 3. ศึกษาปริมาณสารตกตะกอนที่เหมาะสม

3.1 เติมสารละลายสีย้อม ปริมาณ 200 ลบ.ซม. ลงในบีกเกอร์ 6 ใบ

3.2 ปรับค่าพีเอชให้ได้ตามผลการทดลองข้อ 2.3

3.3 เติมสารตกตะกอนในปริมาณต่าง ๆ กัน ลงในบีกเกอร์แต่ละใบ

3.4 นำไปกวนที่อัตราเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที และกวนซ้ำอัตราเร็ว 20 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3.5 นำน้ำใส่ส่วนบนที่ได้จากข้อ 3.4 มาวัดพีเอชและวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อหาปริมาณสารตกตะกอนที่เหมาะสม

ข) ใช้ Lamfloc 1525 โดยวิธีทดลองเหมือน Zentrifloc 95

3.5.2 ศึกษาความสามารถในการกำจัดสีที่สภาวะที่เหมาะสมจากน้ำทิ้งโรงฟอกย้อมสีทอ

#### 3.5.2.1 ศึกษาสมบัติของน้ำทิ้งตัวอย่าง

นำน้ำทิ้งตัวอย่างไปวัดค่าพีเอช , ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด, ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด, ค่าซีไอดี และ เอสเอส ของน้ำทิ้งตัวอย่างก่อนทำการทดลอง

3.5.2.2 ศึกษาค่าพีเอชและปริมาณสารตกตะกอนที่เหมาะสมต่อการตกตะกอน

สารตกตะกอนที่ศึกษาจะเลือกสารที่ให้ผลการกำจัดสีที่ดีที่สุด จากการทดสอบการกำจัดสีจากสารละลายสีย้อม และใช้สารตกตะกอนดังกล่าวร่วมกับสารช่วยตกตะกอนคือ โพลีเมอร์ ประเภทแอนไอออนิก ชื่อ Lamfloc 7985 และนำมาเปรียบเทียบกับการใช้สารส้มเป็นตัวตกตะกอน

ก) ใช้สารตกตะกอนชนิดโพลีเมอร์เพียงอย่างเดียว

#### วิธีทดลอง 1. การทดสอบขั้นต้น

1.1 เติมน้ำทิ้งตัวอย่าง ปริมาณ 250 ลบ.ซม. ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 ลบ.ซม. แล้วปรับพีเอช ให้เป็น 6.0

## 1.2 .เติมสารตกตะกอนลงไปจำนวนหนึ่ง โดยใช้ชนิดที่ให้

ประสิทธิภาพในการกำจัดสปีที่สุดที่ได้จากทดสอบการกำจัดสปีจากสารละลายซีเอ็มตัวอย่าง

1.3 นำไปกวนโดยใช้อัตราเร็ว 100 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 1 นาที แล้วเปลี่ยนเป็นกวนช้าที่อัตรา 20 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาที สังเกตดูตะกอน ถ้ายังไม่มีตะกอนเกิดขึ้นให้เพิ่มปริมาณสารตกตะกอน ขึ้นอีกทีละน้อย ทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนสังเกตเห็นตะกอนชัดเจน นำค่าปริมาณสารที่ก่อให้เกิดตะกอนนี้ไปใช้ในการทดลองเพื่อหาพีเอชที่เหมาะสมต่อไป

## 2. ศึกษาค่าพีเอชที่เหมาะสม

2.1 เติมน้ำทิ้งตัวอย่าง ปริมาณ 250 ลบ.ซม. ลงในบีกเกอร์ 6 ใบ แล้วปรับค่าพีเอชในบีกเกอร์ ให้มีค่าอยู่ในช่วง 5 – 11

2.2 เติมสารตกตะกอนลงในบีกเกอร์ทุกใบ ในปริมาณเป็น 2 เท่าของปริมาณที่ทดสอบได้จากข้อ 1.3 เพื่อจะได้สังเกตตะกอนได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น เดินเครื่องกวนน้ำในบีกเกอร์ด้วยอัตราเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที แล้วเปลี่ยนเป็นกวนช้าอัตราเร็ว 20 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2.3 นำน้ำใสส่วนบนจากข้อ 2.2 มาวัดค่า พีเอช และวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อดูว่า พีเอชช่วงใดให้ค่าการกำจัดสปีสูงสุด เพื่อหาค่าพีเอชที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในขั้นถัดไป

## 3. ศึกษาปริมาณสารตกตะกอนที่เหมาะสม

- 3.1 เติมน้ำทิ้งตัวอย่างปริมาณ 250 ลบ.ซม. ลงในบีกเกอร์ 6 ใบ
- 3.2 ปรับค่าพีเอชให้ได้ตามผลการทดลองข้อ 2.3
- 3.3 เติมสารตกตะกอนในปริมาณต่าง ๆ กันลงในบีกเกอร์แต่ละใบ
- 3.4 นำไปกวนที่อัตราเร็ว 100 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาทีและกวนช้าอัตราเร็ว 20 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
- 3.5 นำน้ำใสส่วนบนที่ได้จากข้อ 3.4 มาวัดพีเอชและวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อหาปริมาณสารตกตะกอนที่เหมาะสม และนำน้ำใสของบีกเกอร์ชุดที่ให้ปริมาณที่เหมาะสมไปวัดค่า ซีไอดี และเอสเอส

ข ) ใช้สารตกตะกอนชนิดโพลีเมอร์ที่ให้ผลการกำจัดสปีที่ดีที่สุดที่เลือกจากการทดสอบการกำจัดสปีจากสารละลายซีเอ็มตัวอย่าง ร่วมกับ Lamfloc 7985

- วิธีทดลอง
1. เติมน้ำทิ้งตัวอย่างปริมาณ 250 ลบ.ซม.ลงในบีกเกอร์
  2. ปรับพีเอชและเติมสารตกตะกอนในปริมาณที่เหมาะสมที่ได้จากการทดสอบก่อนหน้าแล้วกวนเร็วด้วยอัตราเร็ว 100 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาที
  3. เติมสารช่วยตกตะกอนคือ Lamfloc 7985 ในปริมาณต่าง ๆ กันลงในบีกเกอร์แต่ละใบ กวนช้าด้วยอัตราเร็ว 20 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที ตั้งทิ้งให้ตกตะกอน 1 ชั่วโมง
  4. นำน้ำใสส่วนบนที่ได้จากข้อ 3 ไปวัดพีเอชและ วัดค่าการดูดกลืนแสง เพื่อหาปริมาณสารช่วยตกตะกอนที่เหมาะสม

ค) ใช้สารส้ม

วิธีทดลอง เหมือนขั้นตอนการใช้สารตกตะกอนชนิดโพลีเมอร์เพียงอย่างเดียว