บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (EXPERIMENTAL RESEARCH) กระทำภายใต้สภาวะการณ์ที่กำหนดขึ้นภายในห้องปฏิบัติการ

3.2 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 วัสดุอุปกรณ์

3.3.1 สีย้อมตัวอย่าง เป็นสีย้อมที่ใช้ทำการย้อมจริงภายใต้ชื่อการค้าต่างๆ ดังนี้

3.3.1.1 RED B-S 200 ผลิตภัณฑ์ ของบริษัท วินิแมกซ์ จำกัด

3.3.1.2 BLUE GL-S 300 ผลิตภัณฑ์ ของบริษัท วินิแมกซ์ จำกัด

3.3.1.3 LIGHT ROSE FR ผลิตภัณฑ์ ของบริษัท นิปปอนคายาคึ จำกัด

3.3.1.4 BLUE BRL ผลิตภัณฑ์ ของบริษัท นิปปอนคายาคึ จำกัด

3.3.1.5 RED HE 7B ผลิตภัณฑ์ ของบริษัท ไอซีไอ จำกัด

3.3.1.6 BLUE HA ผลิตภัณฑ์ ของบริษัท ไอซีไอ จำกัด

3.3.2 ตัวอย่างน้ำทิ้ง เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านกระบวนการย้อมจากหม้อต้มย้อม

3.3.2.1 ดีสเพิส 1 ไม่มีรายละเอียด

3.3.2.2 รีแอกทีฟ 2 ประกอบด้วยสีย้อม 2 ชนิด ได้แก่ RED HE 7B และ RED HE 3B

3.3.2.3 รีแอกทีฟ 3 ประกอบด้วยสีย้อม 3 ชนิด ได้แก่ ORANGE FR, BLACK HF-R และ YELLOW 4 GR

3.3.2.4 รีแอกทีฟ 4 ประกอบด้วยสีย้อม 2 ชนิด ได้แก่ BLUE BG 240 และ YELLOW 6GSL 200

3.3.2.5 ไดเร็กท์ 5 ไม่มีรายละเอียด

ทั้งสีย้อมตัวอย่าง และน้ำทิ้งตัวอย่างได้รับการอนุเคราะห์จากโรงงานย้อมผ้า 2 โรงงานดังนี้

1. บริษัท แสนทวีเท็กซ์ไทล์ จำกัด

ตั้งอยู่เลขที่ 339 หมู่ 3 ถ.สุขสวัสดิ์ จ.สมุทรปราการ

2. บริษัท เค.เวิลด์ เท็กซ์ไทล์ จำกัด

ตั้งอยู่เลขที่ 14/1 หมู่ 6 ต.นาดี อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

3.3.3 สารเคมี

3.3.3.1 อะลูมิเนียมซัลเฟต (เอ.อาร์ เกรด) ผลิตภัณฑ์ บริษัท ฟลูก้าเคมีก้า จำกัด

3.3.3.2 เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต(เอ.อาร์เกรด) ผลิตภัณฑ์ บริษัท บีดีเอช เคมีเคิล จำกัด

3.3.3.3 เฟอรัสซัลเฟต(เอ.อาร์ เกรด) ผลิตภัณฑ์ บริษัท เจ.ที.เบเกอร์ จำกัด

3.3.3.4 โซเดียมไฮดรอกไซด์(เอ.อาร์ เกรด) ผลิตภัณฑ์ บริษัท บีดีเอชเคมีเคิล จำกัด

3.3.3.5 กรดซัลฟิวริก (เอ.อาร์ เกรด) ผลิตภัณฑ์ บริษัท บีดีเอชเคมีเคิล จำกัด

3.3.3.6 สารละลายบัฟเฟอร์ พีเอช 4 ผลิตภัณฑ์ บริษัท เมโทรมม์ จำกัด

3.3.3.7 สารละลายบัฟเฟอร์ พีเอช 7 ผลิตภัณฑ์ บริษัท เมโทรมม์ จำกัด

3.3.3.6 น้ำกลั่น

3.3.3.7 อะซีโตน

3.3.4 แร่ดิน

3.3.4.1 แร่ดินเบนโตไนท์

3.3.4.2 แร่ดินเคโอลิไนท์

3.3.5 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.3.5.1 เครื่องวัดพีเอช ของ ORION รุ่น 710 A / ION ANALYZER

3.3.5.2 เครื่องยูวี-วิซิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ของ HEWLETT PACKARD รุ่นHP 8452A DIODE ARRAY

3.3.5.3 เครื่องชั่งละเอียด ของ METTLER รุ่น AT 200

3.3.5.4 เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า ของ JANKE&KUNKEL รุ่น IKAMAG Mini-MR

3.3.5.5 เครื่องเซ็นตริฟิวจ์

3.3.5.6 บีกเกอร์ ขนาด 50 , 250 , 600 , 1000 cm^3

3.3.5.7 ปิเปต ขนาด 10 cm^3

3.3.5.8 บิวเร็ต ขนาด 50 cm3

3.3.5.9 กระบอกตวง ขนาด 25, 100 cm3

3.3.5.10 ขวดวัดปริมาตร ขนาด 25 , 1000 cm^3

3.3.5.11 หลอดทดลอง ขนาด 10 cm^3

3.3.5.12 ถังพลาสติกเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง ขนาด 2.5 $dm.^3$

3.3.5.13 ขวดน้ำกลั่น

3.3.5.14 กระจกนาฬิกา

3.3.5.15 หลอดหยดสาร

3.3.5.16 คิวเวต

3.3.5.17 กระดาษฟอยล์

3.3.5.18 แท่งแก้วคน

3.3.5.19 ช้อนตักสาร

3.3.5.20 แท่งกวนแม่เหล็ก

3.4 <u>การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง</u>

3.4.1 การเตรียมสารละลายสีย้อมมาตรฐาน

เตรียมจากสีย้อมตัวอย่าง 3 ชนิดๆ ละ 2 โทนสี ดังนี้

สีย้อมประเภทดีสเพิส

- RED B-S 200, BLUE GL-S 300

สีย้อมประเภทไดเร็กท์

- LIGHT ROSE FR, BLUE BRL

สีย้อมประเภทรีแอกทีฟ

- RED HE 7B, BLUE HA

3.4.1.1 ชั่งสีย้อม RED B-S 200 ประมาณ 1.00 กรัม เติมลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 cm^3 เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1000 cm^3 จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของเนื้อสารประมาณ 1000 พีพีเอ็ม

3.4.1.2 ทำการเจือจางสารละลายในข้อ 1. 20 เท่า โดยนำสารละลายมาตรฐานนั้นมา 50 cm^3 เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1000 cm^3 จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของเนื้อสารประมาณ 50 พีพีเอ็ม

3.4.1.3. เตรียมสารละลายสีย้อมมาตรฐาน BLUE GL-S 300, LIGHT ROSE FR, BLUE BRL, RED HE 7B และ BLUE HA ที่มีความเข้มข้นของเนื้อสารประมาณ 50 พีพีเอ็ม โดยทำการเตรียมเช่นเดียวกับสารละลายสีย้อมมาตรฐาน RED B-S 200 ตามข้อ 3.4.1.1 และ 3.4.1.2

3.4.2 การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายกรดซัลฟิวริก

3.4.2.1. ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 40 กรัม เติมลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 cm^3 เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1000 cm^3 จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของเนื้อโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น 1 $mole/dm^3$

3.4.2.2. ทำการเจือจางสารละลายในข้อ 1. 100 เท่า โดยนำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐานนั้นมา 10 cm^3 เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1000 cm^3 จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของเนื้อโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น 0.01 $mole/dm^3$

3.4.2.3. ตวงกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ปริมาตร 56 cm^3 เติมลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 cm^3 เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1000 cm^3 จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของเนื้อกรดซัลฟิวริกเป็น 1 $mole/dm^3$

3.4.2.4. ทำการเจือจางสารละลายในข้อ 3. 100 เท่า โดยนำสารละลายกรดซัลฟิวริกนั้นมา 10 cm^3 เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1000 cm^3 จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของเนื้อกรดซัลฟิวริกเป็น 0.01 $mole/dm^3$

3.4.3. การเตรียมสารละลายสารตกตะกอน

3.4.3.1.ชั่งอะลัม จำนวน 0.5 กรัม เติมลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 cm^3 เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1000 cm^3 จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของเนื้อสารเป็น 500 พีพีเอ็ม

3.4.3.2. ชั่งเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต จำนวน 0.5 กรัม เติมลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 cm^3 เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1000 cm^3 จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของเนื้อสารเป็น 500 พีพีเอ็ม

3.4.3.3. ชั่งเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต จำนวน 0.5 กรัม เติมลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 cm^3 เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1000 cm^3 จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของเนื้อสารเป็น 500 พีพีเอ็ม

3.5. <u>วิธีดำเนินการทดลอง</u>

การวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก โดยขั้นตอนแรกเป็นการศึกษารายละเอียดต่างๆ จากสารละลายสีย้อมมาตรฐานที่เตรียมขึ้นจากสีย้อม 3 ประเภทที่ใช้อยู่จริงในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ได้แก่ สีย้อมดีสเพิส (DISPERSE), ไดเร็กท์ (DIRECT) และรีแอคทีฟ (REACTIVE) ประเภทละ 2 โทนสี ได้แก่ โทนสีแดง และโทนสีน้ำเงิน ในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยการทดลองดังนี้

1. การทดสอบสมบัติของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน
2. การศึกษาอิทธิพลของค่าพีเอชที่มีต่อสารละลายสีย้อมมาตรฐาน
3. การหาค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการเกิดตะกอนของสารตกตะกอน
4. การหาค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการดูดซับของแร่ดิน
5. การหาปริมาณสารตกตะกอนที่เหมาะสม
6. การหาปริมาณแร่ดินที่เหมาะสม
7. การหาสารตกตะกอนที่เหมาะสม ซึ่งจะใช้ร่วมกับดินในการแยกสีออกจากสารละลายสีย้อมมาตรฐาน

ส่วนขั้นตอนที่สองเป็นการนำเงื่อนไขต่างๆ จากขั้นตอนแรกมาศึกษาประสิทธิภาพของการแยกสีย้อมจากน้ำทิ้งตัวอย่าง ซึ่งเป็นน้ำที่เก็บจากหม้อย้อมในโรงงาน และทำการวัดค่าบีโอดี, ซีโอดี และเอสเอส ทั้งก่อนและหลังทำการทดลองของน้ำทิ้งตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบกัน

3.5.1 ศึกษาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของแร่ดิน, สารตกตะกอน และการใช้แร่ดินร่วมกับสารตกตะกอนในการแยกสีย้อมออกจากสารละลายสีย้อมมาตรฐาน

3.5.1.1 ศึกษาสมบัติของสารละลายสีย้อมมาตรฐานโดยการวัดค่าตัวแปรต่างๆ ของสารละลายสีย้อมมาตรฐานดังนี้

3.5.1.1.1 นำสารละลายสีย้อมมาตรฐานทั้ง 6 สี ได้แก่ สารละลายสีย้อมมาตรฐาน RED B-S 200, BLUE GL-S 300, LIGHT ROSE FR, BLUE BRL, RED HE 7B และ BLUE HA ที่มีความเข้มข้น 50 พีพีเอ็ม ที่เตรียมขึ้นตามการทดลองข้อ 3.4.1.2 และ 3.4.1.3 ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องอัลตราไวโอเล็ต-วิซิเบิลสเปกโตโฟโตมิเตอร์ เพื่อหาค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด ($\lambda_{max.}$) และค่าการดูดกลืนที่ค่าความยาวคลื่นนั้น

3.5.1.1.2 นำสารละลายสีย้อมมาตรฐานที่นำมาทำการทดลองตามข้อ 3.5.1.1.1 ไปวัดค่าพีเอชด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์

3.5.1.2 ศึกษาอิทธิพลของค่าพีเอชต่อการเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน

3.5.1.2.1 เติมสารละลายสีย้อมมาตรฐาน RED B-S 200 ความเข้มข้น 50 พีพีเอ็ม ปริมาตร 30 cm^3 ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 cm^3 จำนวน 9 ใบ ปรับค่าพีเอชด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายกรดซัลฟิวริกให้ อยู่ในช่วง 3-11 ตามลำดับ

3.5.1.2.2 สังเกตลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไปของสีที่สังเกตได้ของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน

3.5.1.2.3 นำสารละลายสีย้อมมาตรฐานจากการทดลองข้อ 3.5.1.2.1 ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด

3.5.1.2.4นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อศึกษาอิทธิพลของค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไปต่อสารละลายสีย้อมมาตรฐาน

3.5.1.2.5ทำการทดลองในข้อ 3.5.1.2.1- 3.5.1.2.4 ซ้ำโดยเปลี่ยนชนิดของสารละลายสีย้อมมาตรฐานจาก RED B-S 200 เป็น BLUE GL-S 300, LIGHT ROSE FR, BLUE BRL, RED HE 7B และ BLUE HA

3.5.1.3 ศึกษาค่าพีเอชที่เหมาะสมของสารตกตะกอน

3.5.1.3.1 เติมสารละลายสีย้อมมาตรฐาน RED B-S 200 ที่มีความเข้มข้น 50 พีพีเอ็ม ปริมาตร 30 cm^3 ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 cm^3 จำนวน 9 ใบ ปรับค่าพีเอชด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายกรดซัลฟิวริกให้อยู่ในช่วง 3 - 11 ตามลำดับ

3.5.1.3.2 เติมสารละลายอะลัมความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ลงในบีกเกอร์ทุกใบ ในปริมาตร 5 cm^3

3.5.1.3.3 นำไปกวนด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าในอัตราเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นลดอัตราเร็วลงเป็น 20 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน

3.5.1.3.4 นำสารละลายส่วนบนมาทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด

3.5.1.3.5 นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ ไปเปรียบเทียบกับค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อหาค่าพีเอชที่เหมาะสม

3.5.1.3.6. ทำการทดลองข้อ 3.5.1.3.1 - 3.5.1.3.5 ซ้ำโดยเปลี่ยนชนิดของสารละลายสีย้อมมาตรฐานจาก RED B-S 200 เป็น BLUE GL-S 300, LIGHT ROSE FR, BLUE BRL, RED HE 7B, BLUE HA ตามลำดับ

3.5.1.3.7. ทำการทดลองข้อ 3.5.1.3.1 - 3.5.1.3.6 ซ้ำ โดยเปลี่ยนสารตกตะกอนจากสารละลายอะลัมเป็น สารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต และสารละลายเฟอรัสซัลเฟตตามลำดับ

3.5.1.4.ศึกษาค่าพีเอชที่เหมาะสมของแร่ดิน

3.5.1.4.1. แร่ดินที่นำมาทำการทดลองมี 2 ชนิด ได้แก่แร่ดินเบนโตไนท์และแร่ดินเคโอลิไนท์

3.5.1.4.2. เติมสารละลายสีย้อมมาตรฐาน RED B-S 200 ที่มีความเข้มข้น 50 พีพีเอ็ม ปริมาตร 30 cm^3 ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 cm^3 จำนวน 9 ใบ

3.5.1.4.3. ปรับค่าพีเอชของสารละลายสีย้อมมาตรฐาน ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายกรดซัลฟิวริก ให้อยู่ในช่วง 3-11 ตามลำดับ

3.5.1.4.4. เติมแร่ดินเบนโตไนท์ปริมาณ 500 mg ลงในบีกเกอร์ทุกใบตามลำดับ

3.5.1.4.5. นำไปกวนด้วยอัตราเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นลดอัตราเร็วลงเป็น 20 รอบต่อนาที่ เป็นเวลา 20 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน

3.5.1.4.6. นำสารละลายส่วนบนไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด

3.5.1.4.7.หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชกับค่าการดูดกลืนแสงเพื่อหาค่าพีเอชที่เหมาะสมต่อไป

3.5.1.4.8. ทำการทดลองข้อ 3.5.1.4.1 - 3.5.1.4.7 ซ้ำ โดยเปลี่ยนสารละลายสีย้อมมาตรฐานจาก RED B-S 200 เป็น BLUE GL-S 300 , LIGHT ROSE FR , BLUE BRL, RED HE 7B และ BLUE HA ตามลำดับ

3.5.1.4.9 ทำการทดลองข้อ 3.5.1.4.1 - 3.5.1.4.8 ซ้ำ โดยเปลี่ยนแร่ดินจากแร่ดินเบนโตไนท์เป็นแร่ดินเคโอลิไนท์

3.5.1.5 ศึกษาปริมาณของสารตกตะกอนที่เหมาะสม

3.5.1.5.1 เติมสารละลายสีย้อมมาตรฐาน RED B-S 200 ที่มีความเข้มข้น 50 พีพีเอ็ม ปริมาตร 100 cm^3 ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 จำนวน 8 ใบ

3.5.1.5.2 ปรับค่าพีเอช ให้ได้ตามผลการทดลองข้อ 3.5.1.3

3.5.1.5.3 เติมสารละลายอะลัมความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ปริมาตร 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60 และ 70 cm^3 ลงในบีกเกอร์แต่ละใบตามลำดับ

3.5.1.5.4. นำไปกวนด้วยอัตราเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นลดอัตราเร็วลงเป็น 20 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน

3.5.1.5.5. นำสารละลายส่วนบนไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด

3.5.1.5.6.หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารตกตะกอนกับค่าการดูดกลืนแสง เพื่อหาค่าปริมาณสารตกตะกอนที่เหมาะสมต่อไป

3.5.1.5.7 ทำการทดลองข้อ 3.5.1.5.1 - 3.5.1.5.6 ซ้ำ โดยเปลี่ยนชนิดของสารละลายสีย้อมมาตรฐานจาก RED B-S 200 เป็น BLUE GL-S 300, LIGHT ROSE FR, BLUE BRL, RED HE 7B และ BLUE HA ตามลำดับ

3.5.1.5.8 ทำการทดลองข้อ 3.5.1.5.1 - 3.5.1.5.7 ซ้ำ โดยเปลี่ยนชนิดของสารตกตะกอนจากสารละลายอะลัมเป็นสารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต และสารละลายเฟอรัสซัลเฟตตามลำดับ

3.5.1.6 ศึกษาปริมาณแร่ดินที่เหมาะสม

3.5.1.6.1 เติมสารละลายสีย้อมมาตรฐาน RED B-S 200 ที่มีความเข้มข้น 50 พีพีเอ็ม ปริมาตร 100 cm^3 ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 จำนวน 10 ใบ ตามลำดับ

3.5.1.6.2 เติมแร่ดินเบนโตไนท์ปริมาณ 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20 กรัม

3.5.1.6.3 นำไปกวนด้วยอัตราเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นลดอัตราเร็วลงเป็น 20 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน

3.5.1.6.4 นำน้ำใสส่วนบนไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด

3.5.1.6.5 หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแร่ดินและค่าการดูดกลืนแสงเพื่อหาปริมาณแร่ดินที่เหมาะสมต่อไป

3.5.1.6.6 ทำการทดลองข้อ 3.5.1.6.1 - 3.5.1.6.5 ซ้ำ โดยเปลี่ยนของสารละลายสีย้อมมาตรฐานจาก RED B-S 200 เป็น BLUE GL-S 300 , LIGHT ROSE FR , BLUE BRL, RED HE 7B , BLUE HA ตามลำดับ

3.5.1.6.7 ทำการทดลองข้อ 3.5.1.6.1 - 3.5.1.6.6 ซ้ำ โดยเปลี่ยนชนิดของแร่ดินจากแร่ดินเบนโตไนท์เป็นแร่ดินเคโอลิไนท์

3.5.1.7 ศึกษาชนิดของสารตกตะกอนร่วมกับแร่ดินที่เหมาะสม

3.5.1.7.1 เติมสารละลายสีย้อมมาตรฐาน RED B-S 200 ที่มีความเข้มข้น 50 พีพีเอ็ม ปริมาตร 100 cm^3 ลงในบีกเกอร์ ขนาด 250 cm^3 จำนวน 5 ใบ

3.5.1.7.2 เติมแร่ดินชนิดที่สามารถทำการลดสีย้อมได้ดีที่สุดในปริมาณที่เหมาะสมจากการทดลองข้อ 3.5.1.6

3.5.1.7.3 นำไปกวนด้วยอัตราเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วเติมสารละลายอะลัมที่มีความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม ลงไปในปริมาตร 2 , 4 , 6 , 8 และ 10 cm^3 ตามลำดับ จากนั้นลดอัตราเร็วลงเป็น 20 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน

3.5.1.7.4 นำสารละลายส่วนบนไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด

3.5.1.7.5 หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแร่ดิน, สารละลายอะลัม และค่าการดูดกลืนแสงเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมต่อไป

3.5.1.7.6 ทำการทดลองข้อ 3.5.1.7.1 - 3.5.1.7.5 ซ้ำ โดยเปลี่ยนสารละลายสีย้อมมาตรฐานจาก RED B-S 200 เป็น BLUE GL-S 300 , LIGHT ROSE FR, BLIE BRL, RED HE 7B และ BLUE HA ตามลำดับ

3.5.1.7.7 ทำการทดลองข้อ 3.5.1.7.1 - 3.5.1.7.6 ซ้ำ โดยเปลี่ยนชนิดของสารตกตะกอนจากสารละลายอะลัมเป็นสารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต และสารละลายเฟอรัสซัลเฟตตามลำดับ

3.5.2 ศึกษาความสามารถของแร่ดิน, การใช้แร่ดินร่วมกับสารตกตะกอนในการแยกสีย้อมออกจากน้ำทิ้งอุตสาหกรรมสิ่งทอ และศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำทิ้งตัวอย่าง

3.5.2.1 การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง

3.5.2.1.1 ตัวอย่างน้ำทิ้งที่ทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้เก็บจากโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ 2 โรงได้แก่ บริษัท แสนทวีเท็กซ์ไทล์ จำกัด และบริษัท เค.เวิลด์ เท็กซ์ไทล์ จำกัด

3.5.2.1.2 เก็บน้ำทิ้งตัวอย่างทั้งหมด 5 ตัวอย่าง จากน้ำที่ปล่อยออกมาหลังผ่านกระบวนการย้อมจากหม้อต้มย้อมแล้ว โดยเลือกน้ำทิ้งที่ผ่านกระบวนการย้อมสี 3 ประเภทได้แก่ ดีสเพิส, ไดเร็กท์ และรีแอกทีฟ สำหรับประเภทน้ำทิ้งที่เก็บมาได้มีดังนี้ น้ำทิ้งตัวอย่างชนิดที่ 1 เป็น น้ำทิ้งที่ผ่านกระบวนการย้อมสีประเภทดีสเพิส ในที่นี้จะเรียกว่า ดีสเพิส 1 ส่วน น้ำทิ้งตัวอย่างชนิดที่ 2, 3 และ 4 เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านกระบวนการย้อมสีประเภทรีแอกทีฟ ในที่นี้ จะเรียกว่า รีแอกทีฟ 2, รีแอกทีฟ 3 และรีแอกทีฟ 4 ตามลำดับ และน้ำทิ้งตัวอย่างชนิดที่ 5 เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านกระบวนการย้อมสีประเภทไดเร็กท์ ในที่นี้จะเรียก ไดเร็กท์ 5

3.5.2.1.3 เจือจางน้ำทิ้งตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด 4 เท่า โดยนำน้ำทิ้งตัวอย่างทั้ง 5 ชนิดมาชนิดละ 250 cm^3 เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1000 cm^3

3.5.2.1.4 นำน้ำทิ้งตัวอย่างไปทำการทดลองทันที และจะวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ภายในเวลา 24 ชั่วโมง

3.5.2.2. การศึกษาสมบัติของน้ำทิ้งตัวอย่าง

3.5.2.2.1 นำน้ำทิ้งตัวอย่างที่ทำการเจือจางลงแล้ว 4 เท่าจากข้อ 3.5.2.1.4 ไปหาค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด ($\lambda_{max.}$) และค่าการดูดกลืนแสงที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของน้ำทิ้งตัวอย่าง

3.5.2.2.2 วัดค่าพีเอชของน้ำทิ้งตัวอย่างก่อนทำการทดลอง

3.5.2.2.3 วัดค่าบีโอดี, ซีโอดี และเอสเอสของน้ำทิ้งตัวอย่างก่อนทำการทดลอง (ดูภาคผนวก ค.)

3.5.2.3. ศึกษาความสามารถของแร่ดินในการแยกสีออกจากน้ำทิ้งตัวอย่าง

3.5.2.3.1. เติมน้ำทิ้งตัวอย่างดีสเพิส 1 ที่ทำการเจือจางลงแล้ว 4 เท่า ปริมาตร 100 cm^3 ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 จำนวน 10 ใบ

3.5.2.3.2. เติมแร่ดินชนิดที่สามารถทำการลดสีได้จากการทดลองข้อ 3.5.1.6. ลงในบีกเกอร์ในปริมาณ 2, 4 , 6 , 8 , 10 , 12 , 14 , 16 , 18 และ 20 กรัม ตามลำดับ

3.5.2.3.3. นำไปกวนในอัตราเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นลดอัตราเร็วลงเป็น 20 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน

3.5.2.3.4. นำสารละลายส่วนบนไปวัดค่าการดูดกลืนแสง

3.5.2.3.5.วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของน้ำทิ้งตัวอย่างแต่ละชนิด เพื่อหาความสามารถของแร่ดินในการแยกสีออกจากน้ำทิ้งตัวอย่าง

3.5.2.3.6. วัดค่าพีเอช, บีโอดี, ซีโอดี และเอสเอสหลังการเติมแร่ดิน

3.5.2.3.7. ทำการทดลองให้ครบทั้ง 5 ตัวอย่าง โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับน้ำทิ้งตัวอย่างดีสเพิส 1

3.5.2.4.ศึกษาความสามารถในการแยกสีออกจากน้ำทิ้งตัวอย่าง โดยใช้แร่ดินร่วมกับสารตกตะกอน

3.5.2.4.1. เติมน้ำทิ้งตัวอย่างดีสเพิส 1 ที่ทำการเจือจางลงแล้ว 4 เท่า ปริมาตร 100 cm^3 ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 จำนวน 5 ใบ

3.5.2.4.2. เติมแร่ดินชนิดที่สามารถทำการลดสีได้ในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งหาได้จากการทดลองข้อ 3.5.1.6. ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 จำนวน 5 ใบ

3.5.2.4.3. นำไปกวนด้วยอัตราเร็ว 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที เติมสารละลายสารตกตะกอน ที่เหมาะสมจากการทดลองข้อ 3.5.1.7. ลงไปในปริมาตร 2 , 4 , 6 , 8 และ 10 cm^3 ตามลำดับ จากนั้นลดอัตราเร็วลงเป็น 20 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน

3.5.2.4.4. นำสารละลายส่วนบนไปทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ค่าความยาวคลื่นที่มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด

3.5.2.4.5. หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแร่ดินกับค่าการดูดกลืนแสง

3.5.2.4.6. ทำการทดลองให้ครบทั้ง 5 ตัวอย่าง โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับน้ำทิ้งตัวอย่างดีสเพิส 1