

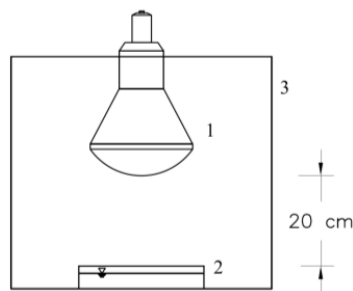
บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษารั้วนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง (Exponential Research) เพื่อศึกษาความสามารถในการกำจัดสี
โอดีจากน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำชะมูลฝอยโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา TiO_2 แบบฟิล์มบางในกระบวนการโฟโตคะตะไล
ติก โดยมีขั้นตอนการศึกษาต่อไปนี้

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

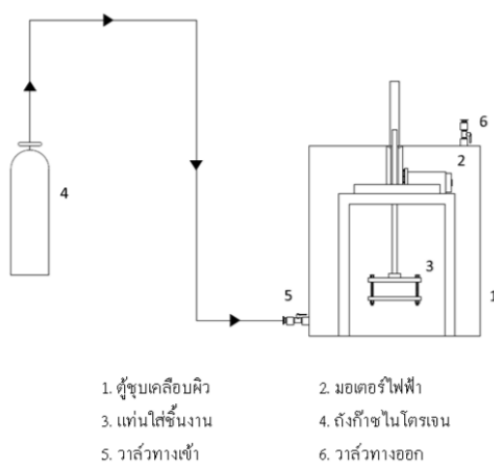
3.1.1 ถังปฏิกรณ์สำหรับกระบวนการโฟโตคะตะไลติก ดังรูปที่ 3.1



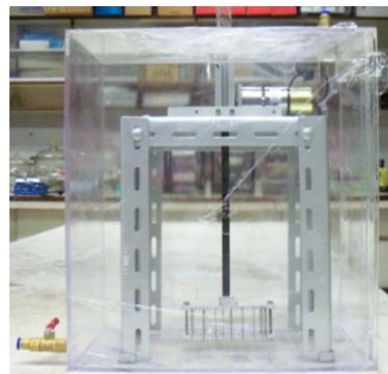
- 1) หลอดไฟ แสงอัลตราไวโอเลต
- 2) Petri Dish เคลือบตัวเร่งปฏิกิริยา TiO_2
- 3) ตู้ปิด

รูปที่ 3.1 ถังปฏิกรณ์สำหรับกระบวนการโฟโตคะตะไลติก

3.1.2 อุปกรณ์ขับเคลื่อนผิวตัวเร่งปฏิกิริยา ดังรูปที่ 3.2



1. ตู้ขับเคลื่อนผิว
2. มอเตอร์ไฟฟ้า
3. แท่นใส่ชิ้นงาน
4. ถังก๊าซไนโตรเจน
5. วาล์วทางเข้า
6. วาล์วทางออก



รูปที่ 3.2 อุปกรณ์ขับเคลื่อนผิวตัวเร่งปฏิกิริยา

3.1.3 สารเคมี

- 1) ไทเทเนียมเตตระโพรพอกไซด์ ($\text{Ti}(\text{OCH}(\text{CH}_3)_2)_4$) AR Grade
- 2) ไอโซโพรพานอล ($(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$) AR Grade
- 3) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) AR Grade
- 4) สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต 0.1 N
- 5) สารละลายกรดซัลฟูริก
- 6) สารละลายเฟอร์โรอิน อินดิเคเตอร์
- 7) สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.1 N และ 0.025 N

3.1.4 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับงานวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

- 1) เตาอบ (Oven)
- 2) ตู้อบ
- 3) เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Stirrer) และ แท่งกวนแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Bar)
- 4) หลอดย้อยขนาด 20×150 mm
- 5) เครื่องชั่งน้ำหนัก ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- 6) ขวดน้ำสำหรับฉีดล้าง (Washing Bottle) ชนิดพลาสติก
- 7) ขวดปริมาตร (Volumetric Flask) ขนาด 50, 100, 250 และ 1,000 mL
- 8) ปิเปตปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 1, 5, 10, 25 และ 50 mL
- 9) บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 25, 100, 250 และ 1,000 mL
- 10) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask) ขนาด 250 mL
- 11) บิวเรต (Burette) ขนาด 50 mL
- 12) กระบอกตวง (Graduate Cylinder) ขนาด 100 และ 1,000 mL
- 13) นาฬิกาจับเวลา
- 14) อุปกรณ์วัดความเข้มแสง ยี่ห้อ UV-Light Meter Model UV-340
- 15) หลอดอัตราวัตต์โวลต์ ยี่ห้อ OSRAM ขนาด 300 W
- 16) Petri Dish ขนาด 15×90 mm
- 17) ปิเปตอัตโนมัติ ยี่ห้อ Engineered for Excellence BIOHIT

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.1 การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยา TiO_2

สามารถเตรียมด้วยการใช้ไทเทเนียมเตตระโพรพอกไซด์เป็นสารตั้งต้นในตัวทำละลายไอโซโพรพานอลที่อุณหภูมิห้อง ดังนี้

1) ทำการผสมสารตั้งต้นไทเทเนียมเตตระโพรพอกไซด์ต่อตัวทำละลายไอโซโพรพานอล ในอัตราส่วนโดยปริมาตร 1:15 พร้อมทั้งทำการกวนแบบปั่นป่วนที่อุณหภูมิห้อง

2) ปรับพีเอชของสารละลายให้มีค่าเท่ากับ 2-3 ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น

3) กวนสารละลายเป็นเวลา 1 ชั่วโมง และเก็บทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4) นำสารละลายมาทำการจุ่มเคลือบแบบกะ ซึ่งตัวกลางคือ Petri Dish ขณะเคลือบผิว จะทำการได้อากาศด้วยแก๊สไนโตรเจน โดยใช้อัตราเร็วในการจุ่มเคลือบเท่ากับ 4 mm.min^{-1} โดยรายละเอียดในการจุ่มเคลือบบนตัวกลาง Petri Dish แสดงในรูปที่ 3.3

3.2.2 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของตัวเร่งปฏิกิริยา TiO_2 ด้วยเทคนิคต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพตัวเร่งปฏิกิริยา TiO_2 ชนิดฟิล์มบาง

ลักษณะทางกายภาพ	เทคนิค
โครงสร้างผลึก	X-ray Diffraction
ขนาดความกว้างของแถบพลังงาน	UV-Vis Spectrometer
พื้นที่ผิวและขนาดอนุภาค	Atomic Force Microscopy
พื้นที่ผิวปรากฏ	Gwyddion Software
พื้นที่ผิว	BET Surface

3.2.3 การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสี

3.2.3.1 การกำจัดสีด้วยฟิล์มบาง TiO_2

1) ทำการทดลองในชุดทดลอง Photoreactor นำน้ำตัวอย่าง คือ น้ำชะขยะและทำการเจือจางน้ำตัวอย่าง 4 ค่า ได้แก่ 10, 20, 40 และ 60 เท่า ตามลำดับ โดยใช้ปริมาตร 50 ml ใส่ใน Petri Dish ที่เคลือบด้วยฟิล์มบาง TiO_2

2) ทำการฉายแสง UV ในชุดทดลอง Photoreactor เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ 10, 20, 30 และ 60 นาที แล้วนำไปทำการวิเคราะห์ค่าสีด้วยวิธีวัดสีของแพทตินัมโคบอลต์มาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ 3.4

3.2.3.2 การกำจัดสีด้วยผง TiO_2

1) ทำการทดลองในชุดทดลอง Photoreactor นำน้ำตัวอย่าง คือ น้ำชะขยะและทำการเจือจางน้ำตัวอย่าง 4 ค่า ได้แก่ 10, 20, 40 และ 60 เท่า ตามลำดับ โดยใช้ปริมาตร 50 ml ใส่ใน Petri Dish เปลา ที่มีผง TiO_2 อยู่จำนวน 30 g ในปริมาตร 50 mg/l

2) ทำการฉายแสง UV ในชุดทดลอง Photoreactor เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ 10, 20, 30 และ 60 นาที แล้วนำไปทำการวิเคราะห์ค่าสีด้วยวิธีวัดสีของแพทตินัมโคบอลต์มาตรฐาน ดังแสดงในรูปที่ 3.5

3.3.5.3 การทำชุด Control ของสี

1) ทำการทดลองในชุดทดลอง Photoreactor โดยน้ำตัวอย่างคือน้ำชะขยะและทำการเจือจางน้ำตัวอย่าง 4 ค่า ได้แก่ 10, 20, 40 และ 60 เท่า ตามลำดับ โดยใช้ปริมาตร 50 ml ใส่ใน Petri Dish เปลา

2) ทำการฉายแสง UV ในชุดทดลอง Photoreactor เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ 10, 20, 30 และ 60 นาที แล้วนำไปทำการวิเคราะห์ค่าสีด้วยวิธีวัดสีของแพทตินัมโคบอลต์มาตรฐาน

3.2.4 การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีโอดีจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา TiO_2 เคลือบบนผิวตัวกลาง 3, 4 และ 5 ชั้น

1) ทำการทดลองในถังปฏิกรณ์สำหรับกระบวนการโฟโตคะตะไลติก โดยนำน้ำตัวอย่างคือน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้น 4 ค่า ดังนี้ 160, 240, 320 และ 400 mg/L ตามลำดับ นำน้ำตัวอย่างมาใส่ใน Petri Dish ที่เคลือบด้วย TiO_2 3, 4 และ 5 ชั้น ในปริมาตร 50 mL

2) ทำการฉายแสงอัลตราไวโอเลตในถังปฏิกรณ์สำหรับกระบวนการโฟโตคะตะไลติก

- 3) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำครั้งละ 5 mL ที่เวลา 10, 20, 30, 40 และ 60 min ตามลำดับแล้วนำไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์ด้วยวิธีซีไอดี แสดงในรูปที่ 3.6

3.2.5 การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีจากน้ำชะมูลฝอยด้วยตัวเร่งปฏิกิริยา TiO_2 เคลือบบนผิวตัวกลางในชั้นที่มีประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีสูงสุด

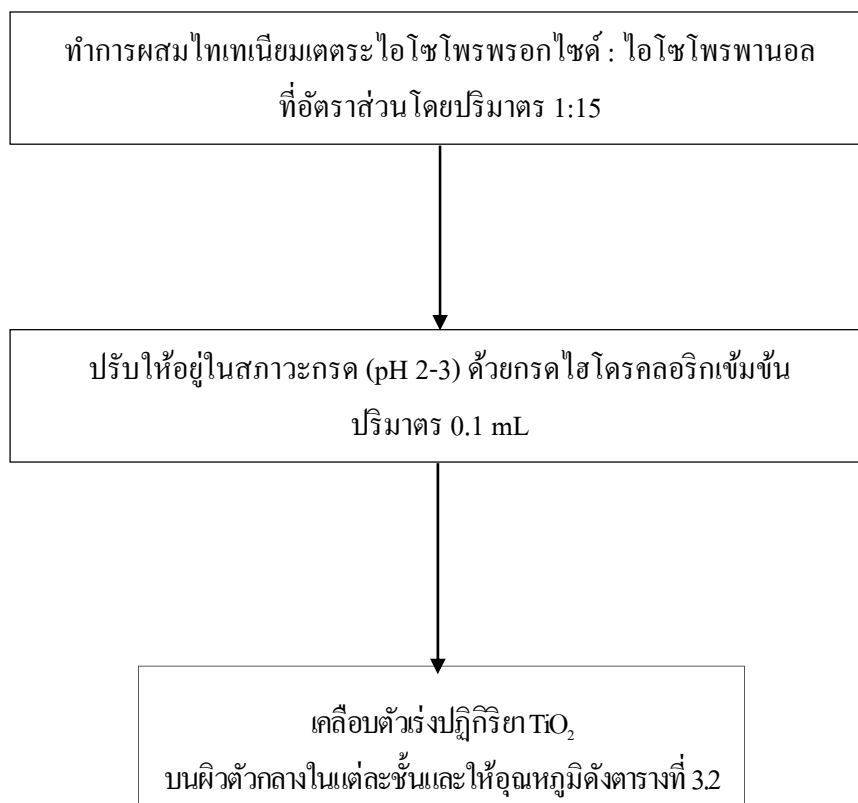
- 1) ทำการทดลองในถังปฏิกรณ์สำหรับกระบวนการโฟโตคะตะไลติก โดยนำน้ำตัวอย่างคือน้ำชะมูลฝอย ที่มีความเข้มข้น 4 ค่า ได้แก่ 640, 1040, 2240 และ 3360 mg/L ตามลำดับ นำน้ำตัวอย่างมาใส่ใน Petri Dish ที่เคลือบด้วย TiO_2 5 ชั้น ในปริมาตร 50 mL
- 2) ทำการฉายแสงอัลตราไวโอเลตในถังปฏิกรณ์สำหรับกระบวนการโฟโตคะตะไลติก
- 3) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำครั้งละ 5 mL ที่เวลา 10, 20, 30, 40 และ 60 min ตามลำดับ แล้วนำไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์ด้วยวิธีซีไอดี แสดงในรูปที่ 3.7

3.2.6 การศึกษาค่าจลนพลศาสตร์ของกระบวนการโฟโตคะตะไลติกจากการกำจัดซีไอดีในน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำชะมูลฝอย

โดยนำผลการทดลองที่ได้จากข้อ 3.2.4 และ 3.2.5 มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าจลนพลศาสตร์ และรูปแบบของปฏิกิริยาของกระบวนการโฟโตคะตะไลติก ในการกำจัดซีไอดีในน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำชะมูลฝอย

3.2.7 การศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมในการกำจัดซีไอดีในน้ำชะมูลฝอยเทียบกับกระบวนการอื่นๆ

ทำการศึกษาข้อมูลการกำจัดซีไอดีในน้ำชะมูลฝอยด้วยกระบวนการอื่นๆ นอกเหนือจากกระบวนการโฟโตคะตะไลติกแล้วทำการเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ ด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเลือกกระบวนการบำบัดที่เหมาะสมสำหรับกำจัดซีไอดีในน้ำชะมูลฝอย

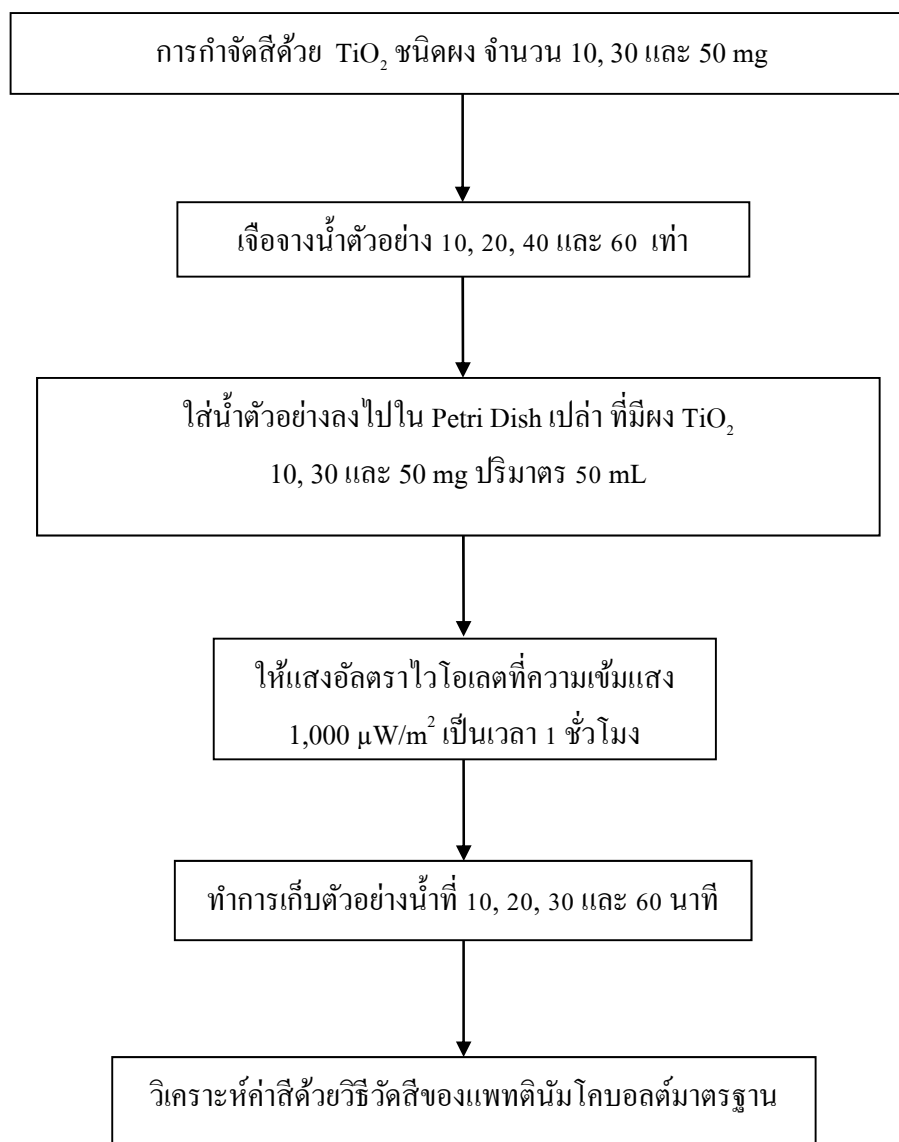


รูปที่ 3.3 แผนผังแสดงขั้นตอนการเคลือบ Petri Dish

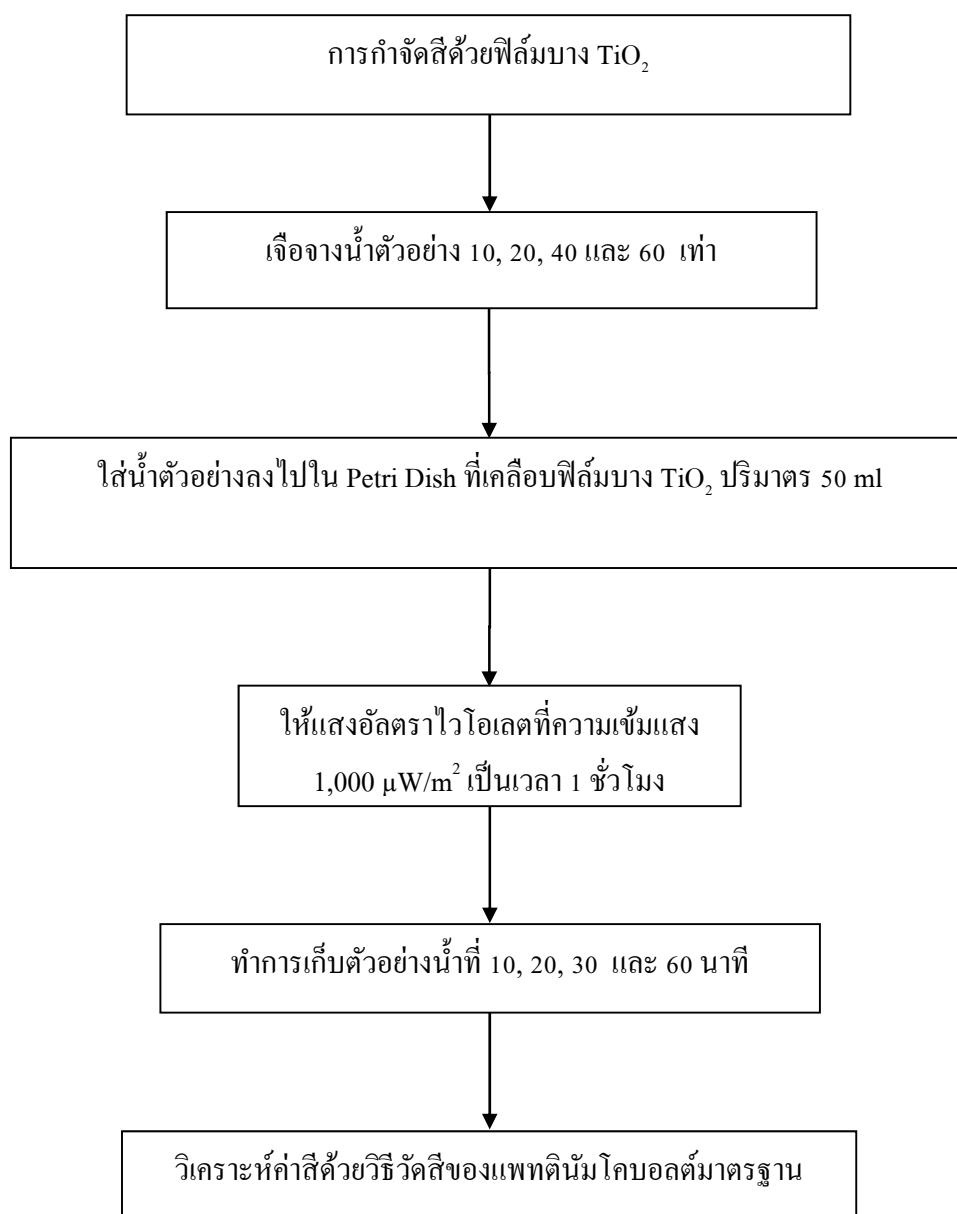
ตารางที่ 3.2 อุณหภูมิในการเคลือบตัวเร่งปฏิกิริยา TiO_2 บนผิวตัวกลาง

จำนวนการ ชุบเคลือบ	อุณหภูมิในแต่ละชั้น (C°)				
	1 ชั้น	2 ชั้น	3 ชั้น	4 ชั้น	5 ชั้น
3	100	200	500	-	-
4	100	200	350	500	-
5	100	200	250	350	500

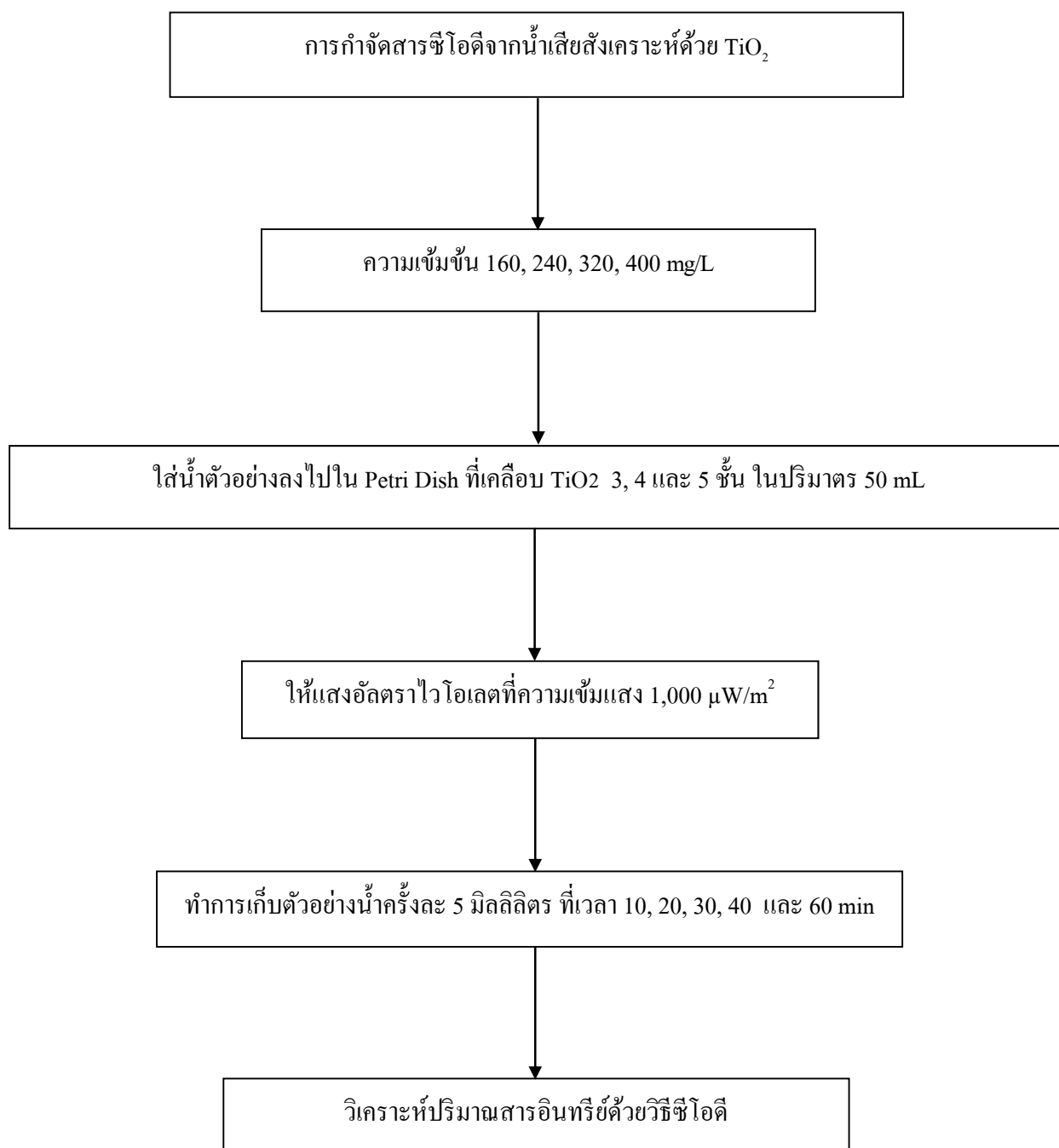
ที่มา : Rojviroon and Sirivithayapakorn (2013)



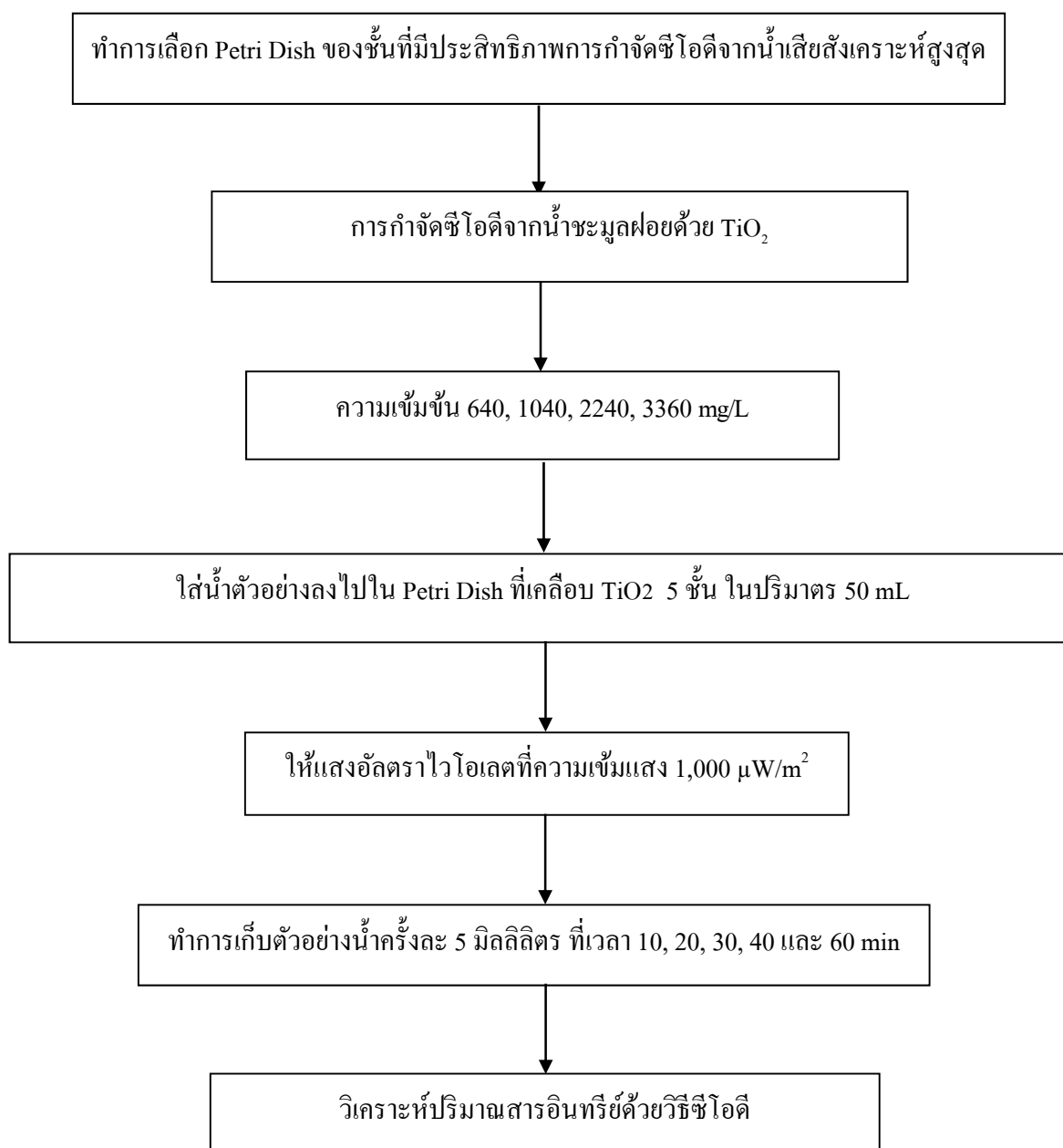
รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงการกำจัดสีด้วยผง TiO_2



รูปที่ 3.5 แผนผังแสดงการกำจัดสีด้วย Petri Dish เคลือบฟิล์มบาง TiO_2



รูปที่ 3.6 แผนผังแสดงการกำจัดชีโอดีจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วย TiO_2



รูปที่ 3.7 แผนผังแสดงการกำจัดสีโอดีจากน้ำชะมูลฝอยด้วย TiO_2