

### บทที่ 3

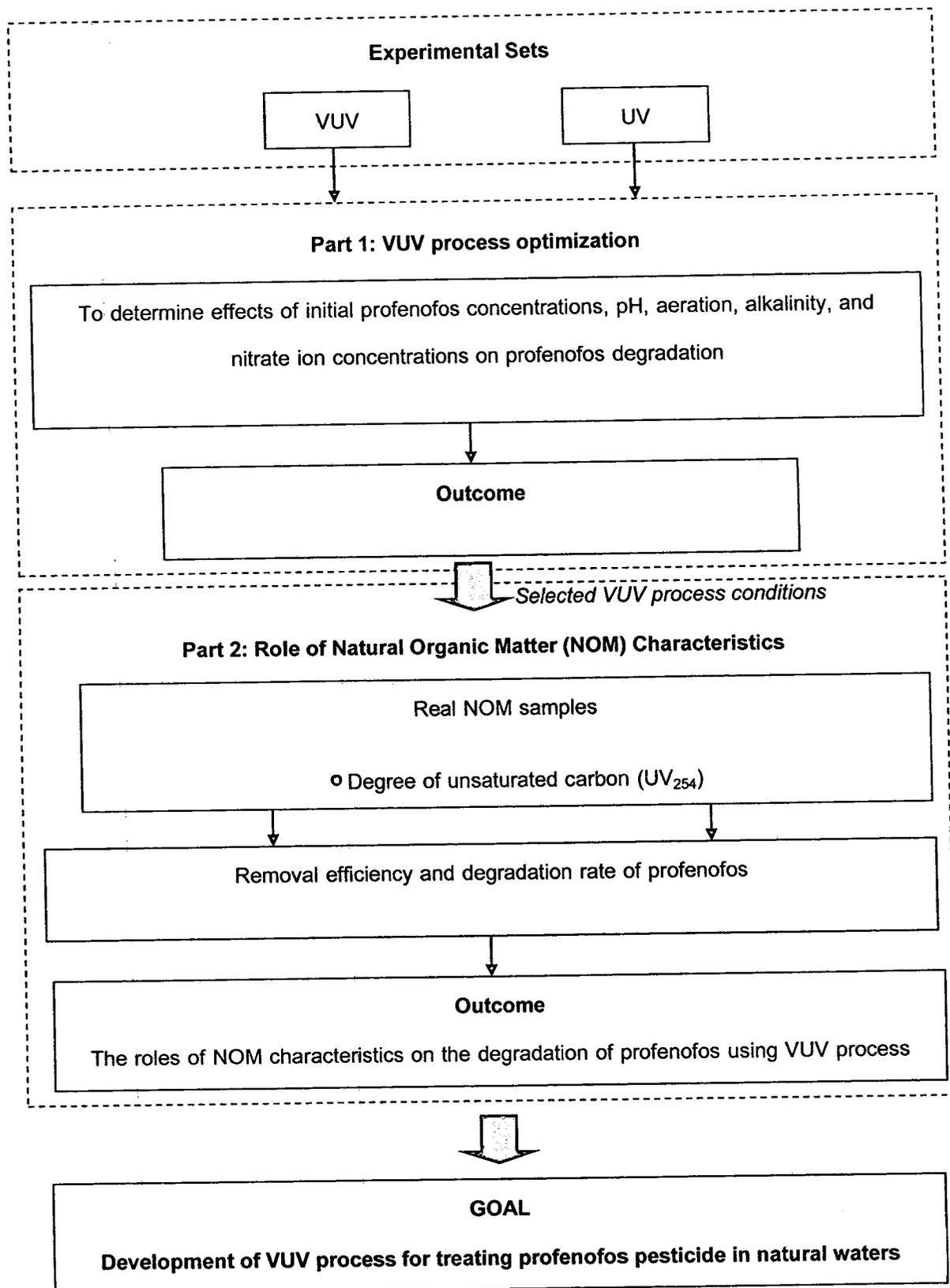
#### ระเบียบวิธีวิจัย

##### 3.1 กรอบการวิจัย

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนากระบวนการ VUV สำหรับกำจัดสารโพรฟีโนฟอสที่ปนเปื้อนในน้ำธรรมชาติ ดังนั้นงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การศึกษาผลของความเข้มข้นของโพรฟีโนฟอส พีเอช การเติมอากาศ Alkalinity และไนเตรท ต่อประสิทธิภาพและอัตราการย่อยสลายโพรฟีโนฟอสเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำงานของระบบ VUV
2. การศึกษาอิทธิพลของสารอินทรีย์ธรรมชาติที่มีอยู่ในน้ำต่อประสิทธิภาพและอัตราการย่อยสลายโพรฟีโนฟอส โดยในการศึกษาจะได้ศึกษาโดยใช้สารอินทรีย์ธรรมชาติตัวแทนเพื่ออธิบายอิทธิพลของสารอินทรีย์ธรรมชาติแต่ละชนิดต่อความเป็นไปในการย่อยสลายโพรฟีโนฟอส จากนั้นจึงจะได้ใช้สารอินทรีย์ธรรมชาติจริง เพื่อให้ทราบประสิทธิภาพและอัตราการย่อยสลายโพรฟีโนฟอสในสภาพธรรมชาติ

งานวิจัยนี้สามารถแสดงความสัมพันธ์ของงานตามกรอบการดำเนินงานวิจัยได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 กรอบการวิจัย

## 3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

### 3.2.1 น้ำตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

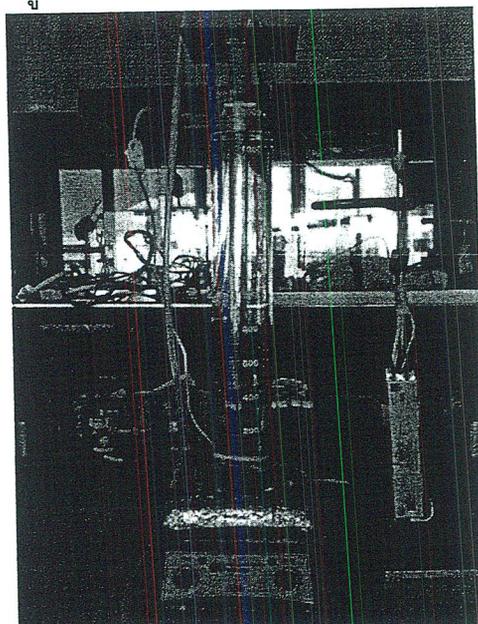
น้ำตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. น้ำปนเปื้อนสารโพฟีโนฟอสสังเคราะห์ (สารละลาย) ซึ่งสังเคราะห์ขึ้นจากสารโพฟีโนฟอสเกรดการค้าจากบริษัท Syngenta Crop Protection และน้ำปราศจากแร่ธาตุ (de-ionized water) ใช้ทดลองในส่วนของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อกระบวนการยิววี

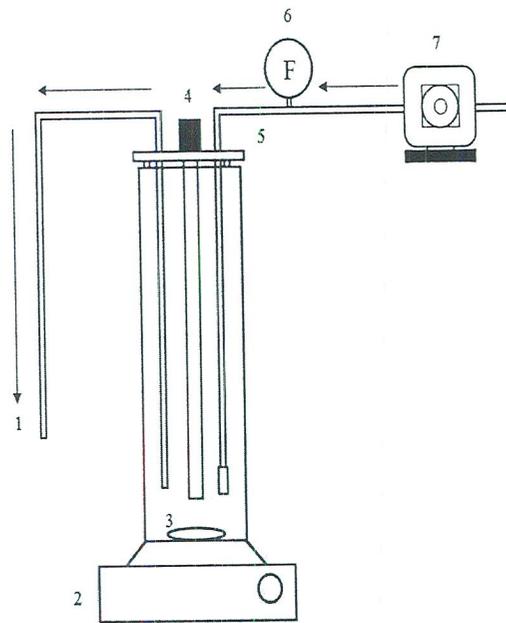
2. น้ำปนเปื้อนสารโพฟีโนฟอสและสารอินทรีย์ธรรมชาติสังเคราะห์ น้ำสังเคราะห์นี้สามารถจำแนกได้เป็น 2 ชนิด คือน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งผ่านการกรองกระดาษกรองเบอร์ 1 (ขนาดรูพรุน 11 ไมโครเมตร) และน้ำที่ปราศจากแร่ธาตุผสมกรดฮิวมิก (TOC ~5mg/L) น้ำสังเคราะห์นี้ใช้ในการศึกษาผลของสารอินทรีย์ธรรมชาติต่อการกำจัดโพฟีโนฟอส

### 3.2.2 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ถังปฏิกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร สูง 54 เซนติเมตรโดยมีการติดตั้งหลอดยิววี (185+254 นาโนเมตร) ซึ่งมีกำลังวัตต์เท่ากับ 30 วัตต์ รุ่น GPH383T5/VH/HO ของบริษัท Universal Light Source ที่จุดกึ่งกลางของถังปฏิกรณ์ ส่วนในกระบวนการยิววีติดตั้งหลอดยิววี (254 นาโนเมตร) รุ่น GPH383T5/L/HO ของบริษัท Universal Light Source แทนที่หลอดยิววีสำหรับการกวนผสมน้ำตัวอย่างในถังปฏิกรณ์ใช้เครื่องกวนผสม (magnetic stirrer) รุ่น HTS-1003 ของบริษัท LMS โดยที่การเก็บน้ำตัวอย่างใช้หลอดแก้วสำหรับเก็บน้ำตัวอย่าง สำหรับการเติมอากาศในกระบวนการศึกษาหาผลกระทบของการเติมอากาศจะใช้หัวฟู่ที่ทำจากแก้วสำหรับการเติมอากาศซึ่งวัดอัตราการไหลโดยเครื่องวัดอัตราการไหล (flow meter) รุ่น FBC-3-S ของบริษัท New Flow ชุดทดลองมีลักษณะดังรูปที่ 3.1 และ 3.2



รูปที่ 3.1 ถังปฏิกรณ์และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 3.2 ผังการเดินระบบวิยวี:(1) หลอดเก็บน้ำ (2) เครื่องกวนผสม (3) แท่งแม่เหล็ก (4) หลอดวิยวีหรือหลอดยวี (5) หัวฟู่ (6) เครื่องวัดอัตราการไหล (7) เครื่องเติมอากาศหรือถังไนโตรเจน

### 3.2.3 การออกแบบและขั้นตอนในการทำการทดลอง

น้ำตัวอย่างที่ใช้ในแต่ละการทดลองมีปริมาตรเท่ากับ 1.8 ลิตร สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดสารโพรพีโนฟอสจะมีการใช้ความเข้มข้นของโพรพีโนฟอสเท่ากับ 2 4.5 และ 8.5 มิลลิกรัม/ลิตร ทั้งกระบวนการวิยวีและยวี ผลกระทบของพารามิเตอร์ต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลกระทบของพีเอช การทดลองกระทำที่พีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 5 7 และ 9 โดยมีการเติมสารกรดซัลฟูริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์สำหรับการปรับพีเอช
2. ผลกระทบของ Alkalinity การทดลองกระทำโดยการเติมสารโซเดียมไบคาร์บอเนตเพื่อศึกษาผลกระทบของความเข้มข้น Alkalinity ที่ 100 200 และ 300 mg/L as CaCO<sub>3</sub>
3. ผลกระทบของ ไนเตรท การทดลองกระทำโดยการเติมสาร NaNO<sub>3</sub> เพื่อศึกษาผลกระทบของความเข้มข้นไนเตรทที่ 1 10 50 และ 100 mg/L as N
4. ผลกระทบของการเติมอากาศ การทดลองกระทำที่อัตราการเติมอากาศเท่ากับ 1 และ 5 L/min ทั้งการเติมอากาศและไนโตรเจนโดยมีการไล่อากาศด้วยไนโตรเจนก่อนเริ่มการทดลองประมาณ 10 นาที
5. สำหรับการศึกษาอิทธิพลของอนุมูลไฮดรอกซิลมีการเติมสาร *t*-butanol (*t*-BuOH) เพื่อกำจัดอนุมูลไฮดรอกซิลที่ความเข้มข้น 5 mM เพื่อศึกษาอิทธิพลของอนุมูลไฮดรอกซิลต่อการย่อยสลายสารโพรพีโนฟอส
6. ผลกระทบของสารอินทรีย์ธรรมชาติ การทดลองกระทำโดยมีการเติมกรดฮิวมิกที่ความเข้มข้น TOC เท่ากับ 5mg/L แทนสารอินทรีย์ธรรมชาติ และมีการใช้น้ำแม่ น้ำเจ้าพระยาเป็นน้ำ

ตัวอย่างแทนน้ำธรรมชาติสังเคราะห์เพื่อศึกษาผลกระทบของสารอินทรีย์ธรรมชาติ สำหรับ โดยที่ การศึกษาทั้งหมดนี้ใช้ความเข้มข้นสารโพรฟิโนฟอส เริ่มต้นเท่ากับ 8.5 mg/L พีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 7 โดยมีการเก็บน้ำตัวอย่างครั้งละ 15 mL ที่เวลาเท่ากับ 0 2 5 10 15 20 และ 25 นาที เพื่อวิเคราะห์ ปริมาณความเข้มข้นของโพรฟิโนฟอส ซึ่งในการทดลองการศึกษากระบวนการกลายเป็นแร่ธาตุนั้นมี ระยะเวลาการเก็บน้ำตัวอย่างที่เปลี่ยนแปลงไปเป็น 0 10 20 45 60 และ 90 นาที เพื่อไปศึกษา ปริมาณของทีโอซีที่หลงเหลืออยู่ในน้ำ

### 3.2.4 การวิเคราะห์

น้ำตัวอย่างที่เก็บแต่ละเวลาหลังจากผ่านการทดลองจะไปทำการหาปริมาณของโพรฟิโนฟอส โดยใช้เครื่องเครื่องจีซีอีซีดี (Gas chromatography - Electron capture detection) รุ่น GC 6890 พร้อมด้วย คอลัมน์ DB5-MS ขนาด 30m×0.25 mm และความหนาแผ่นฟิล์ม (film thickness) 0.25  $\mu$ m ของ บริษัท Agilent Technologies ซึ่งมีอุปกรณ์ตรวจจับแบบ Ni<sup>63</sup> อิเล็กตรอน (Electron capture detector) ตั้ง ระบบฉีดตัวอย่างเป็นแบบสปลิตเลส (splitless mode) ซึ่งมีปริมาตรการฉีดเท่ากับ 1  $\mu$ L ตั้งค่าอุณหภูมิ ระบบฉีดตัวอย่าง (injection temperature) ที่ 240<sup>o</sup>C และอุณหภูมิเครื่องตรวจจับ (Detector temp.) 300<sup>o</sup>C โดยมีโปรแกรมดังนี้ อุณหภูมิเริ่มต้น 120<sup>o</sup> C อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 7<sup>o</sup> C/min อุณหภูมิสุดท้าย 250<sup>o</sup> C โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 22 นาที การวิเคราะห์จะใช้แก๊สไนโตรเจนเป็นแก๊สนำพา (carrier gas) อัตราการไหลที่ 23.3 cm/s สารโพรฟิโนฟอสออกมาที่เวลาเท่ากับ 17.6 นาที

สำหรับปริมาณของ TOC ในการศึกษากระบวนการกลายเป็นแร่ธาตุนั้นจะถูกตรวจวัดด้วยเครื่อง TOC analyzer รุ่น TOC-Vcph ของบริษัท SHIMADZU