บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

- หลอดอัลตราไวโอเลต ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร 10 วัตต์ จำนวน 1 หลอด
- เครื่องวัด pH
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- จานระเหย
- เตาเผา ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 550±50 °ซ
- ตู้อบ ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 103 - 105 °ซ
- เดซิเคเตอร์
- กระดาษกรอง Whatman GF/C เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.7 เซนติเมตร
- เครื่องกรองบุคเนอร์ ความจุ 100 มิลลิลิตร
- เครื่องดูดอากาศ
- เครื่องหมุนเหวี่ยง
- ขวดบีโอดี ขนาด 300 ลบ.ซม. ที่มีฝาแก้วปิด
- ขวดวัดปริมาตรขนาด 200 ลบ.ซม.
- ขวดรูปกรวยขนาด 500 ลบ.ซม.
- บิวเรต
- หลอดย่อยสลาย ขนาด 16 x 100 มม. ที่มีฝาเกลียวชนิดทีเอฟอี
- ฮีทติ้งบล็อค ลึก 45 – 50 มม. มีรูพอดีกับหลอดย่อยสลาย ขนาด 16 x 100 มม.
- ตู้เพาะเชื้อ ควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 20±1 °ซ

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

- สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมตสำหรับย่อยสลาย 0.1 N
- สารละลายกรดซัลฟูริก
- สารละลายเฟอร์โรอิน อินดิเคเตอร์
- สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต
- สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์
- สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต

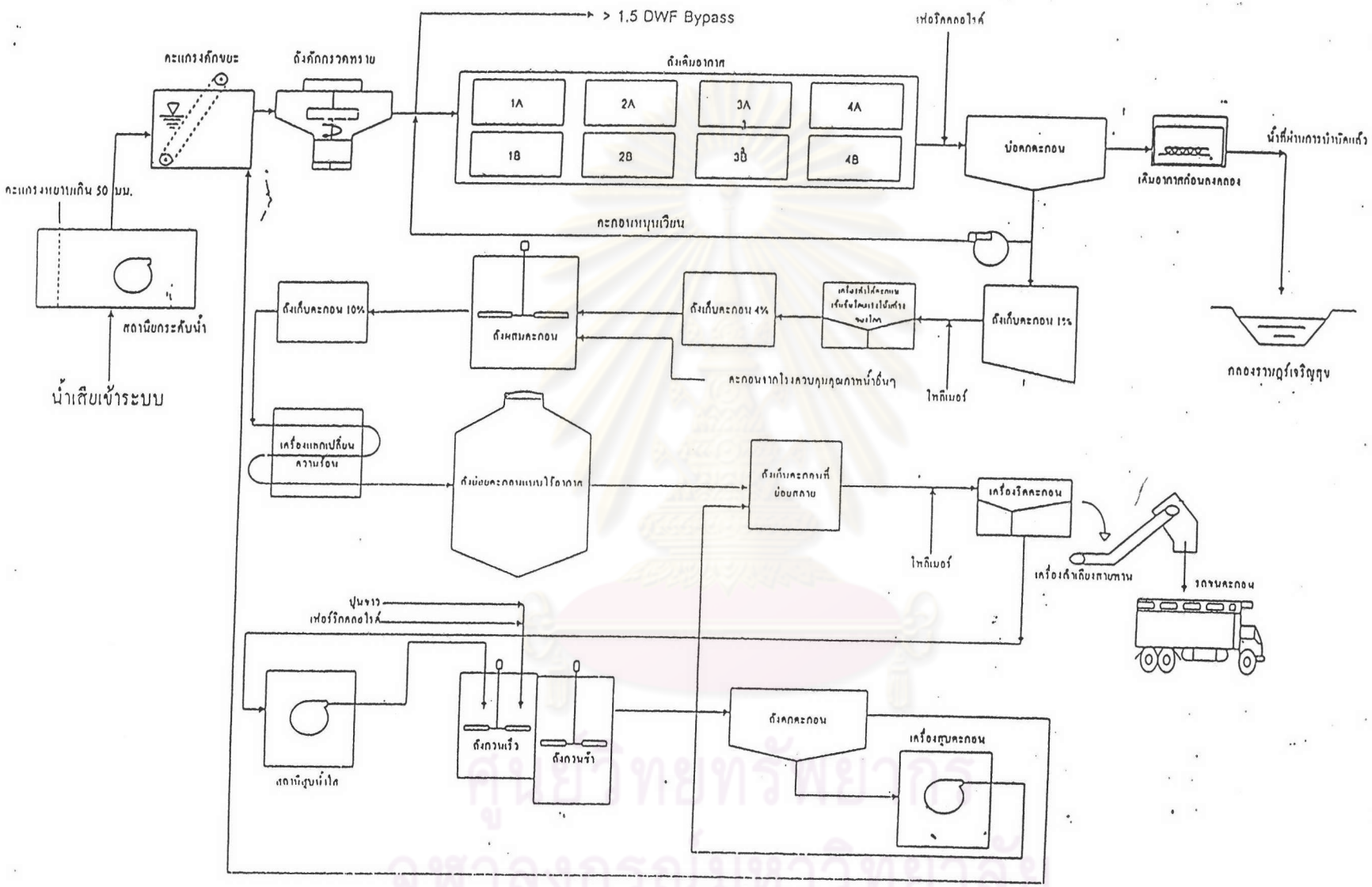
- สารละลายแคลเซียมคลอไรด์
- สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์
- สารละลายกรดและสารละลายด่าง 1 N
- สารละลายโซเดียมซัลไฟต์ 0.25 N
- สารละลายแมงกานีสซัลเฟต
- สารละลายอัลคาไลด์ – ไอโอไดด์ – เอไซด์
- น้ำแป้ง
- สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต
- สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไบไอโอเดต
- สารละลายโปตัสเซียมฟลูโอไรด์
- สารแขวนลอยแมกนีเซียมคาร์บอเนต
- สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
- สารละลายเฟอรัสซัลเฟต

3.2 ตะกอนที่ใช้ในการทำวิจัย

ตะกอนที่ใช้ในการทำวิจัยนั้นได้มาจากถังเก็บตะกอน 1% ของโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม ซึ่งเป็นโรงบำบัดตะกอนน้ำเสียที่รวบรวมน้ำเสียจากโรงบำบัดน้ำเสียทั่วกรุงเทพมหานครยกเว้นโรงควบคุมคุณภาพน้ำจตุจักร โดยปกติมีความสามารถในการบำบัดประมาณ 500 ลบ.ม. (20% ตะกอนแห้ง) ต่อวัน

3.3 วิธีการทดลอง

จากเอกสารงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าประสิทธิภาพในการรีดน้ำของตะกอนขึ้นอยู่กับตัวแปร 2 ตัวคือ ค่าความต้านทานจำเพาะของตะกอน (Specific resistance: SR) และค่าปริมาณน้ำในตะกอน (Water content) เนื่องจากค่าความต้านทานจำเพาะของตะกอนแสดงถึงความสามารถในการกรอง ถ้าน้ำสามารถออกจากตะกอนได้เร็ว ค่าความต้านทานจำเพาะของตะกอนจะมีค่าต่ำ ส่วนค่าปริมาณน้ำในตะกอนหมายถึงปริมาณน้ำทั้งหมดที่อยู่ในตะกอนซึ่งหาโดยวิธีการอบ ถ้าปริมาณน้ำในตะกอนมีค่ามากแสดงว่าตะกอนมีคุณสมบัติยอมให้น้ำที่รีดออกมาได้ดี หรือมีความสามารถในการรีดน้ำสูง ดังนั้นในการพิจารณาประสิทธิภาพในการรีดน้ำของตะกอนจำเป็นต้องพิจารณาตัวแปรทั้ง 2 ตัวนี้



รูปที่ 3.1 แผนผังระบบบำบัดน้ำเสียและบำบัดตะกอนโรงควบคุมคุณภาพน้ำหนองแขม (กองจัดการคุณภาพน้ำ สำนักระบายน้ำกรุงเทพมหานคร, 2546)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นอกจากนี้ยังต้องศึกษาถึงความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในตะกอนโดยการพิจารณาค่าซีโอดี (COD), บีโอดี (BOD_5) และ บีโอดีต่อซีโอดี (BOD_5/COD) เพื่อศึกษาว่าในกระบวนการบำบัดเบื้องต้น วิธีการใช้สารเคมีของเฟนตันและวิธีการใช้แสงอัลตราไวโอเลตร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในตะกอนได้อย่างเหมาะสมมากน้อยเพียงใด โดยค่าซีโอดีและบีโอดีแสดงถึงความเข้มข้นของความสกปรกของตะกอนหรือสารอินทรีย์ในตะกอนนั่นเอง

ขั้นตอนการทดลองขั้นแรกคือการนำตะกอนจากโรงบำบัดน้ำเสียมาวิเคราะห์ค่าต่างๆดังต่อไปนี้ คือ ค่าพีเอช บีโอดี ซีโอดี ของแข็งแขวนลอย ค่าความต้านทานจำเพาะของตะกอน และปริมาณน้ำ โดยค่าที่วิเคราะห์ได้จะเป็นคุณสมบัติของตะกอนเบื้องต้นเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับตะกอนที่ผ่านกระบวนการบำบัด ซึ่งแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กระบวนการคือ การใช้สารเคมีของเฟนตันและการใช้แสงอัลตราไวโอเลตร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยรายละเอียดวิธีการทดลองของแต่ละกระบวนการมีดังนี้

3.3.1 วิธีการใช้สารเคมีของเฟนตัน (Fe^{2+}/H_2O_2)

การทดลองด้วยวิธีการใช้สารเคมีของเฟนตันมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) นำตัวอย่างตะกอน 500 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร

2) ค่าพีเอชที่ต้องการทดลองคือ 3, 4, 5 และ 7 ซึ่งค่าพีเอชของตะกอนเดิมมีค่าประมาณ 7 จึงจำเป็นต้องปรับค่าพีเอชของตะกอนโดยใช้สารละลายกรดซัลฟูริก (H_2SO_4)

3) เติมปริมาณ Fe^{2+}: H_2O_2 โดยใช้อัตราส่วนเท่ากับ 0.5:1, 1:1 และ 2:1 ตามลำดับ โดยให้ค่าความเข้มข้นของ H_2O_2 เป็น 50% ของซีโอดีโดยน้ำหนัก

4) ทำการกวนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงด้วยแรงแม่เหล็กอย่างสม่ำเสมอ โดยปล่อยให้สารเคมีปฏิกิริยากับตะกอนเป็นเวลา 2, 10, 30, 60 และ 120 นาที

5) ที่เวลาต่างๆในข้อ 4) ให้แบ่งตะกอนออกเป็น 3 ส่วนๆ ละ 100 มิลลิลิตรแล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าต่างๆดังนี้

ส่วนที่ 1 นำไปวิเคราะห์หาค่าซีโอดี (COD) และค่าบีโอดี (BOD)

ส่วนที่ 2 นำไปตะกอนไปกรองจากนั้นหาค่าปริมาณน้ำในตะกอน (Water content)

ส่วนที่ 3 ค่าความต้านทานจำเพาะของตะกอน (Specific resistance)

วิธีการวิเคราะห์หาค่าตัวแปรต่างๆ และแผนผังการทดลองสำหรับวิธีการใช้สารเคมีของเฟนตันแสดงในตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.4 ตามลำดับ

3.3.2 วิธีการใช้แสงอัลตราไวโอเลต/ไฮโดรเจนเปอร์ออกซ์ไซด์ (UV/H_2O_2)

การทดลองด้วยวิธีการใช้แสงอัลตราไวโอเลต/ไฮโดรเจนเปอร์ออกซ์ไซด์มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) นำตัวอย่างตะกอน 500 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ 500 มิลลิลิตร

2) ปรับค่าพีเอชโดยใช้สารละลายกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ให้เท่ากับ 3, 4 และ 5 เช่นเดียวกับวิธีการเติมสารเฟนตัน

3) เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) โดยใช้อัตราส่วนเท่ากับ 25 % COD, 50 % COD และ 100 % COD ที่เติมลงในเฟนตัน

4) ฉายแสงอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร

5) จากนั้นทำการกวนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงด้วยแรงแม่เหล็กอย่างสม่ำเสมอ โดยปล่อยให้สารเคมีปฏิกิริยากับตะกอนเป็นเวลา 2, 10, 30, 60 และ 120 นาที

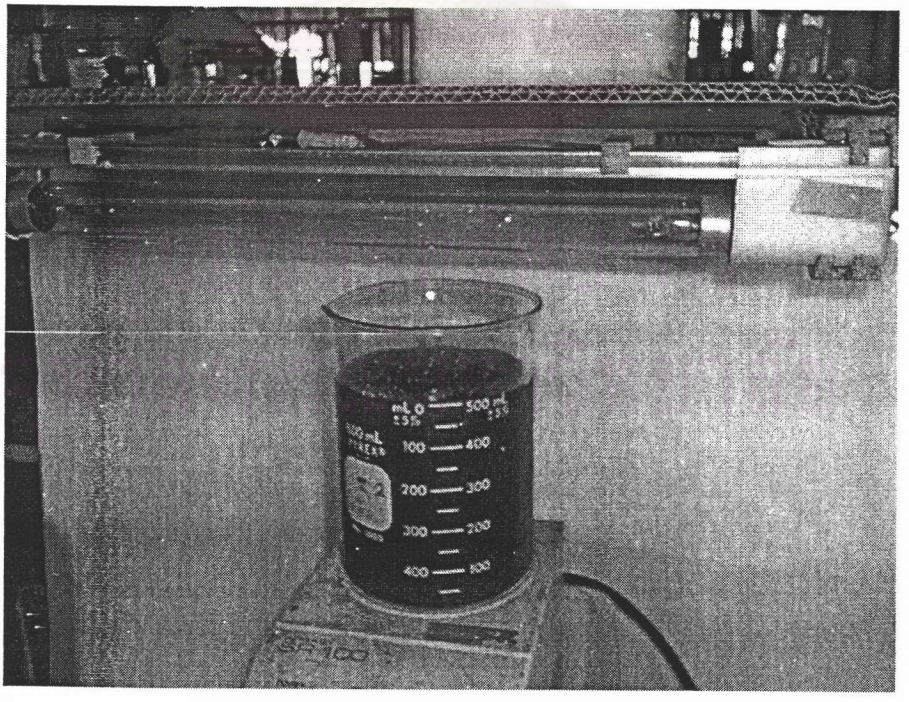
6) แบ่งตะกอนออกเป็น 3 ส่วน ส่วนละ 100 มิลลิลิตรแล้วนำไปวิเคราะห์ดังนี้

ส่วนที่ 1 นำไปวิเคราะห์หาค่าซีโอดี (COD) และค่าบีโอดี (BOD)

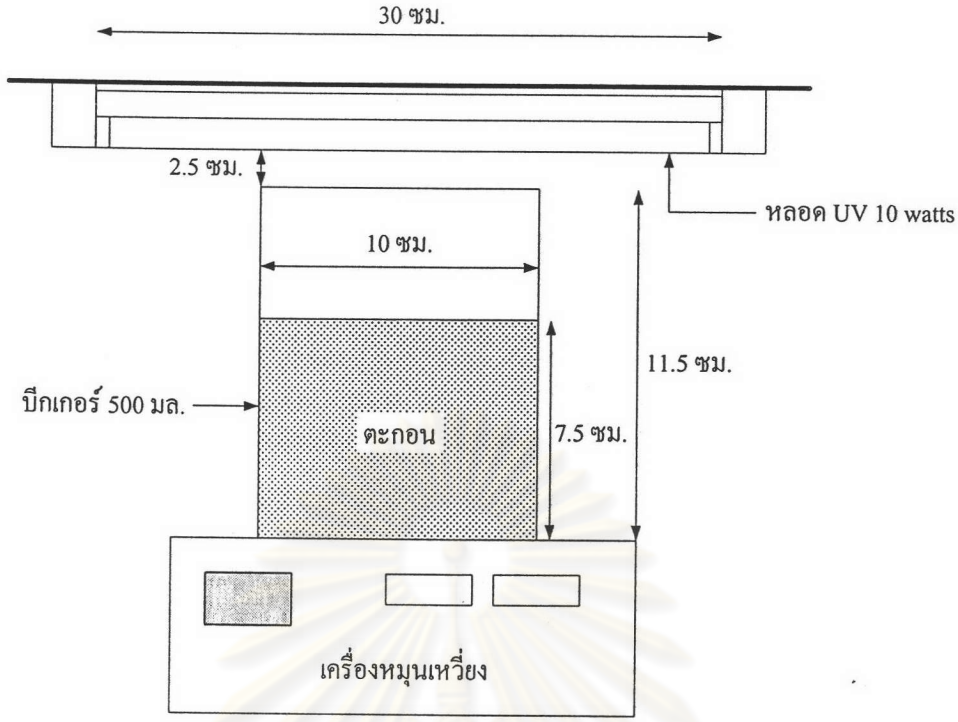
ส่วนที่ 2 นำไปตะกอนไปกรองจากนั้นหาค่าปริมาณน้ำในตะกอน (Water content)

ส่วนที่ 3 ค่าความต้านทานจำเพาะของตะกอน (Specific resistance)

วิธีการวิเคราะห์หาค่าตัวแปรต่างๆ และแผนผังการทดลองสำหรับวิธีการฉายแสงอัลตราไวโอเลต/ไฮโดรเจนเปอร์ออกซ์ไซด์ แสดงในตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.5 ตามลำดับ



รูปที่ 3.2 การฉายแสงอัลตราไวโอเลตผ่านตะกอนทดสอบที่เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

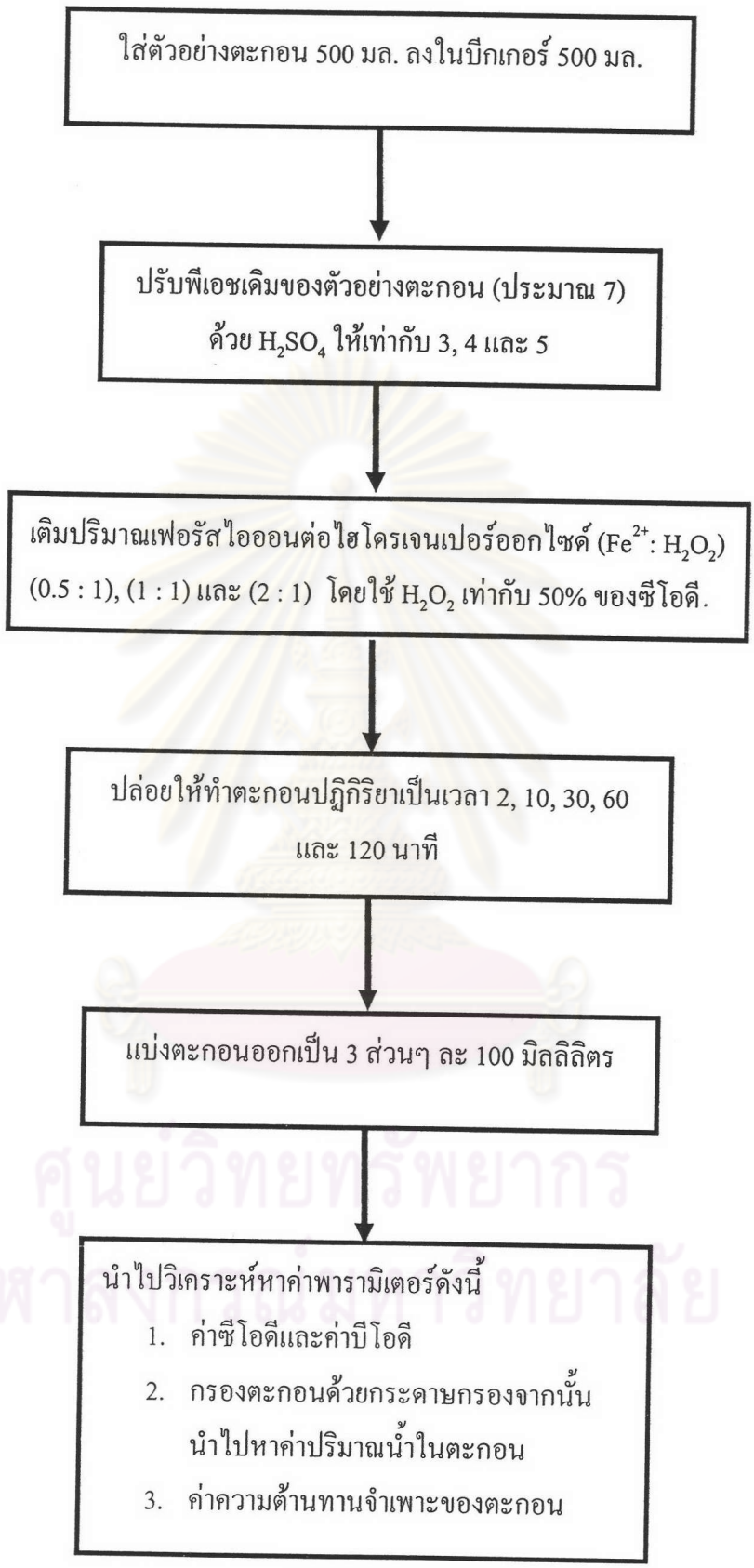


รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมการฉายแสงอัลตราไวโอเลตผ่านตะกอนทดสอบที่เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ตารางที่ 3.1 มาตรฐานสำหรับวิธีการวิเคราะห์ค่าตัวแปรต่างๆ

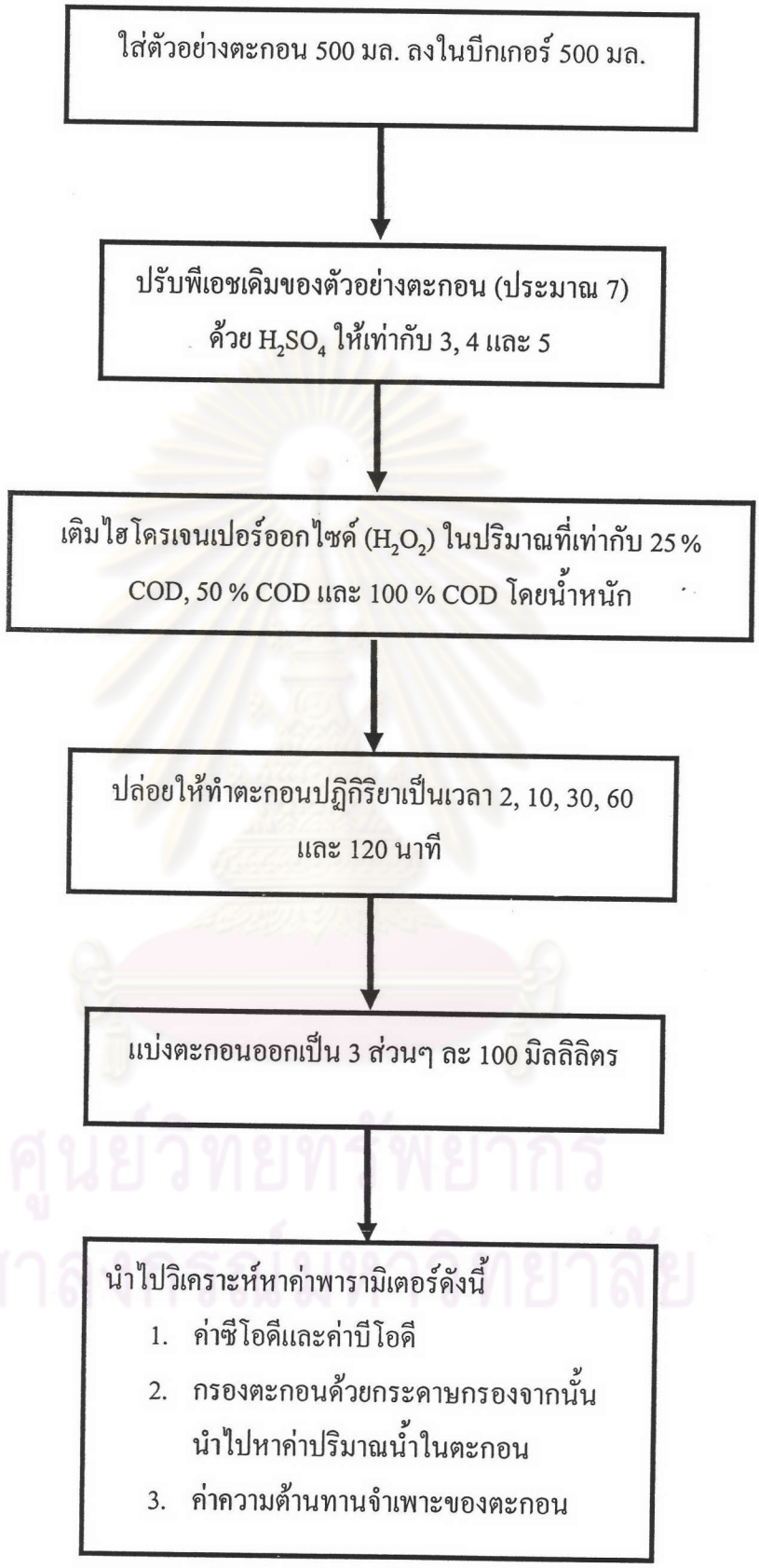
ตัวแปรวิเคราะห์	มาตรฐานสำหรับวิธีการวิเคราะห์
พีเอช (pH)	Electronic pH meter with glass electrode method
บีโอดี (BOD_5)	Standard method 5210B
ซีโอดี (COD)	Standard method 5220
ปริมาณน้ำ (Water content)	ASTM D2216-98
ความต้านทานจำเพาะ (Specific resistance: SR)	Buchner funnel test

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 แผนผังการทดลองด้วยวิธีการเติมสารเคมีของเฟนตัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.5 แผนผังการทดลองด้วยวิธีการฉายแสงอัลตราไวโอเลต/ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์