

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และการทดลอง

#### 3.1 น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองนี้คือ น้ำกากสำซึ่งเป็นน้ำเสียจากหอกลั่น (Distillation Column) ของอุตสาหกรรมการหมักสุรา ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ต่างๆ ได้แก่ น้ำตาล, สี, คาราเมล, และตะกอน ซึ่งเป็นพวก dead yeast cells น้ำกากสำนี้มีสีน้ำตาลเข้ม ขุ่น ทึบแสง และมีกลิ่นคล้ายกลิ่นน้ำตาล น้ำกากสำที่ใช้ในการทดลองนำมาจากโรงงานสุราแสงโสม จังหวัดนครปฐม ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำกากสำจากทางโรงงานแสดงในตารางที่ 3.1 (ฝ่ายเทคนิคฯ โรงงานสุราบริษัทแสงโสม จำกัด, 2536)

#### 3.2 อุปกรณ์ทดลอง

เครื่องมือทดลองระบบไฟฟ้าเคมีดังแสดงในรูปที่ 3.1 โดยมีส่วนประกอบสำคัญ ดังนี้คือ

3.2.1 เครื่องเรียงกระแส (Rectifier) ชนิด L225 ผลิตโดย The British Electric Resistance Co., Ltd. สามารถให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุด 15 โวลต์ และกระแสไฟฟ้า 2.5-7 แอมแปร์

3.2.2 เซลล์อิเล็กโทรลิติก (Electrolytic Cell) มีลักษณะเป็นรูปกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทำด้วยพลาสติกอะครีลิก (Acrylic) มีความกว้าง 11.2 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร สูง 36.5 เซนติเมตร ปริมาตรใช้งาน 3 ลิตร

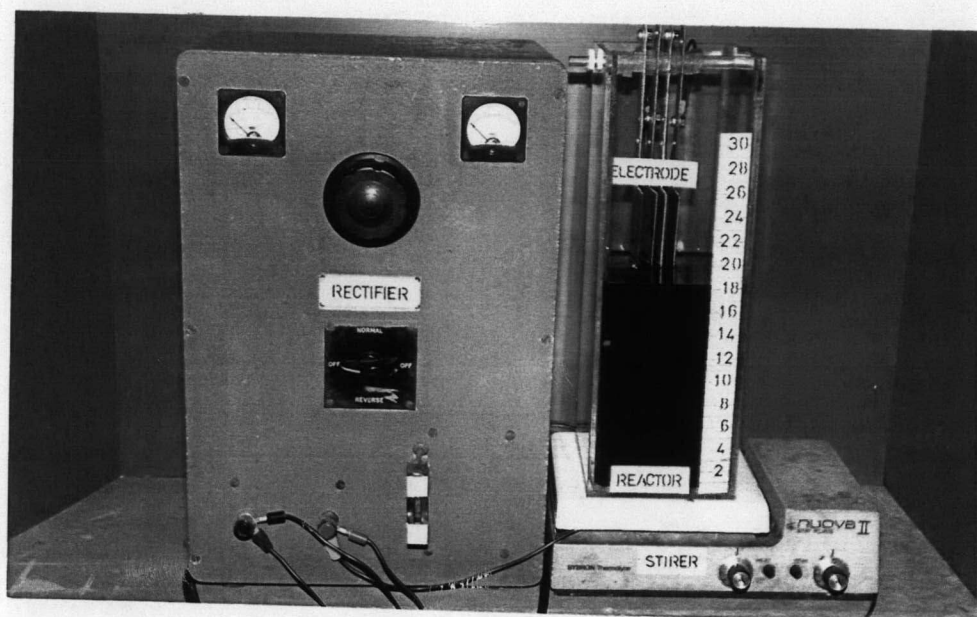
3.2.3 อิเล็กโทรด (Electrode) มีลักษณะเป็นแผ่นโลหะสี่เหลี่ยม 2 ตอน ทำด้วยไทเทเนียมเคลือบแพลทินัมสีดำ, แผ่นเหล็ก และแผ่นอะลูมิเนียม ดังแสดงในรูปที่ 3.2

ตอนแรกเป็นส่วนที่เกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีโดยมีความกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร หนา 1 มิลลิเมตร ตอนที่สองเป็นส่วนรับกระแสไฟฟ้าจากเครื่องเรียงกระแสมายังอิเล็กโทรด มีความกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร หนา 1 มิลลิเมตร เจาะรูเพื่อติดตั้งให้แผ่นอิเล็กโทรดรับกระแสไฟฟ้าจากเครื่องเรียงกระแส และขั้วยึดอิเล็กโทรดไว้กับเซลล์อิเล็กโทรดลิติก อีกด้วย

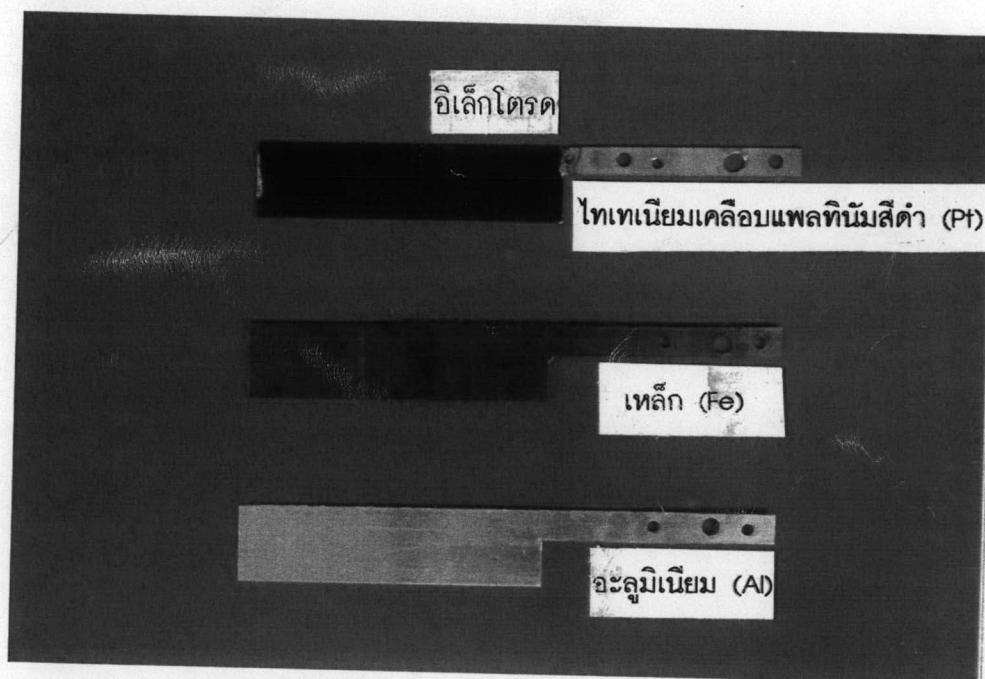
3.2.4 เครื่องกวน (Stir Plate) ประเภท Nuova II ผลิตโดย SYBRON ใช้กวนผสมขณะที่ต้องการเก็บตัวอย่างน้ำเสียในการทดลองเพื่อวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 3.1 คุณลักษณะของน้ำกากส่า (ฝ่ายเทคนิคฯ โรงงานสุราบริษัท แสงโสม จำกัด, 2536)

Temperature	95 - 100 °C
BOD <sub>5</sub>	28,000 - 42,000 mg/l
COD	90,000 - 120,000 mg/l
pH	4.6 - 5.8
Total Solids	91,000 - 94,000 mg/l
Suspended Solids	6,000 - 11,000 mg/l
Dissolved Solids	83,000 - 85,000 mg/l
Total Nitrogen	2,200 - 3,000 mg/l
Potassium (K <sup>+</sup> )	10,000 - 13,750 mg/l
Phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	10 - 20 mg/l
Sulphate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	3,050 - 4,000 mg/l
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	2,100 - 2,815 mg/l



รูปที่ 3.1 ระบบบำบัดไฟฟ้าเคมีที่ใช้ในการทดลองนี้



รูปที่ 3.2 อิเล็กโตรดที่ใช้ในการทดลอง

(ก) ไทเทเนียมเคลือบแพลทินัมสีดำ (ข) เหล็ก (ค) อะลูมิเนียม

### 3.3 การทำงานของระบบ

ได้ดำเนินการจัดสร้างและติดตั้งระบบการทดลองดังแสดงในรูปที่ 3.1 โดยติดตั้งชนิดและจำนวนของอิเล็กโทรดที่ต้องการ ซึ่งในกรณีที่ทดลองด้วยอิเล็กโทรดจำนวนมากกว่า 1 คู่ จะให้มีการจัดเรียงอิเล็กโทรดแบบโมโนโพลาร์ จากนั้นใส่น้ำกลาส้าเจือจางตามต้องการปริมาตร 3 ลิตรลงในเซลล์อิเล็กโทรดลิติก การทำงานของระบบมีลักษณะคือทำการปรับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ต้องการให้คงที่ตลอดช่วงการทดลอง แล้วจึงเก็บตัวอย่างน้ำเสียในการทดลองที่เวลาต่างๆ เพื่อนำไปวิเคราะห์จันกระทั่งสีของน้ำเสียในการทดลองลดลงในระดับที่เหมาะสม จึงสิ้นสุดการทดลองนั้นๆ

### 3.4 แผนการทดลอง

แผนการทดลองแบ่งเป็น 6 ส่วนดังแสดงในรูปที่ 3.3 คือ

3.4.1 ทำการทดลองหาความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เหมาะสมโดยใช้อิเล็กโทรดทำด้วยไทเทเนียมเคลือบแพลทินัมสีดำทั้งแคโทดและแอนโนด ระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรด 0.8 เซนติเมตร ที่ความเข้มข้นน้ำกลาส้าเจือจาง 20 เท่า และ 10 เท่าตามลำดับ โดยเครื่องเรียงกระแสมีข้อจำกัดที่ให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าไม่เกิน 15 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 2.5-7 แอมแปร์ ดังนั้นจึงเลือกความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้นมา 2 ค่าคือ 6 โวลต์ และ 10 โวลต์สำหรับการทดลองนี้ นอกจากนี้มีการเปลี่ยนจำนวนแผ่นอิเล็กโทรดเพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงในการทดลอง

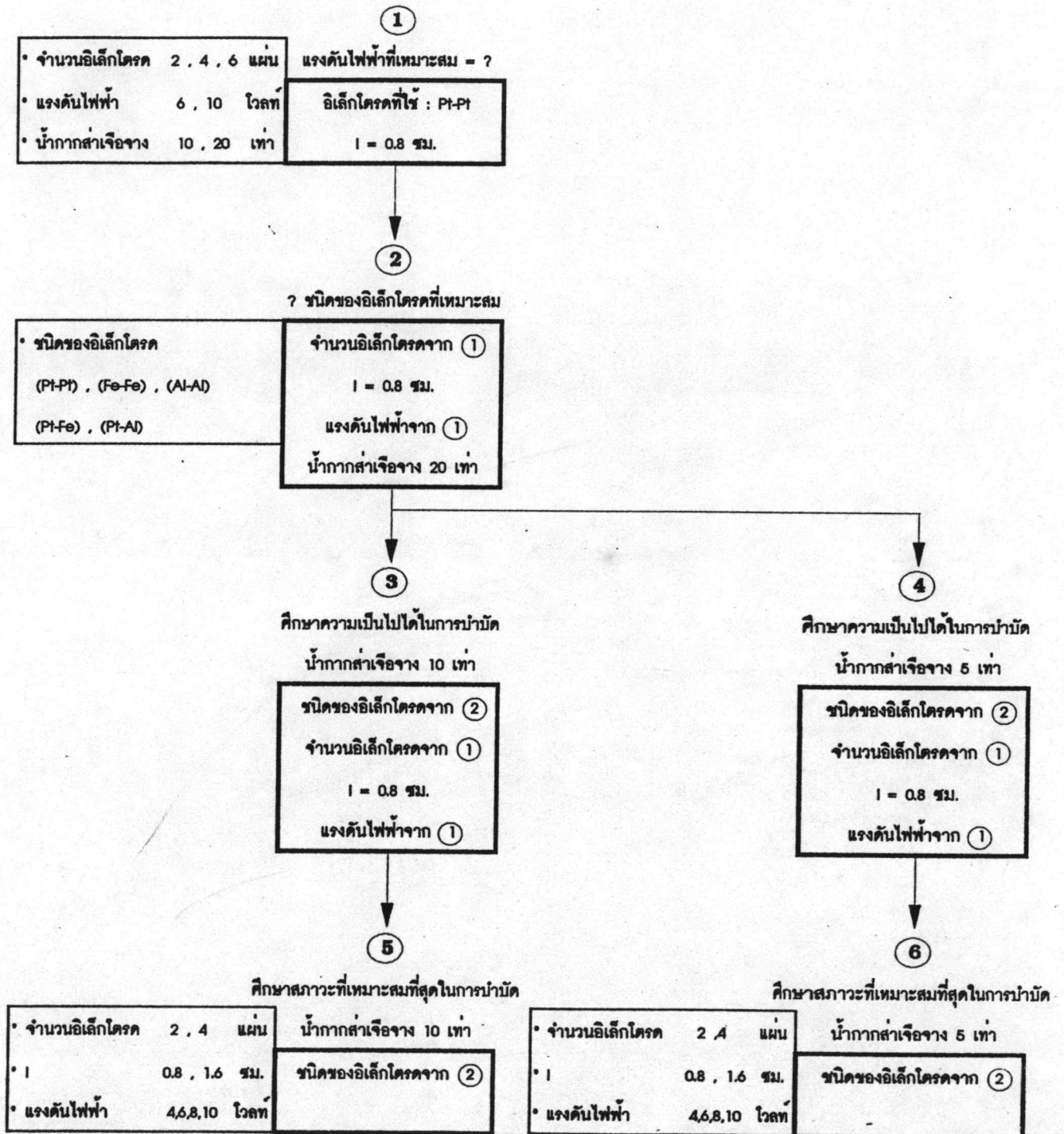
3.4.2 ทำการทดลองหาอิเล็กโทรดที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เหมาะสมจากข้อ 3.4.1 ระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรด 0.8 เซนติเมตร ที่ความเข้มข้นน้ำกลาส้าเจือจาง 20 เท่า ซึ่งวัสดุของอิเล็กโทรดที่ใช้ในการทดลองนี้คือ

3.4.2.1 ไทเทเนียมเคลือบแพลทินัมสีดำทั้งแคโทดและแอนโนด

(Pt-Pt)

3.4.2.2 เหล็กทั้งแคโทดและแอนโนด (Fe-Fe)

3.4.2.3 อะลูมิเนียมทั้งแคโทดและแอนโนด (Al-Al)



รูปที่ 3.3 แผนผังการทดลอง

3.4.2.4 ไทเทเนียมเคลือบแพลทินัมสีดำเป็นแคโทดและเหล็กเป็นแอโนด (Pt-Fe)

3.4.2.5 ไทเทเนียมเคลือบแพลทินัมสีดำเป็นแคโทดและอะลูมิเนียมเป็นแอโนด (Pt-Al)

3.4.3 ทำการทดลองด้วยอิเล็กโทรดที่เหมาะสมที่สุดจากข้อ 3.4.2 โดยใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าจากข้อ 3.4.1 ระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรด 0.8 เซนติเมตร ที่ความเข้มข้นน้ำกากส่าเจือจาง 10 เท่า เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการบำบัดน้ำกากส่าเจือจาง 10 เท่า

3.4.4 ทำการทดลองด้วยอิเล็กโทรดที่เหมาะสมที่สุดจากข้อ 3.4.2 โดยใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าจากข้อ 3.4.1 ระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรด 0.8 เซนติเมตร ที่ความเข้มข้นน้ำกากส่าเจือจาง 5 เท่า เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการบำบัดน้ำกากส่าเจือจาง 5 เท่า

3.4.5 ทำการทดลองด้วยอิเล็กโทรดที่เหมาะสมที่สุดจากข้อ 3.4.2 ณ ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่างๆ คือ ประมาณ 4, 6, 8, 10 โวลต์ และแปรรยะห่างระหว่างอิเล็กโทรดเป็น 0.8 เซนติเมตร และ 1.6 เซนติเมตร ที่ความเข้มข้นน้ำกากส่าเจือจาง 10 เท่า เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการบำบัดน้ำกากส่าเจือจาง 10 เท่า

3.4.6 ทำการทดลองด้วยอิเล็กโทรดที่เหมาะสมที่สุดจากข้อ 3.4.2 ณ ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่างๆ คือ ประมาณ 4, 6, 8, 10 โวลต์ และแปรรยะห่างระหว่างอิเล็กโทรดเป็น 0.8 เซนติเมตร และ 1.6 เซนติเมตร ที่ความเข้มข้นน้ำกากส่าเจือจาง 5 เท่า เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการบำบัดน้ำกากส่าเจือจาง 5 เท่า

### 3.5 การเก็บตัวอย่าง

3.5.1 น้ำกากส่าจากโรงงาน เก็บแบบ Grab Sampling จากโรงงานสุรา บริษัท แสงโสม จำกัด จังหวัดนครปฐม นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากการถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ น้ำกากส่านี้จะนำมาเจือจางด้วยน้ำประปาให้ได้น้ำกากส่าเจือจางตามที่ต้องการ จากนั้นจะทำการวิเคราะห์คุณลักษณะต่างๆ ก่อนทำการทดลอง

3.5.2 **น้ำเสียในการทดลอง** หลังจากนำน้ำจากสำเนาเจือจางตามที่ต้องการ บำบัดด้วยวิธีไฟฟ้าเคมีแล้ว จะนำมาวิเคราะห์ค่าตัวแปรต่างๆ ตามตารางที่ 3.2

เนื่องจากในงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีและสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ดังนั้น Colour และ COD จึงมีความถี่ในการวิเคราะห์มาก

ตารางที่ 3.2 ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ และความถี่ในการวิเคราะห์

ตัวแปรที่วิเคราะห์	ความถี่ในการวิเคราะห์
Colour	ทุกครึ่งชั่วโมงหรือทุกหนึ่งชั่วโมง
pH	ทุกครึ่งชั่วโมงหรือทุกหนึ่งชั่วโมง
Conductivity	ทุกครึ่งชั่วโมงหรือทุกหนึ่งชั่วโมง
COD	ทุกครึ่งชั่วโมงหรือทุกหนึ่งชั่วโมง
BOD	เริ่มต้นและสุดท้าย
Suspended Solids	เริ่มต้นและสุดท้าย
Total Solids	เริ่มต้นและสุดท้าย
Sulphate ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	เริ่มต้นและสุดท้าย
Potassium ( $\text{K}^+$ )	เริ่มต้นและสุดท้าย

### 3.6 วิธีวิเคราะห์

รายละเอียดวิธีวิเคราะห์ค่าตัวแปรต่างๆ รวมทั้งวิธีคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก ก (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2522; ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2525; ฝ่ายเทคนิคฯ โรงงานสุราบริษัท แสงโสม จำกัด, 2529; สุเมธ ขวเดช, 2529; APHA, 1989)