

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
สัญลักษณ์และเครื่องหมาย	ณ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 โพลอินเจคชันอะนาไลซิส	1
1.2 ระบบการตรวจวัดแบบเคมีลูมิเนสเซนซ์	8
1.3 ซัลไฟด์	14
1.4 รูปสภาวะสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	17
1.5 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	18
<b>บทที่ 2 อุปกรณ์และวิธีการ</b>	
2.1 สารเคมี	19
2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	20
2.3 วิธีการทดลอง	21
<b>บทที่ 3 ผลการทดลอง</b>	
3.1 การออกแบบ Flow diagram สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณซัลไฟด์	30
3.1.1 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์	31
3.1.2 คุณลักษณะเฉพาะของการวิเคราะห์ด้วยระบบระบบเคมีลูมิเนสเซนซ์ โพลอินเจคชัน (CL-FI)	36
3.1.3 การวิเคราะห์หาปริมาณซัลไฟด์ในน้ำตัวอย่าง	40
3.2.4 การหาลอยละการกลับคืน	44

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	46
เอกสารอ้างอิง	49
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง	52
ภาคผนวก ข แผนผังจุดเก็บน้ำตัวอย่าง ม.แม่ใจ	58
ภาคผนวก ค ระบบ CL-FI ที่พัฒนาขึ้น	59

## สารบัญตาราง

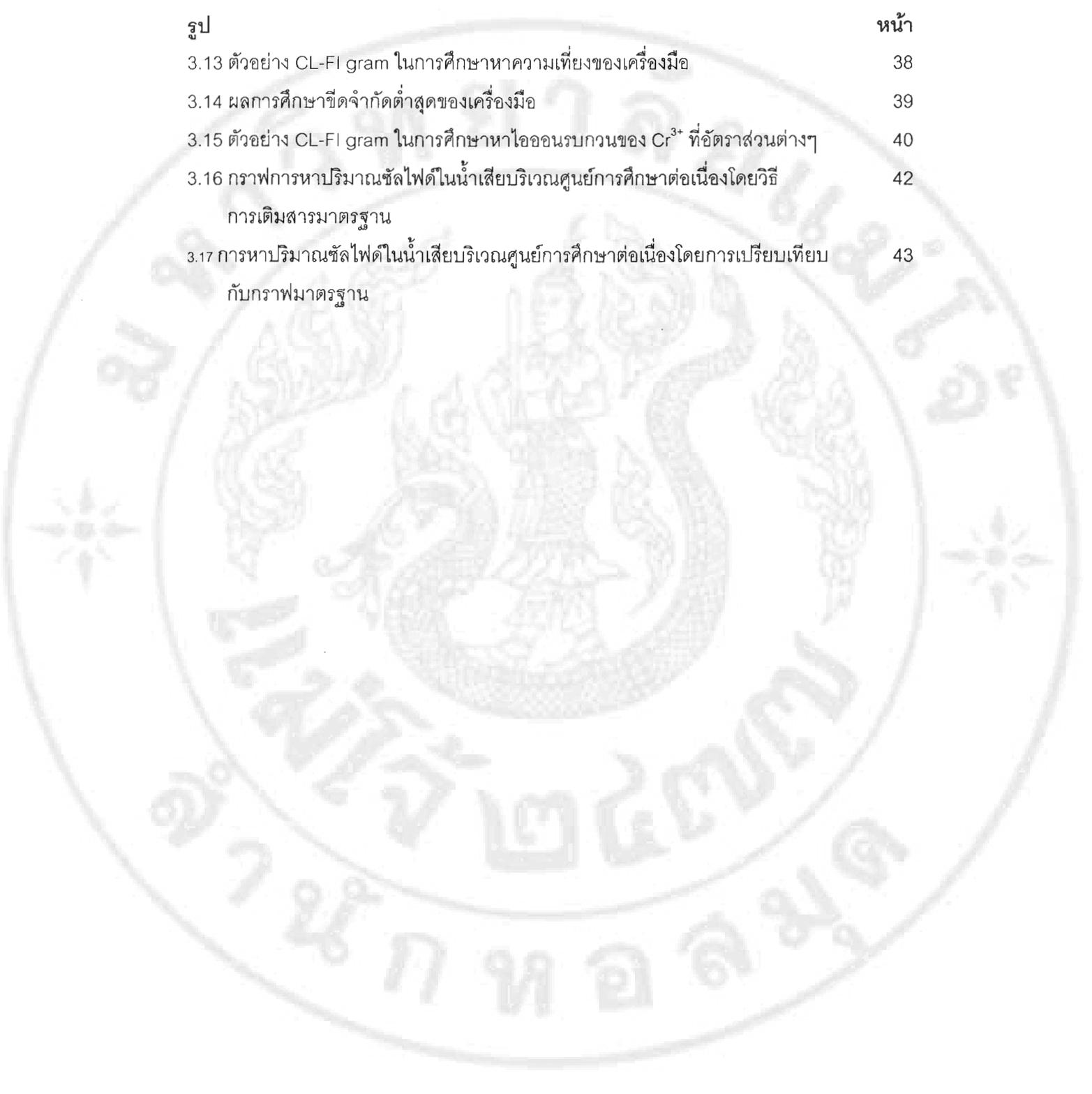
ตาราง	หน้า
1.1 การตรวจวัดที่ใช้ในระบบ FIA	7
1.2 คุณลักษณะเฉพาะของ FIA	8
3.1 สภาวะเริ่มต้นในการวิเคราะห์หาปริมาณซัลไฟด์ด้วยระบบ CL-FI	31
3.2 สภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาปริมาณซัลไฟด์ด้วยระบบ CL-FI	35
3.3 ผลการศึกษาช่วงความเป็นเส้นตรงของการวิเคราะห์หาปริมาณซัลไฟด์ด้วยระบบ CL-FI	36
3.4 ผลของการศึกษาไอออนรบกวน	40
3.5 ผลการหาความเข้มข้นของซัลไฟด์ในน้ำเสียบริเวณศูนย์การศึกษาต่อเนื่อง โดยวิธีการเติมสารมาตรฐาน	42
3.6 การหาปริมาณซัลไฟด์จากวิธีกราฟมาตรฐานและการเติมสารมาตรฐาน	44
3.7 ร้อยละการกลับคืนของซัลไฟด์ในน้ำตัวอย่าง	44

## สารบัญรูป

รูป	หน้า
1.1 แผนภาพอย่างง่ายของระบบ FIA	2
1.2 รูปแบบต่างๆ ของการกระจายที่เกิดขึ้นของสารตัวอย่างในท่อ	3
1.3 บั๊มแบบรีดผ่านสายยาง (peristaltic pump)	4
1.4 ข้อต่อรูปตัว Y และ T	4
1.5 injection port แบบต่างๆ	6
1.6 mixing coil	6
1.7 ค่าความเข้มแสงของเคมีลูมิเนสเซนซ์เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลง	10
1.8 ตำแหน่งของจุดสังเกตมีความสัมพันธ์กับเส้นโค้งของระยะเวลาที่มีการปลดปล่อยพลังงานแสง (emission-time curve) ในกระบวนการวัดค่าของ Chemiluminescence แบบ flow-through	10
1.9 ส่วนประกอบของ CL-FI	11
1.10 spiral flat coil cell	12
1.11 การเกิด crown corrosion ภายในท่อน้ำเสีย	15
3.1 ระบบ CL-FI	29
3.2 ผลการศึกษาหาศักย์ไฟฟ้าที่เหมาะสมที่จ่ายแก่หลอด PMT	31
3.3 ผลการศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่อยู่ในสภาพกรดในสารละลายโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต	31
3.4 ผลการศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของกรดซัลฟิวริก	32
3.5 ผลการศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต	32
3.6 ผลการศึกษาอัตราการไหลรวมที่เหมาะสม	33
3.7 ผลการศึกษาปริมาณสารตัวอย่างที่เหมาะสมที่ฉีดลงไปในระบบ	33
3.8 ผลการศึกษาหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทดลอง	34
3.9 การศึกษาช่วงความเป็นเส้นตรงของการวิเคราะห์หาปริมาณซัลไฟด์ด้วยระบบ CL-FI	35
3.10 กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์หาปริมาณซัลไฟด์ด้วยระบบ CL-FI	36
3.11 ตัวอย่าง CL-FI gram ของซัลไฟด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ	36
3.12 ตัวอย่าง CL-FI gram ในการศึกษาหาความแม่นยำของเครื่องมือ	37

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
3.13 ตัวอย่าง CL-FI gram ในการศึกษาหาความเที่ยงของเครื่องมือ	38
3.14 ผลการศึกษาขีดจำกัดต่ำสุดของเครื่องมือ	39
3.15 ตัวอย่าง CL-FI gram ในการศึกษาหาไอออนรบกวนของ Cr <sup>3+</sup> ที่อัตราส่วนต่างๆ	40
3.16 กราฟการหาปริมาณซัลไฟต์ในน้ำเสียบริเวณศูนย์การศึกษาต่อเนื่องโดยวิธี การเติมสารมาตรฐาน	42
3.17 การหาปริมาณซัลไฟต์ในน้ำเสียบริเวณศูนย์การศึกษาต่อเนื่องโดยการเปรียบเทียบ กับกราฟมาตรฐาน	43



## สัญลักษณ์และเครื่องหมาย

FI, FIA	Flow Injection Analysis
CFA	Continuous Flow Analysis
pH	ความเป็นกรด-ด่าง
$C_0$	ความเข้มข้นของสารตัวอย่างขณะฉีด
C	ความเข้มข้นของสารตัวอย่างขณะถูกตรวจวัด
UVVIS	อัลตราไวโอเล็ต-วิสิเบิล
CL	เคมีลูมิเนสเซนซ์
PMT	Photomultiplier Tube
CL-FI	Chemiluminescence Flow Injection
ISE	Ion-Selective Electrode
DCF	Dichlorofluorescein
NBS	N-bromosuccinimide
NCS	N-chlorosuccinimide
TCCA	Trichloroisocyanuric acid
SDCC	Sodiumdichloroisocyanurate
M	โมลาร์
N	นอร์มอล
ppm	หนึ่งในล้านส่วน
ppb	ร้อยในล้านส่วน
$\mu\text{g l}^{-1}$	ไมโครกรัมต่อลิตร
$\text{mg l}^{-1}$	มิลลิกรัมต่อลิตร
m/v	น้ำหนักต่อปริมาตร
mV	มิลลิโวลต์
V	โวลต์
ml/min	มิลลิลิตรต่อนาที
$\text{h}^{-1}$	ต่อชั่วโมง