



คู่มือปฏิบัติงานหลัก
เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำ
ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

จัดทำโดย
นางสาวมินา กรมมิ

ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

คู่มือปฏิบัติงานหลัก
เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำ
ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

จัดทำโดย

นางสาวมีนา กรมมี

ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

คำนำ

คู่มือปฏิบัติงานหลักเล่มนี้จัดทำตามประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง มาตรฐานการกำหนดตำแหน่งและการแต่งตั้งข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษาให้ดำรงตำแหน่งสูงขึ้น พ.ศ. 2553 ซึ่งเป็นเอกสารแสดงเส้นทางการทำงานหลักตั้งแต่เริ่มต้นจนสุดกระบวนการ โดยระบุขั้นตอนการดำเนินการต่าง ๆ โดยคู่มือปฏิบัติการหลักมีความสำคัญอย่างยิ่งในการปฏิบัติงาน เพื่อช่วยให้หน่วยงานมีคู่มือไว้ใช้ในการปฏิบัติงาน และช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานใหม่สามารถศึกษางานได้อย่างรวดเร็ว ทำให้งานของหน่วยงานมีระบบและมีประสิทธิภาพมากขึ้นจากคู่มือปฏิบัติงานหลักเล่มนี้

วัตถุประสงค์ของการจัดทำคู่มือปฏิบัติงานหลัก เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำด้วยเครื่อง Flame Atomic Absorption Spectrophotometer ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น PinAAcle 900F ของห้องปฏิบัติการศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ เพื่อให้ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานทราบขั้นตอนในงานวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำ ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง การใช้ Software WinLab32™ for AA รวมไปถึงการคำนวณผลการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ทดสอบ และปัญหาในการดำเนินงานที่ผู้จัดทำได้พบในขณะปฏิบัติงาน พร้อมได้เสนอแนะแนวทางแก้ไข ทั้งนี้ยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานสำหรับนักวิทยาศาสตร์ในหน่วยงานให้สามารถปฏิบัติงานทดแทนกันได้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้บริหารศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ให้ความรู้ และให้คำแนะนำด้วยดีตลอดมา ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์เป็นอย่างยิ่งที่สนับสนุนและส่งเสริมให้จัดทำคู่มือปฏิบัติงานหลักเล่มนี้ให้สำเร็จลงได้ด้วยดี

นางสาวมีนา กรมมี

นักวิทยาศาสตร์

มกราคม 2568

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญภาพ	ง
ส่วนที่ 1 บริบทของมหาวิทยาลัย	
1. สัญลักษณ์ประจำมหาวิทยาลัย	1
2. ประวัติความเป็นมาของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์	2
3. ปรัชญา วิสัยทัศน์ พันธกิจมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์	4
4. ยุทธศาสตร์	5
5. เป้าประสงค์	5
6. โครงสร้างการแบ่งส่วนราชการของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์	5
ส่วนที่ 2 บริบทของศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	
1. ประวัติความเป็นมาของศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	7
2. วิสัยทัศน์	7
3. พันธกิจ	8
4. เป้าประสงค์	8
5. ยุทธศาสตร์เพื่อการพัฒนา	8
6. บทบาทหน้าที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	10
7. ภารกิจและรูปแบบการให้บริการ	10
8. โครงสร้างภายในหน่วยงาน	11
9. บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของนักวิทยาศาสตร์	12
ส่วนที่ 3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
เหล็กในน้ำ (Iron in water)	14
การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำ ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer	15
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	
1. ขั้นตอนการเตรียม	18
ปัญหา แนวทางการแก้ไขและข้อเสนอแนะ	22

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ส่วนที่ 3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (ต่อ)	
2. ขั้นตอนการวัดปริมาณเหล็กในน้ำโดยใช้เครื่อง FAAS ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น PinAAcle 900F	23
ปัญหา แนวทางการแก้ไขและข้อเสนอแนะ	32
3. ขั้นตอนการคำนวณผลวิเคราะห์ทดสอบ	33
ปัญหา แนวทางการแก้ไขและข้อเสนอแนะ	33
4. ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้อง	34
ปัญหา แนวทางการแก้ไขและข้อเสนอแนะ	35
5. ขั้นตอนการรายงานผลวิเคราะห์ทดสอบ	36
ปัญหา แนวทางการแก้ไขและข้อเสนอแนะ	37
ภาคผนวก	38
เอกสารอ้างอิง	48
ประวัติผู้เขียน	49

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงตราสัญลักษณ์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์	1
2	ทางนกยูงฝรั่ง ดอกไม้ประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์	2
3	โครงสร้างองค์กรของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์	6
4	โครงสร้างภายในศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	11
5	Flow Chart การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (Fe) ในน้ำ ด้วยเครื่อง FAAS	17
6	การเตรียมสารละลายตัวอย่าง	19
7	ปรับปริมาตรสารละลายให้ทองน้ำอยู่ในระดับสายตา	22
8	เครื่อง FAAS ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น PinAAcle 900F	23
9	Icon แสดงโปรแกรม Winlab32 for AA	23
10	แสดงหน้า Diagnostics	24
11	แสดงรายละเอียดหน้าจอ Setup Lamp	24
12	แสดงการสร้าง Method file	25
13	แสดงการเรียกสร้าง Method file ที่เคยใช้งาน	25
14	แสดงการสร้าง Method	26
15	แสดงรายละเอียดการบันทึก Standard Concentration	26
16	การสร้าง Sample Information file	27
17	หน้าต่างการทำงานโปรแกรมวิเคราะห์ Fe ในน้ำ	27
18	แสดงหน้าจอ Flame Control	28
19	การ Check Sensitivity ของเครื่อง FAAS	28
20	การใช้ Manual Analysis Control ในการวัด Blank และสารละลายมาตรฐาน	29
21	การใช้ Manual Analysis Control ในการวัด สารละลายตัวอย่าง	30
22	แสดงการเลือก Lamp Fe เพื่อเปิดใช้งาน	30

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
23 แสดงหน้าต่าง Flame Control	31
24 ตัวอย่างแบบบันทึกการวัดปริมาณโลหะหนัก	36
25 ตัวอย่างแบบมอบหมายงานและรวบรวมผลวิเคราะห์ทดสอบ	37
26 Burner และ Nebulizer	41
27 Hollow cathode Lamp	41
28 ลักษณะของเปลวไฟ ที่ใช้แก๊ส Acetylene จะมีสีเขียวอมน้ำเงิน	42
29 ถังแก๊ส Acetylene และเกรวัดความดันภายในถังและความดันเข้าเครื่อง FAAS	42
30 Volumetric Flask 50 มิลลิลิตร และ Beaker 250 มิลลิลิตร	42
31 ตัวอย่าง Certificate เครื่องแก้ววัดปริมาตร Volumetric Flask	43
32 ตัวอย่าง Certificate เครื่องแก้ววัดปริมาตร Volumetric Pipette	43
33 มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้	44
34 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาดื่มได้	47

ส่วนที่ 1

บริบทมหาวิทยาลัย

1. สัญลักษณ์ประจำมหาวิทยาลัย

ตราสัญลักษณ์ประจำมหาวิทยาลัย คือ รูปพระราชลัญจกรประจำพระองค์ รัชกาลที่ 9 มีลักษณะเป็นตรางา รูปไข่ กว้าง 5 เซนติเมตร สูง 6.7 เซนติเมตร รูปพระที่นั่งอัฐทิศอุทุมพรราชอาสน์ ประกอบด้วยวงจักร กลางวงจักรมีอักษรเป็น อุ หรือเลข 9 รอบ ๆ มีรัศมี แปลความหมายว่า “ทรงมีพระบรมเดชานุภาพในแผ่นดิน” ด้านบนของตรามีอักษรข้อความว่า “มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์” ด้านล่างของตรามีข้อความว่า “UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY” ตราสัญลักษณ์ประจำมหาวิทยาลัยมี 5 สี ซึ่งมีความหมายดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงตราสัญลักษณ์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

สีน้ำเงิน	แทนค่าสถาบันพระมหากษัตริย์ผู้ให้กำเนิด และพระราชทานนาม “มหาวิทยาลัยราชภัฏ” อันแปลว่า นักปราชญ์แห่งพระราชอาสน์
สีเขียว	แทนค่าแหล่งที่ตั้งของมหาวิทยาลัยในแหล่งธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่สวยงาม
สีทอง	แทนค่าความเจริญรุ่งเรืองทางภูมิปัญญา
สีส้ม	แทนค่าความรุ่งเรืองทางศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น
สีขาว	แทนค่าความคิดอันบริสุทธิ์ของนักปราชญ์แห่งพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช



สีเขียว - เหลือง สีประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

สีประจำมหาวิทยาลัย คือ **เขียว - เหลือง** หมายถึง มหาวิทยาลัยอุดมศึกษาของท้องถิ่นที่พร้อมด้วยความสงบ ร่มเย็น ความมีระเบียบและสมานสามัคคีเหมาะที่จะเป็นสถานศึกษาหาความรู้ผลิตบัณฑิตที่มีความรู้คุณธรรม



ภาพที่ 2 หางนกยูงฝรั่ง ดอกไม้ประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

2. ประวัติความเป็นมาของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ตั้งขึ้นเมื่อ วันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2479 ในที่ดินราชพัสดุ ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ มีเนื้อที่เพียง 42 ไร่เศษ มีชื่อเรียกว่า "โรงเรียนฝึกหัดครูประกาศนียบัตร จังหวัดอุตรดิตถ์" เปิดสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรจังหวัด (ว.) และเปิดสอนหลักสูตร ประกาศนียบัตร ครูประชาบาล (ป.ป.) อีกระดับหนึ่ง ในปี พ.ศ. 2485 ต่อมาได้เปลี่ยนชื่อเป็น "โรงเรียนฝึกหัดครูอุตรดิตถ์" เมื่อวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2491 และ เปิดสอนหลักสูตร ประกาศนียบัตรครูมูล (ป.) เพิ่มขึ้นอีกระดับหนึ่ง ปี พ.ศ. 2492 จนถึงปี พ.ศ. 2498 จึงได้เปิดสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา (ป.กศ.) และเลิกสอนหลักสูตรอื่น ๆ ที่สอนมา แต่เดิม จนกระทั่ง วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2511 ได้ยกฐานะเป็น "วิทยาลัยครูอุตรดิตถ์" จึงเปิดสอนถึงระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง (ป.กศ. สูง) และได้ขยายพื้นที่วิทยาลัยเพิ่มขึ้นเป็น 190 ไร่ 1 งาน 79 ตารางวา ในปีต่อมาได้ขยายปริมาณงานเพิ่มขึ้น อย่างรวดเร็ว เมื่อจำนวนนักเรียนที่ต้องการเข้าเรียนในวิทยาลัยครูมากขึ้น และความต้องการครูมีมากจนต้องเปิดสอนให้แก่บุคลากรภายนอก (ภาคค่ำ) เมื่อวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2512 และเปิดสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรครูประถม (ป.ป.) เพิ่มขึ้นตามความต้องการของต้นสังกัดต่าง ๆ ในปีพ.ศ. 2513 หลังจากที่ได้มีการตรา

พระราชบัญญัติ วิทยาลัยครู พ.ศ. 2518 ขึ้นแล้ว วิทยาลัยครูอุตรดิตถ์ ได้มีการยกฐานะเป็นวิทยาลัยครู ตามพระราชบัญญัตินี้

เมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 2519 ทำให้วิทยาลัยครูมีฐานะเป็นสถาบันอุดมศึกษาผลิตครูระดับ ป.กศ. และ ป.กศ.ชั้นสูง ตามหลักสูตรสภาการฝึกหัดครู พ.ศ. 2519 และเปลี่ยนการจัดสอนภาคนอกเวลา มาเป็นการสอน ฝึกหัดครูต่อเนื่องแทน ปี พ.ศ. 2521 เริ่มเปิดสอนถึงระดับปริญญาตรี (ค.บ.) เลิกผลิตครูในโครงการฝึกหัดครู ภาคต่อเนื่องโดยที่สถาบันได้เล็งเห็นว่าครูและบุคลากรทางการศึกษาประจำการในจังหวัดอุตรดิตถ์ แพร่ และน่าน ซึ่งเป็นเขตรับผิดชอบของสถาบัน ยังมีวุฒิต่ำกว่าปริญญาตรีเป็นจำนวนมาก ประกอบกับต้นสังกัดของครูเหล่านี้มีความต้องการจะพัฒนาครูของตนให้มีความรู้และสมรรถภาพสูงขึ้นสถาบันโดยความเห็นชอบของสภาฝึกหัดครูจึงได้จัดให้มีการอบรมครูและบุคลากรทางการศึกษาประจำการ (อคป.) ขึ้นเป็นรุ่นแรกใน ปี พ.ศ. 2522 ปี พ.ศ. 2524 ทางวิทยาลัยได้ขอจัดสรรที่ดินตำบลหมอนไม้ ประมาณ 400 ไร่ แต่ทางจังหวัดได้ขอจัดสรรให้หน่วยงานอื่นๆ ด้วย และส่วนหนึ่งได้จัดทำเป็นสนามกีฬาจังหวัดละได้แบ่งสรรที่ดิน ให้แก่วิทยาลัยครูอุตรดิตถ์ สถาบันได้เข้าไปปักหลักเขต และวัดพื้นที่เรียบร้อยแล้ว ในปี พ.ศ. 2530 มีเนื้อที่ 92 ไร่ 2 งาน 8 ตารางวา ซึ่งสถาบันได้พัฒนาที่ดินผืนนี้เป็นศูนย์ฝึกประสบการณ์วิชาชีพทางการเกษตร และเป็นศูนย์วิจัยค้นคว้าทางเกษตรและเทคโนโลยี ปีการศึกษา 2526 ได้เริ่มเปิดสอนหลักสูตร วิชาเอกเทคนิคการอาชีพ ระดับ ป.กศ. ชั้นสูง 5 สาขาวิชา ซึ่งนับว่า ได้เริ่มขยายฐานทางวิชาการ และ วิชาชีพออกไปอีกก้าวหนึ่งปี พ.ศ. 2527 ได้มีการแก้ไขพระราชบัญญัติ วิทยาลัยครู พ.ศ. 2518 มีสาระสำคัญให้วิทยาลัยครูเป็นสถาบันศึกษาและวิจัยทางการสอนวิชาการต่าง ๆ และผลิตครูถึงระดับปริญญาตรี ทำให้วิทยาลัยครู มีฐานะเป็นสถาบันอุดมศึกษา หรือ มหาวิทยาลัย จึงได้เปิดสอน วิชาการสาขาอื่นในระดับอนุปริญญาเพิ่มขึ้นในปีการศึกษา 2528 เป็นปีแรก 4 สาขา ได้แก่ ออกแบบ ประยุกต์ศิลป์ ฟิสิกศาสตร์ ไฟฟ้า และนิเทศศาสตร์ ปี พ.ศ. 2529 ได้จัดการศึกษา สำหรับบุคลากร ประจำการ (กศ.บป.) ขึ้นเป็นรุ่นแรก ในสาขาวิชาการศึกษา และสาขาวิชาการอื่น ทั้งระดับ อนุปริญญา และระดับปริญญาตรี ปี พ.ศ. 2530 ได้เปิดโรงเรียนสาธิตชั้นเด็กเล็ก และชั้นอนุบาล ตามที่สภาฝึกหัดครูอนุมัติ และมีโครงการขยายเปิดชั้นประถมปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2531 ปี พ.ศ. 2533 วิทยาลัยครูอุตรดิตถ์ ได้ร่วมกับสถาบัน บัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์ เพื่อเปิดสอนปริญญาโท ทางรัฐประศาสนศาสตร์ภาคพิเศษ เป็นรุ่นแรกตามโครงการ NIDA-UTC และ ในปี พ.ศ. 2534 วิทยาลัยครูอุตรดิตถ์ได้ร่วมมือกับหอการค้าจังหวัดอุตรดิตถ์ในการเปิดสอนภาคพิเศษสำหรับสมาชิก หอการค้า เพื่อรับปริญญาทางบริหารธุรกิจ และยกมาตรฐานทางการค้าของจังหวัดอุตรดิตถ์ตาม โครงการ EBD-UTC

วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2535 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้า พระราชทานชื่อ “สถาบันราชภัฏ” แทนวิทยาลัยครูซึ่งนำความปลื้มปิติมาสู่สมาชิกชาววิทยาลัยครู

อุตรดิตถ์เป็นที่สุด สถาบันราชภัฏอุตรดิตถ์มีฐานะเป็นส่วนราชการหนึ่งของสำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ การดำเนินงานของสถาบัน ขึ้นอยู่กับของฝ่ายที่กำหนดไว้ตามพระราชบัญญัติสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2537 โดยมีสภาสถาบันราชภัฏและสภาประจำสถาบันราชภัฏอุตรดิตถ์ดังกล่าว

วันที่ 15 มิถุนายน พ.ศ. 2547 "มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์" พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ได้ทรงมีพระมหากรุณาธิคุณโปรดเกล้าฯ ลงพระปรมาภิไธยในพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. 2547 ซึ่งได้นำประกาศลงในราชกิจจานุเบกษาในวันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2547 และมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 15 มิถุนายน พ.ศ. 2547 เป็นต้นไป มีผลทำให้สถาบันราชภัฏทั่วประเทศได้ก้าวสู่การเป็นมหาวิทยาลัยราชภัฏ ชาวราชภัฏร่วมสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณ

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จัดตั้งสำนักงานเพื่อดำเนินการจัดการเรียนการสอน และให้บริการ ดังนี้

1. พื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ (ในเมือง) ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์
2. พื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ (ลำปางทุ่งกะโล่) ตำบลป่าเซ่า อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์
3. คณะเกษตรศาสตร์ (หมอนไม้) ตำบลป่าเซ่า อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์
4. วิทยาลัยน่าน ตำบลทุ่งศรีทอง อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน
5. ศูนย์วิทยบริการจังหวัดแพร่ ตำบลห้วยอ้อ อำเภอลอง จังหวัดแพร่

3. ปรัชญา วิสัยทัศน์ พันธกิจมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ปรัชญา มหาวิทยาลัยเพื่อการศึกษาและพัฒนาชุมชนท้องถิ่น

วิสัยทัศน์ สถาบันอุดมศึกษาพร้อมพัฒนาชุมชนท้องถิ่นให้มีความเข้มแข็งและยั่งยืน

อัตลักษณ์ ดี เก่ง มีจิตอาสา พัฒนาให้เป็นผู้ประกอบการ

เอกลักษณ์ มหาวิทยาลัยของชุมชนท้องถิ่น

พันธกิจ

1. ผลิตบัณฑิตดี มีคุณภาพในการพัฒนาชุมชน ท้องถิ่น
2. ผลิตและพัฒนาครูอย่างมีคุณภาพตามมาตรฐานของคุรุสภา
3. วิจัย บริการทางวิชาการ ถ่ายทอดเทคโนโลยี สร้างองค์ความรู้และนวัตกรรมในการพัฒนาชุมชน ท้องถิ่น
4. ทำนุบำรุงศิลปและวัฒนธรรม โดยน้อมนำแนวพระราชดำริมาใช้ในการพัฒนาชุมชน ท้องถิ่น
5. สร้างเครือข่ายและความร่วมมือภาคีเครือข่ายทุกภาคส่วน เพื่อร่วมพัฒนาท้องถิ่น
6. พัฒนาระบบการบริหารจัดการมหาวิทยาลัยด้วยหลักธรรมาภิบาล

4. ยุทธศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ เป็นสถาบันอุดมศึกษาที่ได้มาตรฐาน ด้วยการสร้างบัณฑิตที่มีคุณธรรม จริยธรรม เห็นประโยชน์ส่วนรวมเป็นสำคัญ ด้วยการสร้างงานวิจัยที่มีคุณภาพ และตอบสนองความต้องการของชุมชนและท้องถิ่น จึงได้กำหนดยุทธศาสตร์การดำเนินการของมหาวิทยาลัยในระยะ 20 ปี พ.ศ. 2560 – 2579 ไว้ดังนี้

ยุทธศาสตร์ที่ 1 พันธกิจสัมพันธ์กับการพัฒนาท้องถิ่น

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การผลิตครู และบัณฑิตที่มีคุณภาพ

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การยกระดับคุณภาพการศึกษา

ยุทธศาสตร์ที่ 4 การพัฒนาระบบการบริหาร

5. เป้าประสงค์

1. เพื่อผลิตบัณฑิตดี มีคุณภาพในการพัฒนาชุมชน ท้องถิ่น
2. เพื่อผลิตและพัฒนาครูอย่างมีคุณภาพตามมาตรฐานของคุรุสภา
3. เพื่อวิจัย บริการทางวิชาการ ถ่ายทอดเทคโนโลยี สร้างองค์ความรู้และนวัตกรรม

ในการพัฒนาชุมชน ท้องถิ่น

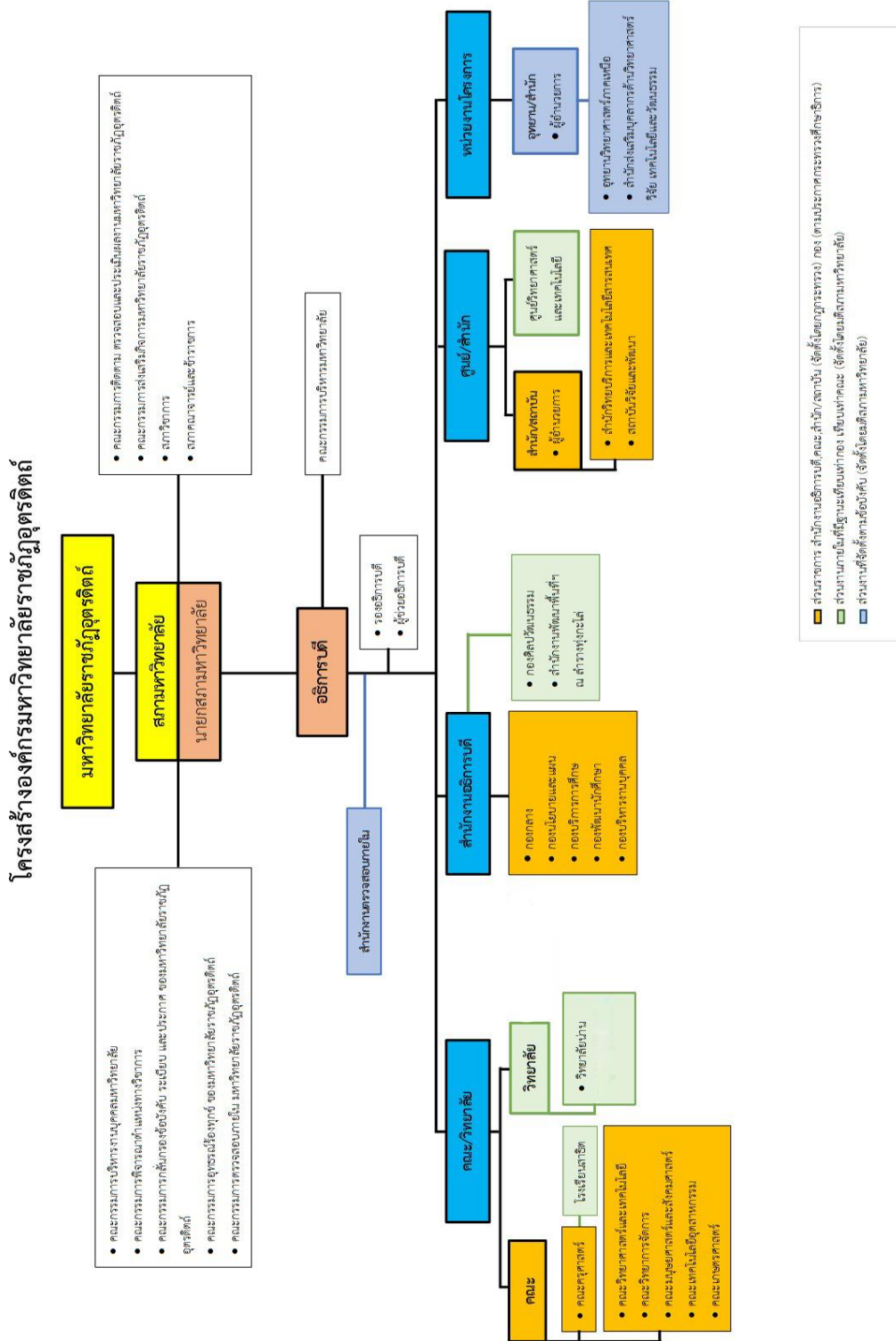
4. เพื่อทำนุบำรุงศิลปและวัฒนธรรม โดยน้อมนำแนวพระราชดำริมาใช้ในการพัฒนาชุมชน ท้องถิ่น
5. เพื่อสร้างเครือข่ายและความร่วมมือภาคีเครือข่ายทุกภาคส่วน เพื่อร่วมพัฒนาท้องถิ่น
6. เพื่อพัฒนาระบบการบริหารจัดการมหาวิทยาลัยด้วยหลักธรรมาภิบาล

6. โครงสร้างการแบ่งส่วนราชการของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

การจัดตั้งส่วนราชการในมหาวิทยาลัยราชภัฏราชภัฏอุตรดิตถ์ เป็นไปตามกฎกระทรวงจัดตั้งส่วนราชการในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2548 ประกาศราชกิจจานุเบกษา หน้า 80 เล่มที่ 122 ตอนที่ 20 ก ลงวันที่ 8 มีนาคม พ.ศ. 2548 ประกอบไปด้วยสำนักงานอธิการบดี คณะเกษตรศาสตร์ คณะครุศาสตร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันวิจัยและพัฒนา และสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ และประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องการแบ่งส่วนราชการในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ พ.ศ. 2549 ประกาศราชกิจจานุเบกษา หน้า 28 เล่มที่ 123 ตอนที่ 74 ง ลงวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2549 โดยให้แบ่งส่วนราชการภายในดังนี้

1. สำนักงานอธิการบดี แบ่งออกเป็น 5 กอง ประกอบด้วย กองกลาง กองนโยบายและแผน กองบริการการศึกษา กองบริหารงานบุคคล และกองพัฒนานักศึกษา

2. ให้แบ่งส่วนราชการภายในคณะออกเป็น สำนักงานคณบดี
 3. ให้แบ่งส่วนราชการภายในสำนัก / สถาบัน ออกเป็น สำนักงานผู้อำนวยการ
- ประกอบกับมติสภามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ที่ได้กำหนดให้จัดตั้งส่วนราชการในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ขึ้น เพื่อให้สามารถปฏิบัติหน้าที่ตามพันธกิจของมหาวิทยาลัยได้อย่างเหมาะสม ดังแผนภูมิภาพดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3 โครงสร้างองค์กรของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

ส่วนที่ 2

บริบทศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. ประวัติความเป็นมาของศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นหน่วยงานต้นแบบของการบริหารจัดการหารายได้แบบพึ่งพาตนเอง ในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ โดยประกาศให้ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นหน่วยงานในกำกับมหาวิทยาลัยเทียบเท่าคณะ เมื่อวันที่ 10 สิงหาคม 2550 ที่มีโครงสร้างองค์กรและการบริหารงานเทียบเท่าคณะ เพื่อเป็นหน่วยงานสนับสนุนและการบริการทางการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์ประยุกต์ การให้บริการ ส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย และการบริการวิเคราะห์ทดสอบให้กับอาจารย์ นักศึกษา หน่วยงานราชการ หน่วยงานเอกชน และเกษตรกร โดยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านศักยภาพบุคลากรและเครื่องมือวิเคราะห์ทดสอบ ด้วยต้นทุนที่มีทั้งศักยภาพทรัพยากรบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญและชำนาญการด้านการ วิเคราะห์ทดสอบทางเคมี จุลชีววิทยาและมีเครื่องมือวิเคราะห์ทดสอบขั้นสูง เช่น AAS, GC-MS, HPLC, NMR, Fat Analyzer, CNS Analyzer, UV-Visible Spectrophotometer, SEM และบุคลากรมีการพัฒนาตนเองทางการศึกษาและการฝึกอบรมเฉพาะทางด้านการวิเคราะห์ทดสอบอย่างต่อเนื่อง

จากผลการดำเนินงานที่ผ่านมาศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงเป็นหน่วยงานที่มีบทบาทสนับสนุนที่ดำเนินงานสอดคล้องกับพันธกิจของมหาวิทยาลัย และกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม ในการใช้ศาสตร์องค์ความรู้ของทรัพยากรบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ งานวิจัยและนวัตกรรม เพื่อมุ่งเน้นการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาให้มีคุณภาพ และเป็นแหล่งเรียนรู้เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ชุมชน ด้วยวิสัยทัศน์ของศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี “เป็นผู้นำในการให้บริการงานวิเคราะห์ทดสอบ การบริการวิชาการ ด้วยการสร้างเครือข่ายในการสร้างและใช้นวัตกรรมองค์ความรู้ เป็นแหล่งเรียนรู้ของชุมชน ขับเคลื่อนด้วยองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (วทน) เพื่อตอบสนองความต้องการขององค์กรและท้องถิ่น และมุ่งสู่มาตรฐานสากล”

2. วิสัยทัศน์

เป็นผู้นำในการให้บริการงานวิเคราะห์ทดสอบ การบริการวิชาการด้วยการสร้างเครือข่ายในการสร้างและใช้นวัตกรรมองค์ความรู้เป็นแหล่งเรียนรู้ของชุมชน ขับเคลื่อนด้วยองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (วทน.) เพื่อตอบสนองความต้องการขององค์กรและท้องถิ่น และมุ่งสู่มาตรฐานสากล

3. พันธกิจ

1. บริการวิเคราะห์ทดสอบ และการใช้ประโยชน์จากเครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างมีมาตรฐาน
2. บริการวิชาการ และถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย และเครือข่ายผู้ประกอบการ
3. พัฒนาขีดความสามารถของกำลังคนในพื้นที่บริการ
4. บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์เพื่อการเรียนการสอนและวิจัย

4. เป้าประสงค์

1. สร้างขอบเขตการวิเคราะห์ทดสอบใหม่ และเพิ่มขีดความสามารถของหน่วยบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO 14065/2020
2. ผลិតหลักสูตรฝึกอบรมให้ตรงกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย และการเป็นที่ปรึกษาให้กับชุมชนท้องถิ่น
3. เป็นหน่วยบริการสร้างเครือข่ายการสร้างและใช้นวัตกรรมองค์ความรู้ ด้านนโยบาย เศรษฐกิจ และสังคม
4. บริการรับส่งตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ด้วยระบบ E-service

5. ยุทธศาสตร์เพื่อการพัฒนา

ยุทธศาสตร์ที่ 1 พัฒนาการให้บริการวิเคราะห์ทดสอบทางวิทยาศาสตร์แบบเบ็ดเสร็จ (One stop service) โดยมีแนวทางและกลยุทธ์ ดังนี้

1.1 ปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานรองรับการให้บริการทดสอบ โดยสร้างความร่วมมือในการทำงานร่วมกับ หน่วยงานภายใน และภายนอกองค์กร หรือ สถาบันต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อพัฒนา ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ ทดสอบ ให้เป็นที่ยอมรับในระดับประเทศ และสากล

1.2 ให้บริการการทดสอบใหม่เพื่อรองรับความต้องการของลูกค้า โดยการเพิ่มพารามิเตอร์อื่น ๆ และชนิด ของตัวอย่าง โดยใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันใน น้ำมัน การวิเคราะห์องค์ประกอบของสารอินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ชุมชน ผลผลิตทางการเกษตร โดยใช้ เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์ (Gas Chromatograph-Mass Spectrometer, GCMS)

1.3 เพิ่มขีดความสามารถของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบให้ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC17025 โดยสร้างความร่วมมือในการทำงานกับสถาบันต่าง ๆ เพื่อให้เป็นพี่เลี้ยงในการอบรม และการสอบเทียบเครื่องมือวัด

ยุทธศาสตร์ที่ 2 พัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีแนวทางและกลยุทธ์ ดังนี้

2.1 พัฒนาบุคลากรภายในองค์กรอย่างต่อเนื่อง ในด้านทักษะอาชีพการทำงาน (Hard skill) และทักษะ ทางด้านอื่น ๆ ที่จำเป็นในการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Soft skill) โดยการฝึกอบรมให้เกิดความชำนาญ การ ส่งเสริมการพัฒนาทักษะเพิ่มเติมทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อพัฒนา บุคลากรให้เข้าสู่การได้ตำแหน่งที่สูงขึ้น

2.2 พัฒนาหลักสูตรการอบรม และสอบมาตรฐาน เพื่อช่วยส่งเสริมการเพิ่มทักษะที่จำเป็น (Upskill/Reskill) สำหรับผู้ประกอบการ ประชาชนที่ใช้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และนวัตกรรม ในการ ประกอบอาชีพ และหลักสูตรการอบรมแบบมุ่งเป้าที่ตอบสนองต่อการพัฒนาเชิงพื้นที่

2.3 บริการเป็นที่ปรึกษาทางด้านวิชาการ ด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยี ให้กับภาค เกษตรกรรม วิสาหกิจชุมชน ผู้ประกอบการ และประชาชน

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการรายได้ โดยมีแนวทางและกลยุทธ์ ดังนี้

3.1 ประชาสัมพันธ์และการตลาดเชิงรุก โดยการให้ข้อมูลข่าวสาร ขอบข่ายการ ให้บริการของศูนย์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผ่านการจัดกิจกรรมหรือสื่อต่าง ๆ

3.2 สร้างความสัมพันธ์และสร้างความเข้าใจกับลูกค้า (Customer Relationship Management) โดย การใช้เทคโนโลยี และบุคลากรในการให้บริการแก่ลูกค้า สร้างระบบฐานข้อมูล ลูกค้า เพื่อสร้างความเข้าใจในความต้องการของลูกค้า รวมถึงการตอบสนองต่อความต้องการของ ลูกค้าในด้านการบริการ และผลิตภัณฑ์

3.3 พัฒนาระบบรับส่งตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ทดสอบ (E-service) ได้แก่ E-Submission, E-Report และ E-Tracking พัฒนาระบบการตอบคำถามด้วยระบบ Call center พัฒนาเว็บไซต์ของศูนย์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เข้าถึงการรับบริการอย่างมีประสิทธิภาพ

3.4 จัดโครงการให้คำปรึกษา ช่วยเหลือในการติดตามคุณภาพทางด้านสิ่งแวดล้อม และดูแลระบบน้ำ ให้กับชุมชน หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนในพื้นที่

3.5 พัฒนาโครงการลด/กักเก็บก๊าซเรือนกระจกร่วมกับภาคีเครือข่าย ให้ได้รับการ รับรอง (Carbon credit) เพื่อนำไปขายในตลาดคาร์บอน

3.6 เป็นหน่วยบริการสร้างเครือข่ายการสร้างและใช้นวัตกรรมองค์ความรู้

ยุทธศาสตร์ที่ 4 การนำผลงานวิจัยและนวัตกรรมไปใช้ประโยชน์ โดยมีแนวทางและกลยุทธ์ ดังนี้

4.1 จัดการความรู้ภายในและภายนอกองค์กร เพื่อจัดทำและรวบรวมคลังนวัตกรรม องค์ความรู้ที่พร้อมใช้ประโยชน์ให้กับผู้ประกอบการ ภาครัฐ และภาคประชาชน

4.2 พัฒนาแพลตฟอร์มในการเชื่อมประสานระหว่างผู้ใช้นวัตกรรมองค์ความรู้ (Demand side) และ ผู้สร้างองค์ความรู้จากงานวิจัยและนวัตกรรม (Supply side)

4.3 สร้างความเชื่อมั่นในผลงานวิจัย หรือนวัตกรรมองค์ความรู้เพื่อผลักดันให้เกิด การรับรองมาตรฐาน

4.4 ถ่ายทอดนวัตกรรมองค์ความรู้ และเทคโนโลยี และการขยายผลเชิงพื้นที่ ในเชิง นโยบาย เชิงธุรกิจ และภาคประชาชน

6. บทบาทหน้าที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ เป็นองค์กรที่มีบทบาท สนับสนุนและดำเนินงานสอดคล้องกับพันธกิจมหาวิทยาลัย และกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ในการใช้ศาสตร์องค์ความรู้ของทรัพยากรบุคลากร ทรัพยากรอาคาร เครื่องวิเคราะห์ทดสอบทางด้านวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม เพื่อการสร้างคนและมุ่งเน้นการ พัฒนาบุคลากรทางการศึกษาให้มีคุณภาพ และเป็นแหล่งเรียนรู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ชุมชน ท้องถิ่น พัฒนาด้านการเกษตรให้มีทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชน ท้องถิ่น ซึ่งเป็นการวางและสร้างรากฐานและสร้างภูมิคุ้มกันให้แก่เกษตรกรเพื่อการประกอบอาชีพ รวมไปถึงเป็นหน่วยงานฟันเฟืองที่สำคัญของมหาวิทยาลัยในการเป็นหน่วยงานบ่มเพาะและพัฒนาขีด ความสามารถผู้ประกอบการด้วย วทน. ที่ตอบโจทย์ท้าทายของประเทศผ่านการปรับเปลี่ยนบทบาท ภารกิจหลักทำหน้าที่สนับสนุนการเรียนสอน ก้าวสู่หน่วยงานหลักของการขับเคลื่อนการบริการ วิชาการด้วย วทน. ที่สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาของประเทศ ตามนโยบายของรัฐบาลในประเด็น การเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของประเทศการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรม

7. ภารกิจและรูปแบบการให้บริการ

ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ เป็นหน่วยงานที่ให้บริการ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ โดยผ่านการประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบตาม มาตรฐาน ISO/IEC 17025:2017 และข้อกำหนดกฎระเบียบและเงื่อนไขการรับรองความสามารถห้อง ปฏิบัติการ รับรองโดยสำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ หมายเลขการ รับรองระบบงานที่ ทดสอบ-0082 และเพื่อเป็นการรักษาระบบมาตรฐานห้องปฏิบัติการ ทางฝ่ายงาน ธุรกิจวิชาการ (ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบ) ได้ดำเนินการทวนสอบทางด้านระบบคุณภาพและด้านวิชาการ การตรวจติดตามคุณภาพภายใน (Internal Audit) และเข้ารับการตรวจติดตามจากกรมวิทยาศาสตร์ บริการ ปีละ 1 ครั้ง

8. โครงสร้างภายในหน่วยงาน



ภาพที่ 4 โครงสร้างภายในศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

9. บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของนักวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ ของศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ มีหน้าที่ในการให้บริการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างทางด้านสิ่งแวดล้อม และวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ภายใต้การรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการ ISO/IEC17025 และงานสนับสนุนการเรียนการสอนและงานวิจัยให้กับอาจารย์และนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ให้บริการวิชาการ ผ่านการเป็นที่ปรึกษาด้านวิชาการ ด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยี ให้กับภาคเกษตรกรรม วิสาหกิจ ชุมชน ผู้ประกอบการ และประชาชน รวมถึงปฏิบัติงานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย เพื่อให้บรรลุตามวิสัยทัศน์ พันธกิจ และเป้าประสงค์ของศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีลักษณะงานที่ปฏิบัติดังนี้

9.1 งานห้องปฏิบัติการเคมีและสิ่งแวดล้อม

งานห้องปฏิบัติการเคมีและสิ่งแวดล้อม เป็นงานในส่วนการจัดการรายได้โดยให้บริการวิเคราะห์ทดสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ดิน น้ำ ปุ๋ย พืช โดยดำเนินการวิเคราะห์ในรายการต่าง ๆ ตามมาตรฐานสากล เช่น AWWA, AOAC เป็นต้น ตามมาตรฐานในแต่ละประเภท เช่น มาตรฐานน้ำประปาของกรมอนามัย มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ในส่วนของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนได้วิเคราะห์ตามรายการตามชนิดของผลิตภัณฑ์ภายใต้หลักเกณฑ์และเงื่อนไขของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กำหนด

9.2 งานมาตรฐานห้องปฏิบัติการ ISO/IEC17025

การปฏิบัติงานด้านมาตรฐาน ISO/IEC17025 ได้จัดทำระบบควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ทดสอบในรายการทดสอบทางด้านเคมีจำนวน 5 รายการ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH), ปริมาณโลหะหนักในน้ำในรายการ เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn) และตะกั่ว (Pb) ในน้ำ 5 ประเภท คือ น้ำดื่ม น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำผิวดิน และน้ำเสีย โดยต้องดำเนินการทดสอบความแม่นยำและความถูกต้องของการวิเคราะห์ทดสอบผ่านการทำ PT รวมถึงควบคุมประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทดสอบโดยการสอบเทียบเครื่องมืออย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง รวมถึงรับการตรวจติดตามประเมินจากกรมวิทยาศาสตร์บริการในทุกปี

9.3 งานสนับสนุนวิชาการและการทดสอบด้านเคมีและสิ่งแวดล้อม

การปฏิบัติงานในข้อ 9.3 เป็นงานบริการการเรียนการสอนและงานวิจัยให้กับอาจารย์และนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ โดยให้บริการยืมอุปกรณ์ เครื่องแก้ววิทยาศาสตร์และบริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ในรายวิชาทางด้านเคมี สิ่งแวดล้อม เช่น เครื่อง Flame Atomic Absorption Spectrophotometer (FAAS) รวมไปถึงบริการสอนและให้คำปรึกษาด้านการ

วิเคราะห์ทดสอบในรายการทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น BOD, COD และการวิเคราะห์โลหะหนัก เป็นต้น นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บริการเป็นหน่วยรับฝึกประสบการณ์ด้านการวิเคราะห์ทดสอบให้กับนักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ เพื่อให้นักศึกษาได้มีองค์ความรู้และทักษะในการทำงานห้องปฏิบัติการ ก่อนออกไปฝึกประสบการณ์ในหน่วยงานภายนอกต่อไป

9.4 งานโครงการและบริการวิชาการพันธกิจสัมพันธ์ด้านวิทยาศาสตร์

การปฏิบัติงานในข้อ 9.4 เป็นการบริการวิชาการ ด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (วทน.) โดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีลักษณะงานบริการ ได้แก่ การบรรยาย และให้องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เคมี และสิ่งแวดล้อม ให้กับนักเรียน นักศึกษา และประชาชนทั่วไป รวมไปถึงการลงพื้นที่เพื่อทำงานวิจัยกับชุมชน เช่น การพัฒนาสินค้าชุมชน การยกระดับสินค้า OTOP ด้วยกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น และให้บริการฝึกอบรมทางด้านเคมี สิ่งแวดล้อม ให้กับหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน เช่น การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้น การเก็บตัวอย่างเพื่อส่งวิเคราะห์ทดสอบกับห้องปฏิบัติการ เป็นต้น

ส่วนที่ 3

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

เหล็กในน้ำ (Iron in water)

ในน้ำธรรมชาติส่วนใหญ่ โดยเฉพาะในน้ำใต้ดินจะพบเหล็กอยู่ด้วยเสมอ เหล็กถือว่าเป็นธาตุที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่เป็นสารที่ก่อปัญหาให้กับผู้ใช้น้ำประปา เช่น ทำให้น้ำมีสีแดงขุ่น และมีกลิ่น ทำให้เกิดคราบสนิมขึ้นกับเครื่องสุขภัณฑ์ หรือทำให้เสื้อผ้ามีสีหมองเปรอะเปื้อน เป็นต้น นอกจากนี้เหล็กยังเป็นแหล่งอาหารให้กับแบคทีเรียที่เรียกว่า Iron Bacteria อีกด้วย การเจริญเติบโตของแบคทีเรียดังกล่าวทำให้น้ำประปามีกลิ่นและรสที่ไม่พึงประสงค์ เหล็กในน้ำใต้ดินมักอยู่ในรูปละลายน้ำเนื่องจากขาดออกซิเจน (สภาวะไร้ออกซิเจน) โดยอยู่ในรูปของเหล็กเฟอร์รัส (Fe^{+2}) ในกรณีนี้ น้ำบาดาลขึ้นจากใต้ดิน น้ำจะใสในช่วงแรก แต่เมื่อน้ำบาดาลได้สัมผัสออกซิเจนจากอากาศ น้ำจะขุ่น ทั้งนี้เพราะเหล็กเฟอร์รัสจะถูกออกซิไดซ์กลายเป็นเหล็กเฟอร์ริก (Fe^{+3}) ซึ่งไม่ละลายน้ำ (มันลิน, 2543) ดังนั้นเมื่อน้ำบาดาลมีปริมาณเหล็กละลายมากเกินไป จำเป็นต้องใช้ระบบการกรองน้ำเข้ามาช่วยลดปริมาณสารละลายให้อยู่ในเกณฑ์ตามที่มาตรฐานกรมทรัพยากรน้ำบาดาลตามประกาศของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปี พ.ศ. 2551 มีค่าเท่ากับ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2568)

ในส่วนของน้ำผิวดิน ได้แก่ แม่น้ำ อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ ลำคลอง มักจะมีปริมาณละลายของเหล็กอยู่น้อยกว่าน้ำบาดาล เหล็กที่พบในน้ำผิวดินอาจเป็นเหล็กอินทรีย์ ซึ่งเป็นสารประกอบของเหล็กที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ ซึ่งเกิดจากการเน่าเปื่อยของพืชน้ำ ทั้งนี้ไม่มีมาตรฐานกำหนดค่าปริมาณเหล็กในแหล่งน้ำผิวดิน แต่ในกรณีที่น่ามาผลิตเป็นน้ำประปาเพื่อการบริโภคตามมาตรฐาน ประกาศของกรมอนามัย เรื่องเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ ปี พ.ศ. 2563 ระบุเกณฑ์ของปริมาณเหล็กในน้ำประปาต้องไม่เกิน 0.30 มิลลิกรัม/ลิตร ถึงแม้ว่าเหล็กเป็นธาตุอาหารของมนุษย์เพราะช่วยทำให้เม็ดเลือดมีสีแดงก็ตาม หากร่างกายได้รับปริมาณเหล็กมากเกินไปและไม่สามารถขับถ่ายออกได้หมด เหล็กจะถูกสะสมไว้ที่ตับ ทำให้เป็นโรคเกี่ยวกับตับได้

อย่างไรก็ตามก่อนนำน้ำจากแหล่งต่าง ๆ มาอุปโภคหรือบริโภค ควรนำน้ำดิบมาปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการที่ถูกต้องตามมาตรฐานก่อน เช่น การตกตะกอน การกรอง การกลั่น การต้ม หรือการใช้สารเคมี ได้แก่ สารส้ม ปูนขาว คลอรีน ต่างทับทิม เป็นต้น และจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อยปีละ 1-2 ครั้ง เพื่อให้ได้น้ำที่สะอาดและถูกสุขลักษณะ ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำ ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำโดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ด้วยเทคนิค Flame Atomization Technique ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถวัดได้ทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณและใช้ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทั่วไปที่เป็นไปตามมาตรฐานสากล เนื่องจากเป็นวิธีที่มีความสะดวก เที่ยงตรง แม่นยำ และน่าเชื่อถือ

โดยหลักการทำงานของเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) เป็นกระบวนการดูดกลืนแสงโดยอะตอมอิสระ ซึ่งอะตอมอิสระของธาตุแต่ละชนิดดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นจำเพาะ อะตอมของธาตุต่างชนิดกันจะดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นต่างกัน ทั้งนี้ธาตุเหล็ก (Fe) จะดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 248.33 nm สเปกตรัมของอะตอมที่ได้ มีลักษณะเป็นเส้น (Spectrum line) ต่างจากสเปกตรัมของโมเลกุล (Spectrum band) เนื่องจากการเปลี่ยนระดับพลังงานในอะตอมมีเฉพาะการเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอน แต่การเปลี่ยนระดับพลังงานในโมเลกุลเป็นการเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนร่วมกับพลังงานการสั่น การที่จะทำให้อะตอมของธาตุในสารประกอบเกิดเป็นอะตอมอิสระได้นั้น ต้องมีการดูดกลืนพลังงานเข้าไป เมื่ออะตอมของธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ดูดกลืนพลังงานและเปลี่ยนเป็นอะตอมอิสระ ที่อยู่ในสถานะแก๊สหรือไอ ซึ่งจะดูดกลืนแสงจากแหล่งกำเนิดเปลี่ยนจากสถานะพื้นไปสู่สถานะกระตุ้น ทำให้ปริมาณแสงที่ออกจากแหล่งกำเนิดตกกระทบเครื่องวัดแสง (Detector) ลดลง หลักการนี้ เรียกว่า Atomic Absorption (จูติรัตน์, 2548)

การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำโดยใช้เทคนิค Flame Atomization Technique ซึ่งเป็นกระบวนการทำให้สารละลายตัวอย่างแตกตัวเป็นอะตอมด้วยเปลวไฟ (Flame) ที่เหมาะสม โดยตัวอย่างที่เตรียมจะต้องเป็นสารละลายที่เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีสารแขวนลอยอยู่ ตัวทำละลายจะเป็นน้ำหรือสารอินทรีย์ก็ได้ สารละลายจะถูกฉีดเข้าไปในเปลวไฟ ความร้อนจากเปลวไฟทำให้พันธะเคมีแตกตัวเกิดเป็น อะตอมอิสระในสถานะแก๊สและอยู่ที่สถานะพื้น (แมน และอมร, 2534) ไปเป็นสถานะกระตุ้น (Excited state) โดยอาศัยการดูดกลืนแสงที่ผ่านมาจากความยาวคลื่นเฉพาะจากแหล่งกำเนิดแสง คือ Hollow Cathode Lamp ซึ่งในกระบวนการ Atomization นี้ สามารถแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

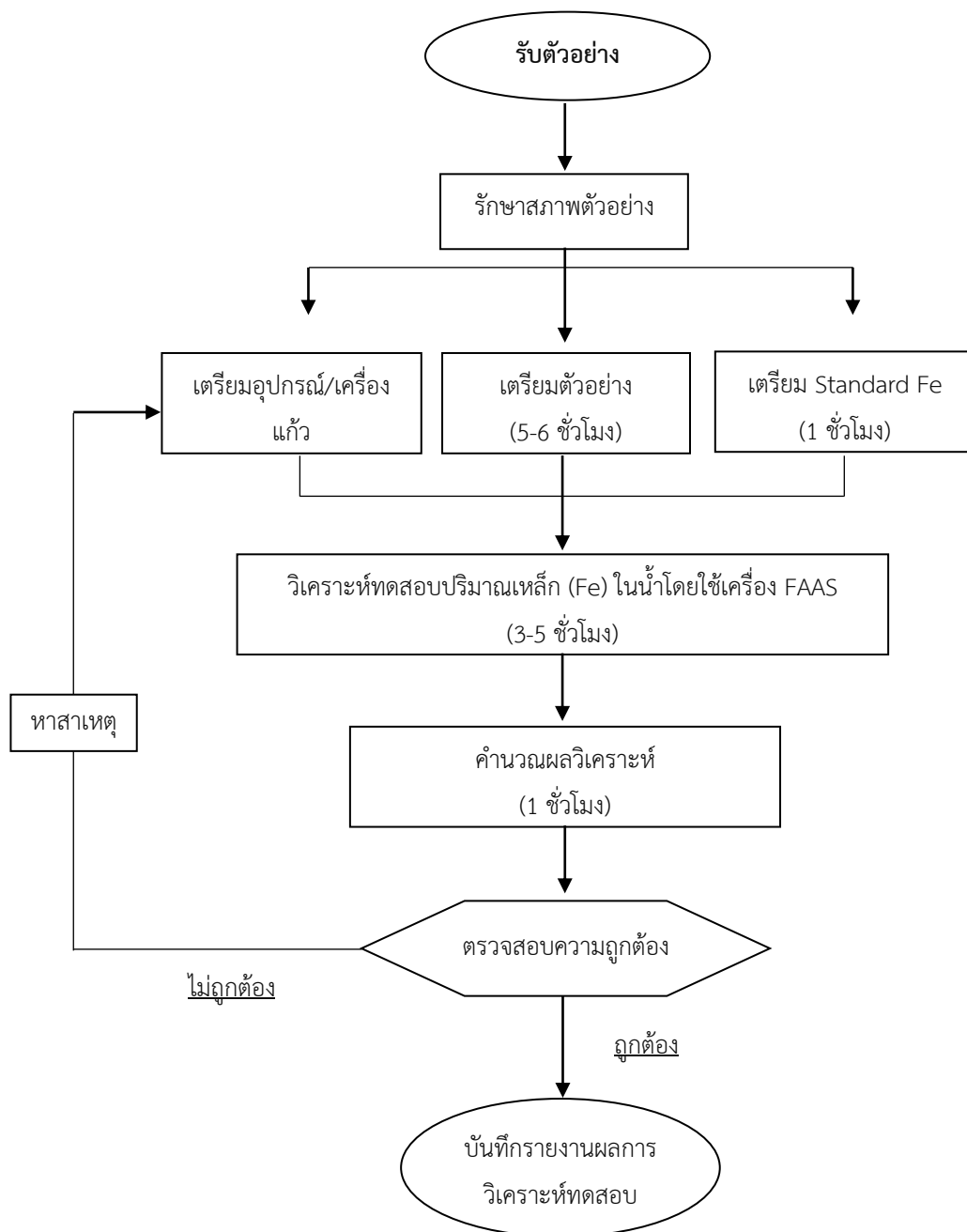
- 1) Nebulization เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเหลวให้เป็นละอองเล็ก ๆ ด้วยเครื่องที่เรียกว่า Nebulizer
- 2) Droplet precipitation เป็นกระบวนการที่ละอองเล็ก ๆ ของสารละลายรวมกันเป็นหยดสารละลายขนาดใหญ่ ไม่สามารถลอยอยู่ในอากาศได้ จึงตกลงมาแล้วออกสู่ทางท่อน้ำทิ้ง
- 3) Mixing เป็นกระบวนการที่ละอองเล็ก ๆ ของสารละลายเกิดผสมกับแก๊สเชื้อเพลิง และออกซิแดนทีใน Spray chamber ของ Nebulizer

4) Disolvation เป็นกระบวนการที่ตัวทำละลายที่อยู่ในละอองเล็ก ๆ นั้นถูกกำจัดออกไป ทำให้เกิดเป็นอนุภาคเล็ก ๆ ของสารประกอบ กระบวนการนี้เกิดขึ้นตอนล่างของเปลวไฟ

5) Compound decomposition เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในเปลวไฟ จะไปทำให้สารประกอบเกิดการแตกตัวเป็นออกไซด์เป็นโมเลกุล และเป็นอะตอมเสรี บางครั้งอาจเกิดการกระตุ้นหรือเกิดการไอออไนเซชันต่อไปได้

การวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำดังที่กล่าวมา ผู้จัดทำขอเขียนว่าเป็นการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำโดยใช้ Flame Atomic Absorption Spectrophotometer (FAAS) และในกระบวนการวิเคราะห์จำเป็นต้องจัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องแก้วที่ผ่านการสอบเทียบและผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐาน ASTM และสารเคมีที่มีใบรับรอง Certificate สามารถทวนสอบย้อนกลับไปยัง NIST SRM (s) ได้ เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ และมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ก่อนเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ทดสอบ ต้องมั่นใจว่าอุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้มีความสะอาดและไม่มีการปนเปื้อน จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ทดสอบการวัดปริมาณเหล็กในน้ำโดยใช้ FAAS โดยมี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเตรียม ขั้นตอนดำเนินการวิเคราะห์ทดสอบ ขั้นตอนการคำนวณผลวิเคราะห์ทดสอบ ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้อง และขั้นตอนการรายงานผลวิเคราะห์ทดสอบ โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (Fe) ในน้ำ ด้วยเครื่อง FAAS



ภาพที่ 5 Flow Chart การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (Fe) ในน้ำ ด้วยเครื่อง FAAS

1. ขั้นตอนการเตรียม

เมื่อนักวิทยาศาสตร์ได้รับตัวอย่างจากเจ้าหน้าที่รับตัวอย่าง ต้องดำเนินการรักษาสภาพตัวอย่างน้ำให้มีความคงสภาพก่อนเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ เนื่องจากไม่สามารถดำเนินการวิเคราะห์ได้ทันที จึงจำเป็นต้องมีการรักษาสภาพและชะลอการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของตัวอย่างน้ำเพื่อผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง แม่นยำ โดยมีวิธีการเก็บรักษา ดังนี้

- 1) เมื่อได้รับตัวอย่างมาให้ทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัล หรือใช้เครื่อง pH meter ให้มีค่า $pH < 2$
- 2) กรณีที่ตัวอย่างมีค่า $pH > 2$ ปรับ pH ด้วยการเติมกรดไนตริกเข้มข้นโดยใช้ตรอปเปอร์ค่อย ๆ หยด เพื่อปรับ pH แล้วทำการวัดค่า pH ด้วยกระดาษยูนิเวอร์ซัล หรือใช้เครื่อง pH meter จนมีค่า $pH < 2$
- 3) เก็บตัวอย่างในตู้แช่ที่อุณหภูมิ $4 \pm 2^{\circ}C$ เพื่อเป็นการรักษาสภาพตัวอย่างก่อนทำการวิเคราะห์

ในขั้นตอนการเตรียมก่อนการวัดปริมาณเหล็ก (Fe) โดยใช้เครื่อง FAAS มีขั้นตอนการในการเตรียมก่อนการวัด 3 กระบวนการ ได้แก่ การเตรียมอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมี การเตรียมสารละลายตัวอย่าง การเตรียมสารละลายมาตรฐาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การเตรียมอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมี

การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องแก้วสำหรับใช้ในงานวิเคราะห์ปริมาณ Fe ในน้ำนั้น จะเป็นการเลือกใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน มีปริมาณที่ถูกต้องแม่นยำ ซึ่งในห้องปฏิบัติการของศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการส่งเครื่องแก้ววัดปริมาตรที่ใช้ในงานวิเคราะห์ทดสอบโลหะหนักไปยังบริษัทสอบเทียบที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน NSC-TISI-TIS 17025 และมีใบรับรอง Certificate of Calibration รวมถึงเครื่องแก้วที่นำมาใช้ในงานวิเคราะห์ปริมาณ Fe ในน้ำ ต้องมั่นใจว่ามีความสะอาดและไม่มีสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ที่มีผลต่อความคลาดเคลื่อนในผลวิเคราะห์ทดสอบได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแช่เครื่องแก้วในกรดไนตริก (1:1) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และล้าง (Rinse) ด้วยน้ำ DI ผึ่งให้แห้ง หลังใช้ในงานวิเคราะห์ทดสอบทุกครั้ง โดยมีรายการอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้

1.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) เครื่อง FAAS ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น PinAAcle 900F
- 2) เตาให้ความร้อน (Hot plate)
- 3) ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 มิลลิลิตร
- 4) ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 1,000, 100, 50 มิลลิลิตร

- 5) กระจกนาฬิกา (Watch glass)
- 6) กรวยกรอง (Filter funnel)
- 7) กระดาษกรอง (Filter paper) GF/C No.5
- 8) ปิเปต (pipette) ขนาด 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 10, 50 มิลลิลิตร
- 9) ตู้ดูดควัน (Fume hood)

1.1.2 สารเคมีและสารละลายมาตรฐาน

- 1) กรดไนตริกเข้มข้น (Conc. HNO_3)
- 2) น้ำกลั่นปราศจากไอออน (Distilled water หรือ DI)
- 3) สารละลายมาตรฐานเหล็ก (Stock Standard Solution) Fe ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร

1.2 การเตรียมตัวอย่าง (Sample)

1.2.1 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

- 1) นำน้ำตัวอย่างที่มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง เขย่าให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน
- 2) ตวงน้ำตัวอย่างใส่ลงใน Beaker โดยใช้ Volumetric pipette 50 มิลลิลิตร
- 3) เติมกรด Conc. HNO_3 โดยใช้ Volumetric pipette 5 มิลลิลิตร ลงใน Beaker ข้อ 1.2.1 2) จากนั้นปิดด้วยกระจกนาฬิกา (ขั้นตอนนี้ให้ทำใน Fume hood)
- 4) นำตัวอย่างน้ำข้อ 1.2.1 3) ไปย่อยบน Hot plate จนตัวอย่างเหลือปริมาณประมาณ 10-20 มิลลิลิตร (ไม่ควรให้ตัวอย่างแห้ง) จากนั้นยกออกจาก Hot plate และทิ้งไว้ให้เย็น
- 5) ล้าง (Rinse) บริเวณผิว Beaker และกระจกนาฬิกาด้วยน้ำ DI นำไปกรอง
- 6) กรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง GF/C No.5 ลงใน Volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร จนตัวอย่างด้านบนกระดาษกรองหมด และล้างตัวอย่างที่ติดกระดาษกรองด้วยน้ำ DI
- 7) ปรับปริมาตรตัวอย่างด้วยน้ำ DI จนถึงขีดบอกปริมาตร 50 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกันพร้อมนำไปวัดปริมาณ Fe ด้วยเครื่อง FAAS ต่อไป



ภาพที่ 6 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

1.2.2 การเตรียม Reagent Blank (MB=Blank หรือ Method Blank)

เตรียม 10% HNO_3 โดยทำอย่างน้อย 1 ตัวอย่างในทุก ๆ Batch การวิเคราะห์ โดยใช้ น้ำ DI แทนตัวอย่าง โดยวิธีเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับข้อ 1.2.1 ซึ่งค่าการวิเคราะห์ที่ได้ต้องไม่เกินครึ่งหนึ่งของ LOQ ของโลหะหนักแต่ละประเภท (ทำทุก Batch การวิเคราะห์)

1.2.3 การเตรียม LFM และ LFMD (Laboratory-fortified matrix duplicate)

เตรียมสารละลายตัวอย่าง เป็นการเติมสารละลายมาตรฐานที่ใกล้จุดกึ่งกลางของกราฟมาตรฐานลงในตัวอย่าง (Fe เตรียมที่ความเข้มข้น 1.00 มิลลิกรัม/ลิตร) และผ่านกระบวนการเช่นเดียวกับตัวอย่างในข้อ 1.2.1 ซึ่งสารละลายมาตรฐานที่ใช้ต่างแหล่งกับสารละลายมาตรฐานที่ใช้สร้างกราฟมาตรฐาน

1.2.4 การเตรียม LFB (Laboratory-fortified Blank)

เตรียมที่จุดกึ่งกลางของกราฟมาตรฐาน เตรียมสารละลายตัวอย่าง เป็นการเติมสารละลายมาตรฐานที่ใกล้จุดกึ่งกลางของกราฟมาตรฐาน (Fe เตรียมที่ความเข้มข้น 1.00 มิลลิกรัม/ลิตร) ลงในน้ำ DI และผ่านกระบวนการเช่นเดียวกับตัวอย่างในข้อ 1.2.1 ซึ่งสารละลายมาตรฐานที่ใช้ต่างแหล่งกับสารละลายมาตรฐานที่ใช้สร้างกราฟมาตรฐาน

1.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐานเหล็ก (Standard Fe)

1.3.1 การเตรียมสารละลายกรดไนตริก (HNO_3) 10 %

- 1) เติมน้ำ DI ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ลงใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร
- 2) ใช้ Volumetric pipette ปีเปตกรด Conc. HNO_3 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมลงใน Volumetric flask ข้อ 1.3.1 1)
- 3) ปรับปริมาตรตัวอย่างด้วยน้ำ DI จนถึงขีดบอกปริมาตร 1 ลิตร จากนั้นปิดฝา และเขย่าให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้สารละลายกรด HNO_3 10%

1.3.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานเหล็ก (Fe)

- 1) เตรียมสารละลายมาตรฐาน Fe ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัม/ลิตร
ใช้ Pipette ขนาด 5 มิลลิลิตร ปีเปตสารละลายมาตรฐานเหล็ก (Stock Standard Solution) Fe 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร ลงใน ลงใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรด HNO_3 10% ลงใน Volumetric flask และปรับปริมาตรจนถึงขีดบอกปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าเพื่อให้สารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้สารละลายมาตรฐาน Fe ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2) เตรียมสารละลายมาตรฐาน Fe ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัม/ลิตร

ใช้ Pipette ขนาด 5 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายมาตรฐาน Fe ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัม/ลิตร ข้อ 1.3.2 1) ลงใน ลงใน Volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรด HNO_3 10% ลงใน Volumetric flask และปรับปริมาตรจนถึงขีดบอกปริมาตร 50 มิลลิลิตร เขย่าเพื่อให้สารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้สารละลายมาตรฐาน Fe ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

3) เตรียมสารละลายมาตรฐาน Fe ความเข้มข้น 0.10, 0.20, 0.50 มิลลิกรัม/ลิตร

ใช้ Pipette ขนาด 1, 2 และ 5 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายมาตรฐาน Fe ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัม/ลิตร ข้อ 1.3.2 2) ลงใน ลงใน Volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรด HNO_3 10% ลงใน Volumetric flask และปรับปริมาตรจนถึงขีดบอกปริมาตร 50 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าเพื่อให้สารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้สารละลายมาตรฐาน Fe ความเข้มข้น 0.10, 0.20, 0.50 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

4) เตรียมสารละลายมาตรฐาน Fe ความเข้มข้น 1.00, 2.00, 3.00 มิลลิกรัม/ลิตร

ใช้ Pipette ขนาด 1, 2 และ 3 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายมาตรฐาน Fe ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัม/ลิตร ข้อ 1.3.2 1) ลงใน ลงใน Volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรด HNO_3 10% ลงใน Volumetric flask และปรับปริมาตรจนถึงขีดบอกปริมาตร 50 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าเพื่อให้สารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้สารละลายมาตรฐาน Fe ความเข้มข้น 1.00, 2.00, 3.00 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

1.3.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน (Reference Materials : RM) เพื่อทวนสอบเส้นโค้งการสอบเทียบ (CCV)

ใช้ Pipette ดูดสารละลายมาตรฐาน Fe 50 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงใน Volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดไนตริก 10% ลงใน Volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร ให้ได้ปริมาตรตามที่กำหนด จากนั้นเขย่า Volumetric flask ให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกันจะได้สารละลาย Fe ที่มีความเข้มข้น 1.00 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

1.3.4 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน (Reference Materials : RM) เพื่อตรวจสอบว่าความถูกต้องของสารละลายมาตรฐาน (ICV)

ใช้ Pipette ดูดสารละลายมาตรฐาน Fe 50 มิลลิกรัม/ลิตร (เตรียมจากสารละลายต่างแหล่งจากข้อ) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงใน Volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดไนตริก 10% ลงใน Volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร ให้ได้ปริมาตรตามที่กำหนด จากนั้นเขย่า Volumetric flask ให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกันจะได้สารละลาย Fe ที่มีความเข้มข้น 1.00 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

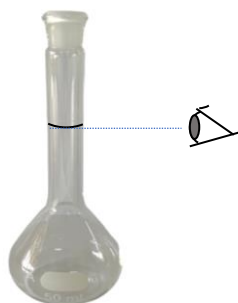
จากการปฏิบัติงานในขั้นตอนที่ 1 การเตรียมอุปกรณ์/สารเคมี การเตรียมสารละลาย ตัวอย่าง และการเตรียมสารละลายมาตรฐาน ผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหาที่พบในระหว่างปฏิบัติงาน รวมถึงระบุแนวทางแก้ไขรวมถึงข้อเสนอแนะเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาในการปฏิบัติงานขึ้น ดังนี้

ปัญหาที่พบในการปฏิบัติงาน ได้แก่

1. ในขั้นตอนการเตรียมสารละลายตัวอย่าง เกิดการกระเด็นของสารละลาย ซึ่งใช้กรดที่มีความเข้มข้นสูง ในขณะที่ดำเนินการ Digest บน Hot plate เนื่องจากใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงเกินไป ทำให้สูญเสียเนื้อสารบางส่วนไป ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของผลวิเคราะห์ทดสอบ ซึ่งในบางครั้งพบว่าตัวอย่างที่เตรียมถูกความร้อนระเหยจนแห้ง ไม่สามารถดำเนินการวิเคราะห์ได้
2. ในการปรับปริมาตรสารละลายตัวอย่าง และสารละลายมาตรฐาน มีบางครั้งพบว่าปรับปริมาตรเกินขีดปริมาตรที่กำหนด ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของผลวิเคราะห์ทดสอบ
3. ใช้ปิเปตที่ไม่ได้มาตรฐานและไม่ผ่านการสอบเทียบจากหน่วยงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ส่งผลให้ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานมีค่าความคลาดเคลื่อนไปจากค่าจริง

แนวทางการแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. ต้องควบคุมอุณหภูมิของสารละลายตัวอย่างให้อยู่ในช่วง $85-100^{\circ}\text{C}$ โดยใช้ Hot plate ที่แสดงอุณหภูมิชัดเจน และใช้ใช้กระจกนาฬิกาปิด Beaker ทุกครั้งในการ Digest ตัวอย่าง เพื่อป้องกันการสูญเสียของเนื้อสารตัวอย่างจากการกระเด็น ในขณะที่ Digest กรณีที่เป็นสารละลายตัวอย่างถูกความร้อนระเหยจนแห้ง ต้องเริ่มกระบวนการ Digest ตัวอย่างใหม่เท่านั้น
2. หากปรับปริมาตรเกินขีดปริมาตรที่กำหนด แสดงว่าความเข้มข้นของสารละลายในขวดวัดปริมาตรไม่ใช่ความเข้มข้นที่ต้องการ เพราะสารละลายถูกเจือจางลง ทำให้มีความเข้มข้นต่ำกว่าความเข้มข้นที่ต้องการ จะต้องเตรียมสารละลายใหม่เท่านั้น
3. ในการปรับปริมาตรสารละลายนั้น เมื่อเติมน้ำ DI จนใกล้ถึงขีดบอกปริมาตร ต้องใช้ Dropper ค่อย ๆ หยด เพื่อปรับปริมาตรทุกครั้ง และโดยวาง Volumetric Flask ให้อยู่ในระดับสายตา และสังเกตที่ท้องน้ำเมื่อถึงขีดบอกปริมาตร เพื่อป้องกันการปรับปริมาตรเกินความเข้มข้นที่ต้องการ



ภาพที่ 7 ปรับปริมาตรสารละลายให้ท้องน้ำอยู่ในระดับสายตา

4. เลือกใช้ปิเปตที่เหมาะสมกับปริมาณความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการเตรียม เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนของความเข้มข้นในการทำ Calibration curve

2. ขั้นตอนการวัดปริมาณเหล็กในน้ำโดยใช้เครื่อง FAAS ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น PinAAcle 900F

2.1 ก่อนเริ่มการใช้งานระบบโปรแกรมเครื่อง FAAS

2.1.1 เปิดก๊าซ Acetylene ปรับความดันให้อยู่ในช่วง 14-15 psi

2.1.2 เปิดอุปกรณ์ทุกชิ้น ได้แก่ Main power, Stabilizer, Cooling system, เปิดระบบดูดอากาศ (Hood), Air Compressor (ความดัน 65-70 psi)

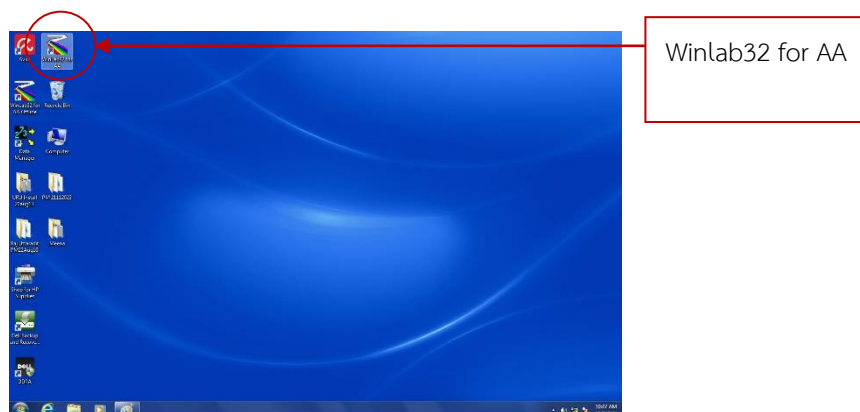
2.1.3 เปิดเครื่อง FAAS




ภาพที่ 8 เครื่อง FAAS ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น PinAAcle 900F

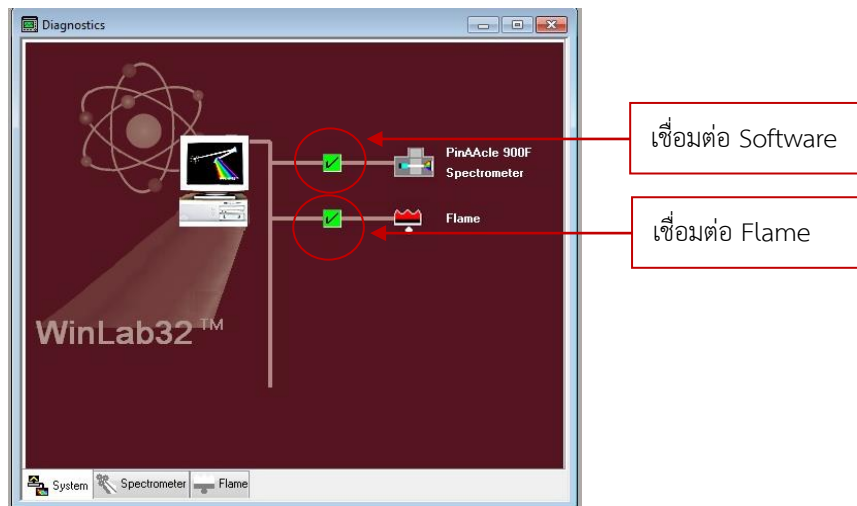
2.2 การเข้าสู่โปรแกรมเครื่อง FAAS

2.2.1 เปิด Computer ที่เชื่อมต่อกับเครื่อง FAAS หน้าจอแสดงผลดังภาพ จากนั้น double คลิกเลือกโปรแกรม Winlab32 for AA





ภาพที่ 9 Icon แสดงโปรแกรม Winlab32 for AA

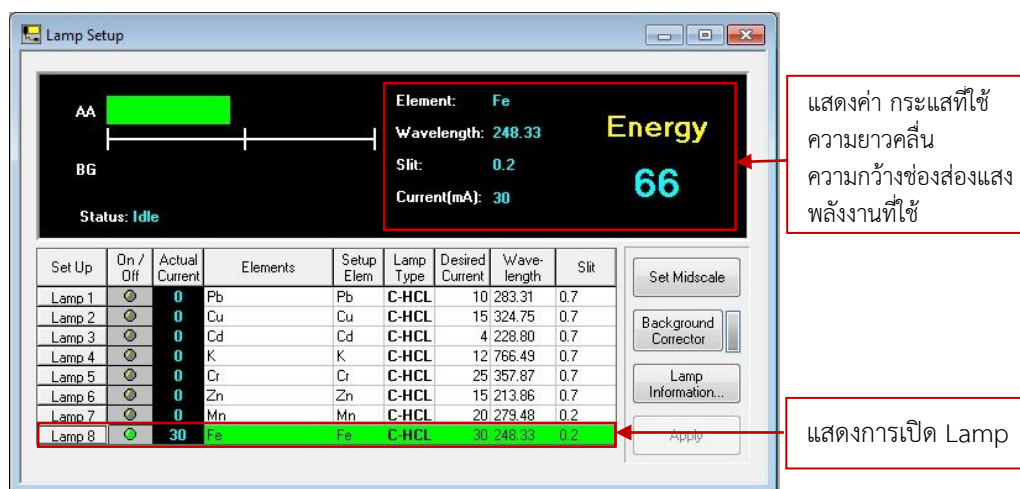
2.2.2 เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Winlab32 for AA จะแสดงหน้า Diagnostics เพื่อใช้การเชื่อมต่อระหว่าง Software กับเครื่อง FAAS และ Flame โดยแสดงสถานะเป็นเครื่องหมาย 



ภาพที่ 10 แสดงหน้า Diagnostics

2.3 การ Setup Lamp

ดำเนินการ Set up Lamp โดยคลิกเลือก Tool bar  หน้าจอจะแสดงข้อมูลของ Lamp ที่ถูกบรรจุอยู่ในเครื่อง FAAS พร้อมทั้งแสดงค่าต่าง ๆ ได้แก่ ค่ากระแสที่ใช้ ค่าความยาวคลื่น ความกว้างของช่องแสง เป็นต้น จากนั้นให้คลิกเลือก Fe เพื่อเปิดการทำงานของ Lamp Fe โดยดูสถานะการทำงานได้จากช่อง Status เป็นสัญลักษณ์  โดยทำการ Warm up Lamp เพื่อความเสถียรของ Lamp ก่อนการใช้งานอย่างน้อย 20 นาที

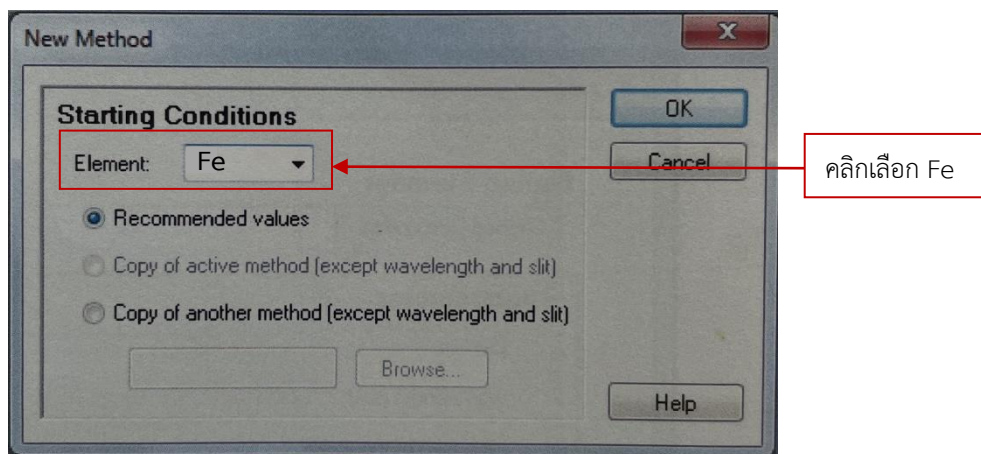


ภาพที่ 11 แสดงรายละเอียดหน้าจอ Setup Lamp

2.4 การสร้าง Method file

2.4.1 กรณีการสร้าง Method file ใหม่

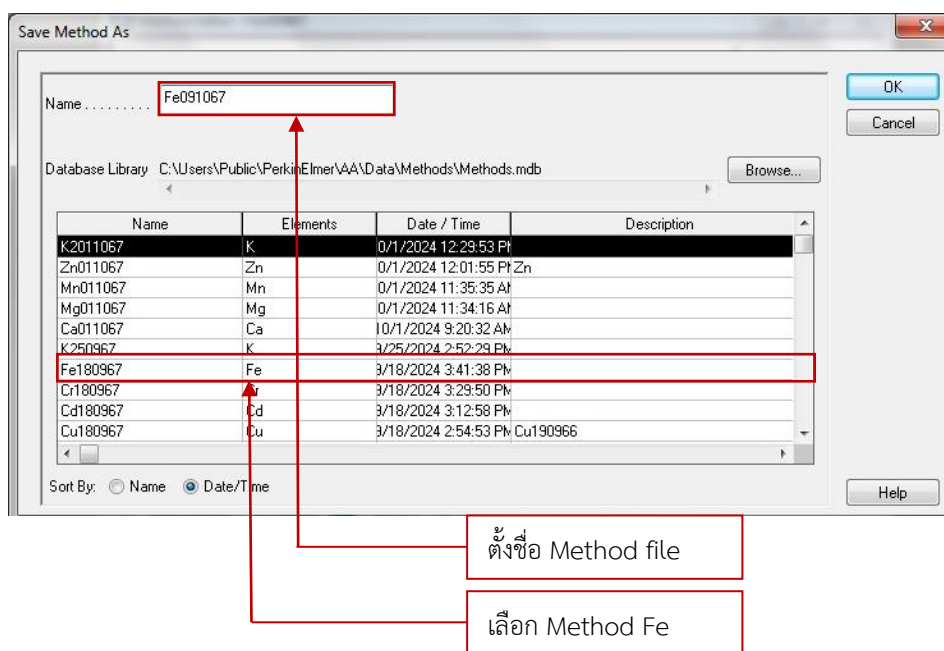
คลิกเลือกที่ Menu File → New → Method จะแสดงหน้าต่างให้เลือกธาตุ Fe ซึ่งเป็นธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ ที่ช่อง Element และคลิก OK.




ภาพที่ 12 แสดงการสร้าง Method file

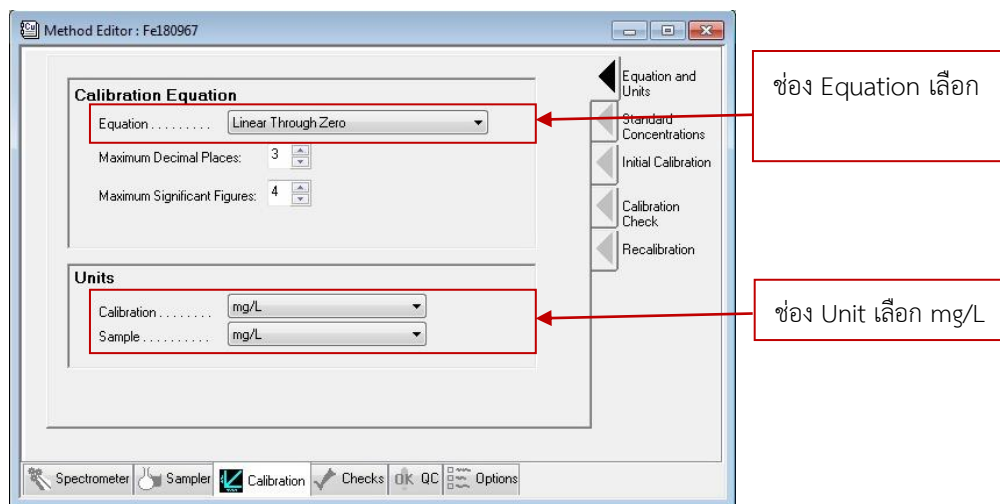
2.4.2 กรณีเรียก Method file ที่สร้างไว้แล้วมาใช้

คลิกเลือกที่เมนู Menu File → Open → Method จากนั้นให้คลิกเลือก Fe จากชื่อ File method Name ที่เคยบันทึกไว้ จากนั้นตั้งชื่อ Method file ใหม่ในช่อง Name แล้วคลิก OK เพื่อบันทึกเป็นชื่อ Method ที่ต้องการใช้ในเห็นปัจจุบัน



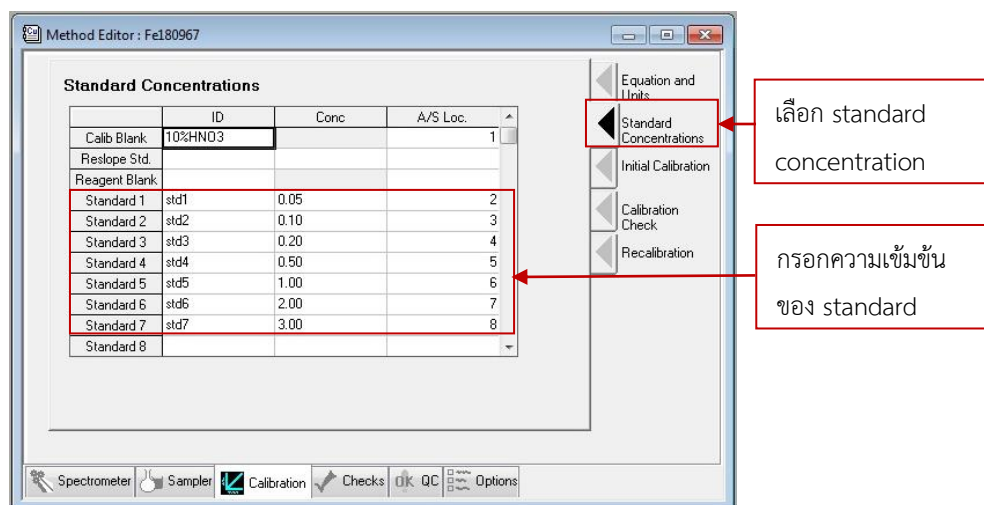
ภาพที่ 13 แสดงการเรียกสร้าง Method file ที่เคยใช้งาน

2.4.3 ดำเนินการสร้าง Method ซึ่งเป็น File ที่มีข้อมูลและตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของธาตุ Fe โดยคลิกที่ Tool bar  จากนั้นเลือก Linear Through Zero ในช่อง Equation และ เลือกหน่วยในการวัดเป็น mg/L ในช่อง Unit




ภาพที่ 14 แสดงการสร้าง Method

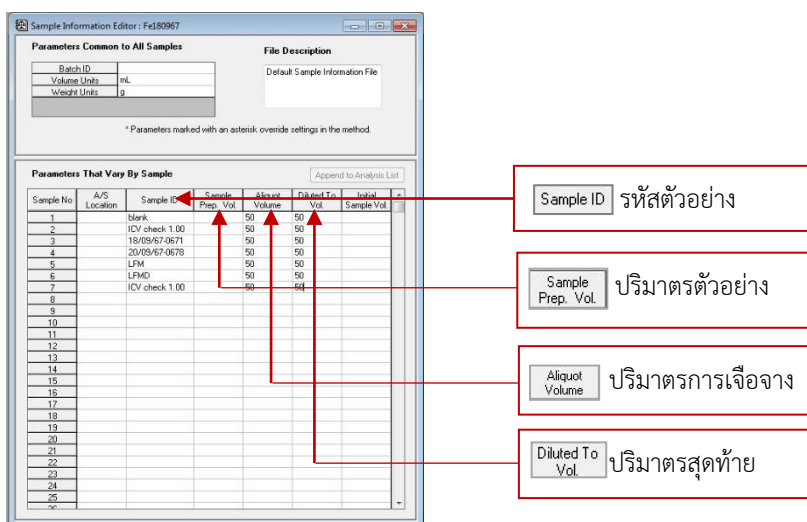
2.4.4 เลือก Standard Concentration เพื่อบันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับระดับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน Fe โดยเตรียมความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 5 ระดับความเข้มข้น สำหรับในคู่มือเล่มนี้เตรียมความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่ 7 ระดับ ได้แก่ 0.05, 0.10, 0.20, 0.50, 1.00, 2.00 และ 3.00 มิลลิกรัม/ลิตร จากนั้นให้คลิกที่ File → Save as → Method ตั้งชื่อ Method เป็น Feวันที่เดือนปี เช่น Fe271067 หรืออื่น ๆ เป็นต้น



ภาพที่ 15 แสดงรายละเอียดการบันทึก Standard Concentration


2.5 การสร้าง Sample Information file

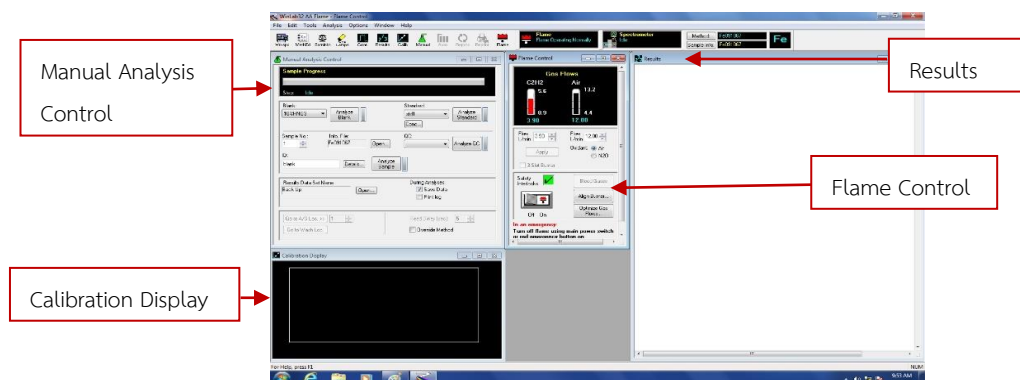
การสร้าง Sample Information file ในสารละลายตัวอย่างน้ำ ดำเนินการกรอกข้อมูลของตัวอย่างโดยคลิกที่ Tool bar  เพื่อใส่รายละเอียดเกี่ยวกับรหัสตัวอย่างในช่อง Sample ID ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ในช่อง Sample Prep. Vol โดยมีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/ลิตร ในกรณีที่สารละลายตัวอย่างมีปริมาณ Fe เกินสารละลายมาตรฐานที่เตรียม จำเป็นต้องทำการเจือจางสารละลายตัวอย่าง ให้ลงรายละเอียดในช่อง Aliquot Volume และลงรายละเอียดปริมาตรสุดท้ายที่ใช้ในการวิเคราะห์ในช่อง Diluted to Vol. จากนั้นให้คลิกที่ File → Save as → Sample Info ตั้งชื่อให้ตรงกับ Method เป็น Feวันที่เดือนปี เช่น Fe271067 หรืออื่น ๆ เป็นต้น และปิดหน้าต่าง Sample Information



ภาพที่ 16 การสร้าง Sample Information file

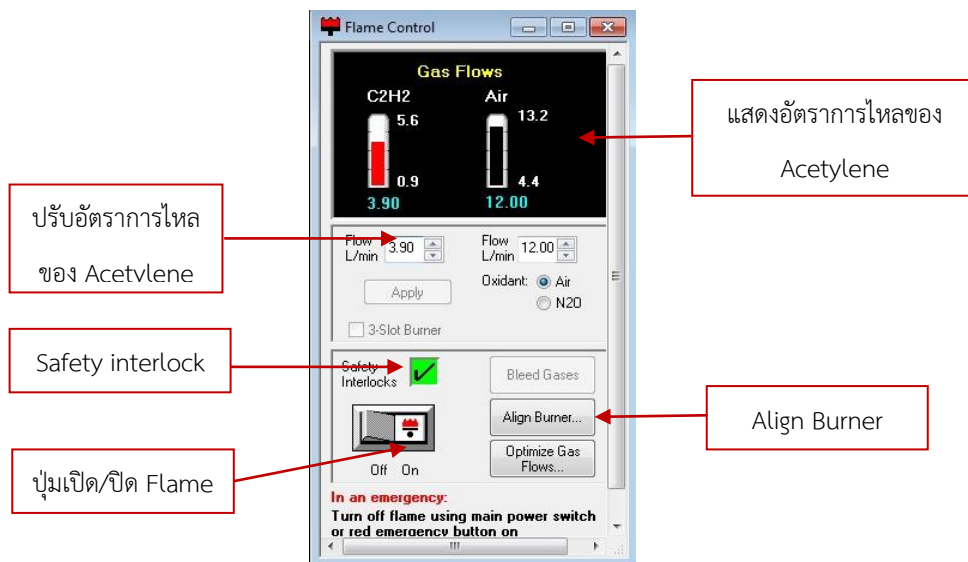
2.6 ขั้นตอนการวัดปริมาณ Fe ในน้ำ

2.6.1 เปิดหน้าต่างการทำงาน โดยคลิกที่ Tool bar  Workspace หน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงผลดังภาพ ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ Manual Analysis Control, Flame Control, Calibration Display และ Results




ภาพที่ 17 หน้าต่างการทำงานโปรแกรมวิเคราะห์ Fe ในน้ำ

2.6.2 เปิด Flame ที่ Flame Control โดยคลิกที่สวิตช์ On เครื่องจะจุด Flame เพรมอัตโนมัติ เมื่อเครื่อง FAAS แสดงสัญลักษณ์ที่อยู่ในสถานะปลอดภัย (Safety interlock) และคลิกที่ Align Burner ในการทำ Sensitivity Check ซึ่งเปลวไฟบน Burner ที่ได้เป็นสีน้ำเงินอมเขียว



ภาพที่ 18 แสดงหน้าจอ Flame Control

2.6.3 Check Sensitivity ของเครื่อง FAAS

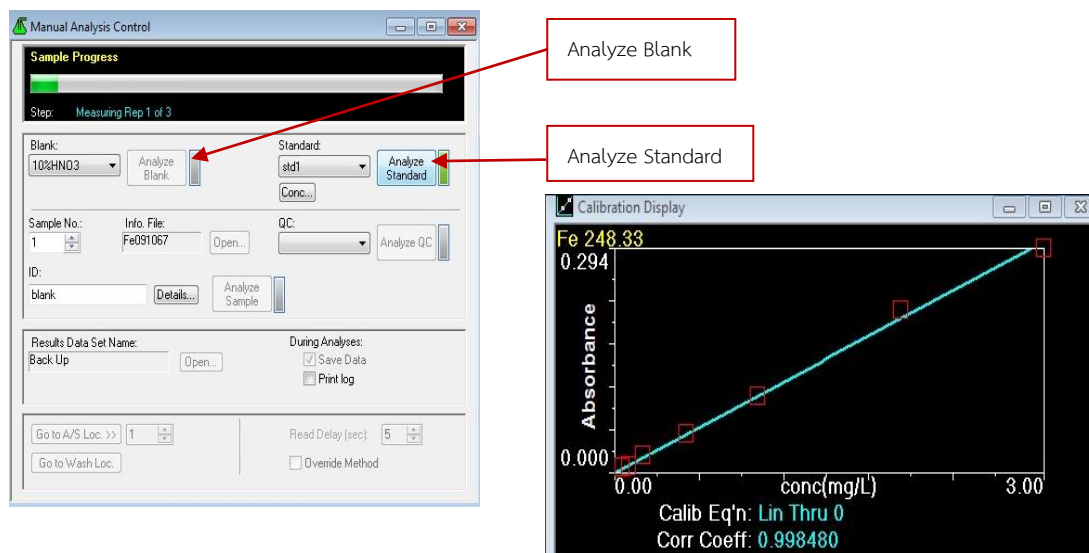
เลือก Continuous Graphic โดยคลิก ที่ Tool bar  จุ่มสารละลาย Blank จากนั้นคลิก Auto Zero Graph เพื่อปรับค่า Absorbance ให้เป็นศูนย์ จากนั้นจุ่ม Standard Fe ความเข้มข้น 2.00 มิลลิกรัม/ลิตร เพื่อ Check Sensitivity ซึ่งค่า Absorbance ที่ได้ ของ Fe เครื่องจะคำนวณค่า Characteristic Concentration เท่ากับ 0.220 และต้องมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 20\%$ ดังนั้นค่า Characteristic Concentration จะอยู่ในช่วง 0.176-0.264

ในกรณีที่ Characteristic Concentration ไม่อยู่ในช่วง $\pm 20\%$ จากค่าที่กำหนดให้ปรับที่ตำแหน่งที่เหมาะสมที่ Nebulizer เพื่อให้มีอัตราการดูดสารละลายที่มีเหมาะสม



ภาพที่ 19 การ Check Sensitivity ของเครื่อง FAAS

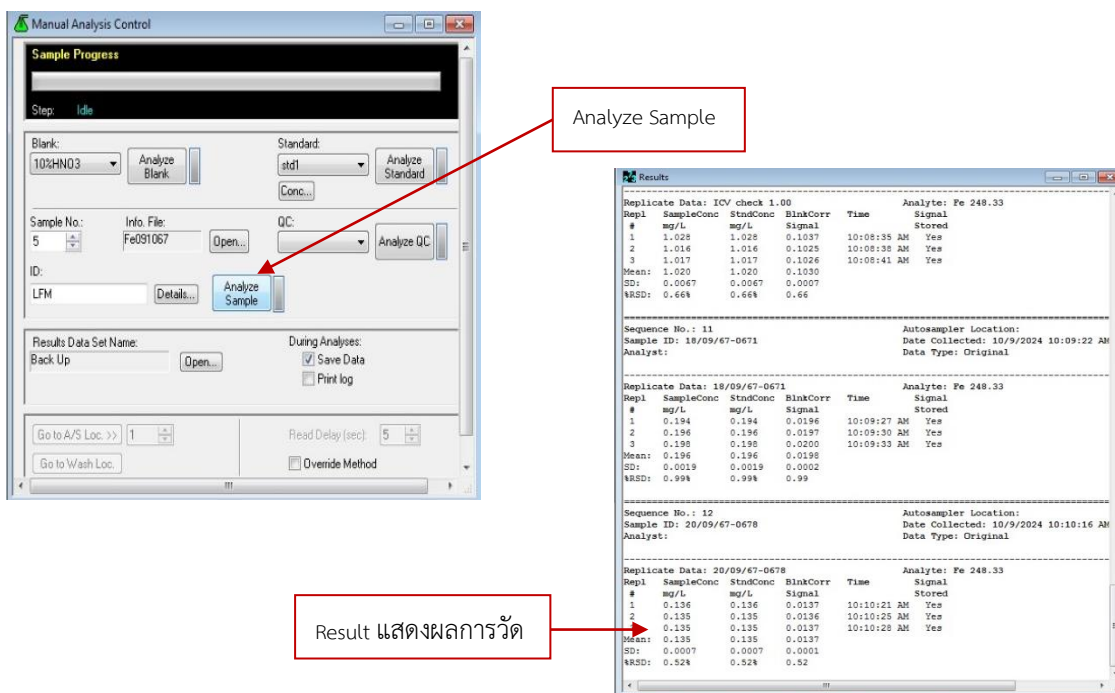
2.6.4 เริ่มต้นดำเนินการวัด โดยจุ่มสายดูดสายละลาย Blank แล้วคลิกที่ Analyze Blank ซึ่งและคลิก Analyze Standard ผลการวัดจะแสดงขึ้นในช่อง Result เมื่อวัดสารละลายมาตรฐานครบทุกความเข้มข้น กราฟแสดงจะในช่อง Calibration Display



ภาพที่ 20 การใช้ Manual Analysis Control ในการวัด Blank และสารละลายมาตรฐาน

2.6.5 เริ่มต้นวัดตัวอย่าง โดยจุ่มสายดูดสายละลาย Method Blank แล้วคลิกที่ Analyze sample จากนั้นวัดตามลำดับขั้นการวิเคราะห์ตัวอย่าง ดังนี้

- 1) ทดสอบ Method Blank 10 % โดยใช้สารละลายในข้อ 1.2.1
- 2) ทดสอบ ICV โดยใช้สารละลายมาตรฐานที่ต่างแหล่งกับสารละลายมาตรฐานที่ใช้สร้างเส้นโค้งการสอบเทียบ และเตรียมสารละลายที่ใกล้จุดกึ่งกลางของกราฟ (ข้อ 1.3.4) โดยมีเกณฑ์การยอมรับค่า Accuracy อยู่ในช่วง 90-110% (ทำทุกครั้งก่อนเริ่มดำเนินการวิเคราะห์ตัวอย่าง)
- 3) ทดสอบตัวอย่าง โดยใช้สารละลายตัวอย่างในข้อ 1.2.1
- 4) ทดสอบ LFM และ LFMD (Laboratory-fortified matrix duplicate) ข้อ 1.2.3 (ทำทุก batch การวิเคราะห์)
- 5) ทดสอบ LFB ข้อ 1.2.4 (ทำทุก ๆ 10 ตัวอย่าง หรือ ในตัวอย่างสุดท้ายของ batch การทดลอง)
- 6) ทดสอบ CCV โดยใช้สารละลายมาตรฐานที่แหล่งเดียวกันกับสารละลายมาตรฐานที่ใช้สร้างเส้นโค้งการสอบเทียบ (ข้อ 1.3.3) โดยมีเกณฑ์การยอมรับค่า Accuracy อยู่ในช่วง 90-110% (ทุก ๆ 10 ตัวอย่าง หรือทุกตัวอย่างสุดท้ายของ batch การวิเคราะห์)



ภาพที่ 21 การใช้ Manual Analysis Control ในการวัด สารละลายตัวอย่าง

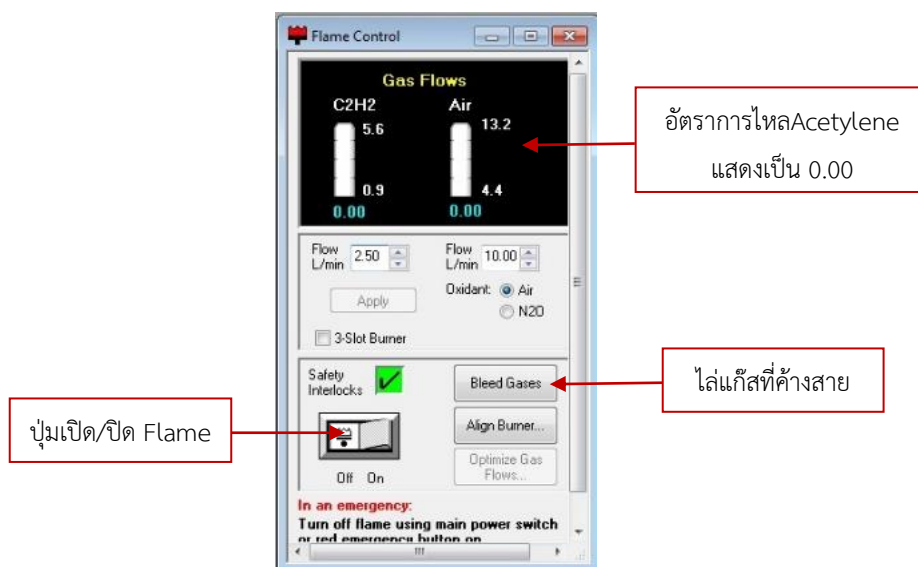
2.7 หลังการใช้งานระบบโปรแกรมเครื่อง FAAS

2.7.1 ปิด Lamp โดยคลิกที่ปุ่ม On/Off ให้สัญลักษณ์สีเขียวเปลี่ยนเป็นสีเทา



ภาพที่ 22 แสดงการเลือก Lamp Fe เพื่อเปิดใช้งาน

2.7.2 ปิด Flame ที่ Flame Control โดยคลิกที่สวิตซ์ Off เมื่อ Flame ดับ ให้ปิดวาล์วที่ถังแก๊ส Acetylene จากนั้นทำการไล่แก๊สที่ค้างอยู่บริเวณสาย โดยคลิกที่ Bleed Gases



ภาพที่ 23 แสดงหน้าต่าง Flame Control

2.7.3 ปิดโปรแกรมการทำงานของเครื่อง FAAS โดยคลิกไปที่ File → Exit และปิด Computer

2.7.4 ปิด Main power, Stabilizer, Cooling system, เปิดระบบดูดอากาศ (Hood), Air Compressor

จากการปฏิบัติงานในขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการวัดปริมาณเหล็กในน้ำโดยใช้เครื่อง FAAS ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น PinAAcle 900F ผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหาที่พบในระหว่างปฏิบัติงาน รวมถึงระบุแนวทางแก้ไขรวมถึงข้อเสนอแนะเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาในการปฏิบัติงานขึ้น ดังนี้

ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติงาน ได้แก่

1. พบว่าสัญญาณค่าการดูดกลืนแสงและค่าพลังงานของธาตุ Fe ต่ำกว่าค่าความเป็นจริง ซึ่งส่งผลให้ค่าที่วัดได้เกิดความคลาดเคลื่อน
2. ระหว่างการวัดปริมาณ Fe ด้วยเครื่อง FAAS นั้น ค่าที่แสดงผลในช่อง Result มีค่าติดลบ และเปลวไฟบน Burner ไม่มีเปลี่ยนสีจากน้ำเงินอมเขียวเป็นสีส้มแดง ที่แสดงให้เห็นว่าสารละลายได้ถูกดูดเข้าไปสู่ระบบ จากการตรวจสอบพบว่า Nebulizer เกิดการอุดตัน ซึ่งส่งผลให้ปริมาณ Fe ที่วัดได้เกิดความผิดพลาด
3. เครื่อง FAAS ไม่เชื่อมต่อกับระบบเครื่อง Computer ส่งผลทำให้ไม่สามารถปฏิบัติงานวิเคราะห์ทดสอบได้
4. Flame เครื่อง FAAS จุดไม่ติด ส่งผลทำให้ไม่สามารถปฏิบัติงานวิเคราะห์ทดสอบได้
5. เมื่อจุด Flame สัญญาณที่ได้จาก FAAS มีเปลวไฟที่ไม่เสถียร เนื่องจากเกิด noise มากเกินไป

แนวทางการแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. ตรวจสอบว่ามีสิ่งสกปรกหรือฝุ่นปิดบังบริเวณเลนส์ของ Lamp ช่องแสงผ่านหรือไม่ หากสกปรกให้ใช้กระดาษเช็ดเลนส์ เช็ดทำความสะอาด โดยไม่ให้มือสัมผัสบริเวณเลนส์โดยตรง และปรับระดับตำแหน่งของ Burner ให้เหมาะสม จนได้สัญญาณสูงสุด โดยใช้ Burner Cleaning Card วางให้ตรงกึ่งกลาง Burner ซึ่งจะมีตำแหน่งที่เหมาะสมของแสงที่ส่องจาก Hollow Cathode Lamp
2. ทำความสะอาด Nebulizer และปลายท่อพลาสติกของสายดูดสายละลาย (Capillary) และใช้ 10% HNO₃ ดูดผ่านสายทำความสะอาด Capillary และ Chamber ภายในระบบของเครื่อง FAAS ที่อาจมีคราบสิ่งสกปรกจากตัวอย่างที่ผ่านการกรองไม่สมบูรณ์
3. ถอดสายเชื่อมต่อระหว่างเครื่อง FAAS และ Computer ออก แล้วเสียบสายต่อใหม่ หากยังไม่สามารถเชื่อมต่อได้ ให้ Restart ระบบเครื่องใหม่ทั้งหมด หรือเชื่อมต่อระบบ โดยคลิกเลือก menu bar Edit → Diagnostics → Spectro meter → Reconnect
4. ตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่าง Flame และ Computer เชื่อมต่อระบบ โดยคลิก menu bar Edit → Diagnostics → Flame Reconnect และตรวจสอบถึง Drain น้ำทิ้ง ที่เชื่อม ต่อกับเครื่อง FAAS หากน้ำทิ้งสูงเกินระดับที่ระบุ ให้เทน้ำทิ้งให้อยู่ในระดับที่กำหนด
5. ตรวจสอบตำแหน่งของ Burner และปรับตำแหน่งให้เหมาะสม

3. ขั้นตอนการคำนวณผลวิเคราะห์ทดสอบ

3.1 การหาความเข้มข้นของตัวอย่าง

สูตรการคำนวณ

$$\text{ความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนัก } C_{HM} \text{ (mg/L)} = \frac{A \times B \times D}{C}$$

เมื่อ

C_{HM}	=	ความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนัก (mg/L)
A	=	ความเข้มข้นของตัวอย่าง จาก Calibration curve
B	=	ปริมาตรของตัวอย่างที่ปรับหลังการย่อย (ml)
C	=	ปริมาตรของตัวอย่างที่ปรับหลังการย่อย (ml)
D	=	Dilution Factor = original volume/ adjust volume

จากการปฏิบัติงานในขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการคำนวณผลวิเคราะห์ทดสอบ ผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหาที่พบในระหว่างปฏิบัติงาน ซึ่งในขั้นตอนการคำนวณนี้อาจมีสาเหตุจากกระบวนการต่าง ๆ ในขั้นตอนการวิเคราะห์ทดสอบ ที่ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการคำนวณได้ ทั้งนี้ผู้จัดทำได้ระบุแนวทางแก้ไขรวมถึงข้อเสนอแนะเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาในการปฏิบัติงานขึ้น ดังนี้

ปัญหาที่พบในการปฏิบัติงาน

ผลการวิเคราะห์ทดสอบที่ได้มีค่าต่ำหรือสูงกว่าค่าความเป็นจริง ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการรายงานผลการวิเคราะห์ทดสอบ

แนวทางการแก้ไขและข้อเสนอแนะ

1. วิเคราะห์หาสาเหตุจากสิ่งที่ทำให้เกิดความผิดพลาดของผลการวิเคราะห์ทดสอบ ได้แก่ ตรวจสอบกระบวนการเตรียมตัวอย่าง การเตรียมสารละลาย หรือในการใช้ภาชนะที่เกิดการปนเปื้อนของปริมาณหลักที่เกิดจากการล้างอุปกรณ์เครื่องแก้วไม่สะอาด
2. ดำเนินการเตรียมตัวอย่างใหม่ โดยเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ผ่านการล้างด้วยน้ำยาทำความสะอาด และล้างด้วย 10% HNO_3
3. ตรวจสอบระบบการดูดของสายดูดสารละลาย Capillary ต้องปรับให้มีการดูดสารละลายที่สม่ำเสมอ และไม่มีสิ่งสกปรกไปอุดตัน
4. ต้องมีการควบคุมคุณภาพภายในของผลการวิเคราะห์ทดสอบต่าง ๆ ได้แก่ Method Blank, CCV, ICV, LFB, LFM และ LFMD ซึ่งจะถูกอธิบายอยู่ในขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการตรวจสอบ

ความถูกต้อง โดย ICV,CCV ต้องมี %accuracy อยู่ในช่วง 90-110% และ LFB, LFM, LFMD ต้องมีค่า %Recovery อยู่ในช่วง 85-115%

4. ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้อง

ในขั้นตอนการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการนั้นถือว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากการยืนยันว่าผลการวิเคราะห์ทดสอบนั้นถูกต้อง แม่นยำ และมีความน่าเชื่อถือ โดยตรวจสอบค่าที่ได้จากการคำนวณสารละลายต่าง ๆ ที่ใช้เป็นตัวควบคุมคุณภาพตลอดกระบวนการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่า Accuracy, Recovery และ RPD โดยมีรายละเอียดและสูตรที่ใช้ในการคำนวณดังต่อไปนี้

4.1 การคำนวณค่า Accuracy

ในการทดสอบ ICV (Initial Calibration Verification) และ Continuing Calibration Verification (CCV) โดยทำการทดสอบในช่วง Working standard มีเกณฑ์การยอมรับ % Accuracy อยู่ในช่วง 90-110 %

$$\text{สูตรการคำนวณ \% accuracy} = \frac{\text{ค่าที่วัดได้จริง}}{\text{ค่าจริง}} \times 100$$

4.2 การคำนวณค่า Recovery

ในการทดสอบ LFB (Laboratory-fortified Blank) LFM และ LFMD (Laboratory-fortified matrix duplicate) ซึ่งสารละลายมาตรฐานที่ใช้เป็นคอนลอสแลงกับสารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการสร้างกราฟมาตรฐาน เกณฑ์การยอมรับโดยมี %Recovery อยู่ในช่วง 85-115%

สูตรการคำนวณ

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{ความเข้มข้นของ Spiked sample} - \text{ความเข้มข้นของ Sample}}{\text{ความเข้มข้นที่ถูกเติมลงไป}} \times 100$$

4.3 การคำนวณหาค่าความแตกต่างของซ้ำ %RPD

การทดสอบซ้ำของตัวอย่างและตัวอย่างที่มีการเติมสารละลายมาตรฐาน (Duplicate Sample) เป็นการควบคุมความแตกต่างของผลการทดสอบกรณีในตัวอย่างไม่พบปริมาณโลหะหนักในตัวอย่าง Relative Percent Different (%RPD) มีเกณฑ์การยอมรับ $\pm 10\%$

$$\text{สูตรการคำนวณ \%RPD} = \frac{(\text{LFM result} - \text{LFMD result}) \times 100}{\text{Mean of two results}}$$

จากการปฏิบัติงานในขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของวิเคราะห์ทดสอบ ผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหาที่พบในระหว่างปฏิบัติงาน ซึ่งในขั้นตอนการคำนวณนี้อาจมีสาเหตุจากกระบวนการต่าง ๆ ในขั้นตอนการวิเคราะห์ทดสอบ ที่ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการคำนวณได้ ทั้งนี้ผู้จัดทำได้ระบุแนวทางแก้ไขรวมถึงข้อเสนอแนะเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาในการปฏิบัติงานขึ้น ดังนี้

ปัญหาที่เกิดในการปฏิบัติงาน ได้แก่


1. ในการทดสอบ ICV และ CCV โดยทำการทดสอบในช่วง Working standard มี % accuracy ไม่อยู่ในช่วง 90-110 %
2. ในการทดสอบ LFB, LFM และ LFMD มีค่า %Recovery ไม่อยู่ในช่วงเกณฑ์การยอมรับที่ 85-115%
3. จากการดำเนินงานพบว่า %RPD ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ส่งผลให้ผลวิเคราะห์ผิดพลาด
4. นำสูตรที่ใช้ในการคำนวณไม่ถูกต้อง ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดจากตัวของนักวิเคราะห์ จึงส่งผลกระทบต่อกรรายงานค่าการวิเคราะห์ทดสอบที่ไม่ถูกต้อง

แนวทางการแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. กรณี % Accuracy ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ให้หยุดการวิเคราะห์ทดสอบหาสาเหตุ และเตรียมสารละลายมาตรฐานหลักใหม่ รวมถึงสร้างกราฟมาตรฐานใหม่ แล้วจึงเริ่มทดสอบใหม่ทั้งหมด
2. กรณีค่า % Recovery ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ให้เตรียม LFB, LFM LFMD, Method blank และดำเนินการวิเคราะห์ทดสอบใหม่
3. กรณี %RPD ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ ไม่อยู่ในช่วง $\pm 10\%$ ให้ดำเนินการตรวจสอบขั้นตอนการเตรียมสารละลายตัวอย่าง ซึ่งอาจเกิดจากการปนเปื้อนของอุปกรณ์เครื่องแก้ว ดังนั้น จึงจำเป็นต้องล้างด้วยน้ำยาทำความสะอาด และล้างด้วย 10% HNO_3 และที่สำคัญคือต้องดำเนินการทดสอบใหม่ทั้ง Batch
4. ตรวจสอบผลการคำนวณให้ละเอียด ได้แก่ ตัวเลขที่ได้จากเครื่องมือวิเคราะห์ และการเลือกใช้สูตรที่นำมาคำนวณต้องใช้สูตรให้ตรงกับค่าที่ต้องการแสดงผล เพื่อลดโอกาสในการเกิดความผิดพลาดของผลวิเคราะห์ทดสอบ

5. ขั้นตอนการรายงานผลวิเคราะห์ทดสอบ

เมื่อคำนวณผลและตรวจสอบความถูกต้องของผลวิเคราะห์ทดสอบแล้ว จากนั้นบันทึกผลการคำนวณลงในแบบบันทึกการวัดปริมาณโลหะหนัก (ศทท F 5.4 (10) - 1/1) เพื่อเก็บเป็นหลักฐานการวิเคราะห์ทดสอบประกอบการรายงานผล โดยลงบันทึกในตารางแบบมอบหมายงานและรวบรวมผลวิเคราะห์ทดสอบของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ (ศทท. F-5.8 (3)-1/1)

 **แบบบันทึกการวัดปริมาณโลหะหนักโดยใช้ Atomic Absorption Spectrophotometer**
ห้องปฏิบัติการศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ยี่ห้อ/รุ่น.....PerkinElmer/PinAA900F.....รหัสคุณภาพ.....A57-063.....
วันที่ทดสอบ.....18.....เดือน.....กันยายน.....พ.ศ. 2567.....

ธาตุโลหะหนักที่ทำการวิเคราะห์.....Fe.....
Characteristic Concentration (CC.) Conc.....2.00.....mg/L Abs (±20%).....0.2224.....
Correlation Coefficient (r≥0.995) :0.997975.....
Initial Calibration Verification (ICV)...1.00...ยี่ห้อ...Accu.....Conc 1.039...accuracy=.....103.9...%..... (90-110 %)
Calibration curve ..Fe.....

number	Std. (mg/L)	Abs.
1	0.05	0.0070
2	0.10	0.0087
3	0.20	0.0230
4	0.50	0.0503
5	1.00	0.0998
6	2.00	0.2164
7	3.00	0.2914

ผลการทดสอบปริมาณธาตุโลหะหนัก

ลำดับที่	รหัสปฏิบัติการ	ลักษณะตัวอย่าง	Sample (..mL..)	Final Volume (ml)	Conc. (ที่อ่านจากการคำนวณโดยเครื่อง)			%RPD (±10%)	%Recovery (85-115%)
					1	2	Average		
1	Blank	10%HNO ₃	50	50	-0.005	-	-	-	-
2	12/09/67-0665	น้ำกรอง	50	50	0.073	-	<0.015	-	-
3	17/09/67-0668	น้ำประปา	50	50	0.086	-	<0.015	-	-
4	17/09/67-0668	Spike std.Fe 1.00	50	50	UFM 1.088	UFM 1.100	1.09	-1.0969	100.80
5	Blank (LFB)	Spike std.Fe 1.00	50	50	0.952	-	0.95	-	95.20
6	CCV check	std.Fe 1.00	50	50	1.028	-	1.03	Accuracy = 102.80 %	

ความเข้มข้นของตัวอย่าง จากสูตร $C \text{ (mg/L)} = \frac{C_{\text{sample}} - C_{\text{blank}}}{V_{\text{sample}}}$

การควบคุมคุณภาพผลทดสอบ

1. Relative Percent Different (%RPD) จากสูตร $\frac{|1^{\text{st}} - 2^{\text{nd}} \text{ result}|}{\text{mean of two result}} \times 100$

2. %Recovery จากสูตร $\frac{C_{\text{spiked}} - C_{\text{sample}}}{C_{\text{std}}} \times 100$

ผู้ตรวจสอบ..... () ผู้บันทึก..... ()
วันที่...../...../..... วันที่...../...../.....
แก้ไขครั้งที่.....2.....ออกเมื่อ.....1/02/66..... ศทท F 5.4(10) - 1/1

ภาพที่ 24 ตัวอย่างแบบบันทึกการวัดปริมาณโลหะหนัก

หน้า...../.....

แบบมอบหมายงานและรวบรวมผลการทดสอบ

หมายเลข วิเคราะห์ที่	หมายเลข ปฏิบัติการ	รายการทดสอบ	ผู้มอบหมายงาน		ผู้รับมอบหมายงาน		ผู้บันทึก				
			ลายมือชื่อ	วันที่	ชื่อ	ลายมือชื่อ	วันที่	ผลทดสอบ	หน่วย	ลายมือชื่อ	วันที่
ศท.อต.342/67	15/07/67-0486	pH									
		SO ₄ ⁻			นารีนาถ						
		ความขุ่น									
		Fe									
		Mn			มินา						
		Pb									
		TDS									
		Hardness			รัชพล						
		Cl									
		Coliform Bac			สุภัทรวรา						
		E.Coli									

ผู้ตรวจสอบ
(นางสาวมินา กรมมี)
ตำแหน่ง ผู้จัดการวิชาการ
...../...../.....

แก้ไขครั้งที่...2... ออกเมื่อ...11/09/58....

ศทท-5.8(3)-1/1

ภาพที่ 25 ตัวอย่างแบบมอบหมายงานและรวบรวมผลวิเคราะห์ทดสอบ

จากการปฏิบัติงานในขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการรายงานผลวิเคราะห์ทดสอบ ผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหาที่พบในระหว่างปฏิบัติงาน ที่ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการรายงานผล และระบุแนวทางแก้ไขรวมถึงข้อเสนอแนะเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาในการปฏิบัติงานขึ้น ดังนี้

ปัญหาที่เกิดในการปฏิบัติงาน

นักวิเคราะห์กรอกข้อมูลตัวเลขขอลผลวิเคราะห์ลงในแบบมอบหมายงานไม่ตรงกับแบบบันทึกการวัดปริมาณโลหะหนัก ซึ่งส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการจัดพิมพ์รายงานผลวิเคราะห์ทดสอบ (Test Report)

แนวทางการแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. เมื่อนักวิเคราะห์ต้องทำการตรวจทานข้อมูลที่กรอกลงในแบบบันทึกทั้งสองฉบับให้ถูกต้อง ตรงกัน ก่อนส่งให้กับหัวหน้าห้องปฏิบัติการและเจ้าหน้าที่จัดพิมพ์รายงานผลวิเคราะห์ทดสอบ
2. ให้หัวหน้าห้องปฏิบัติงานทวนสอบข้อมูลผลวิเคราะห์ทดสอบก่อนทุกครั้ง ก่อนจัดพิมพ์รายงาน และตรวจทานความถูกต้องของใบรายงานผลวิเคราะห์ทดสอบอย่างละเอียดก่อนส่งให้ผู้บริหารสูงสุดลงนามรับรองผล

ภาคผนวก

การดูแลรักษาเครื่อง Flame Atomic Absorption Spectrophotometer และข้อควรระวัง

ก่อนการใช้งาน

1. เช็ควoltageปลั๊กไฟก่อนการวิเคราะห์ เพื่อป้องกันไฟกระชากเมื่อกระแสไฟฟ้าไม่คงที่ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อตัวเครื่อง FAAS และ Software ในระบบคอมพิวเตอร์
2. เปิดสวิตเครื่อง FAAS และ Worm Lamp ก่อนการใช้งาน ประมาณ 20-30 นาที เพื่อให้เครื่องมีกระแสคงที่
3. จุ่มสายลงในน้ำ DI เพื่อล้าง Nebulizer และ burner เพื่อทำความสะอาดก่อนการวิเคราะห์ ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนหลังจากการวิเคราะห์ในครั้งที่ผ่านมา
4. ควรตรวจเช็คตัวอย่างให้แน่ใจว่าไม่มีตะกอนหรือของแข็งที่อาจไปอุดตันสายดูดสารก่อนเข้า Spray Chamber
5. เช็คความดันแก๊สให้อยู่ที่ 14-15 psi และปริมาณแก๊ส Acetylene ต้องไม่ต่ำกว่า 80 psi (ถ้าปริมาณแก๊สต่ำกว่าที่กำหนด เมื่อทำการวิเคราะห์จะทำให้เกิดไฟไหม้เกิดความเสียหายบริเวณ Burner head

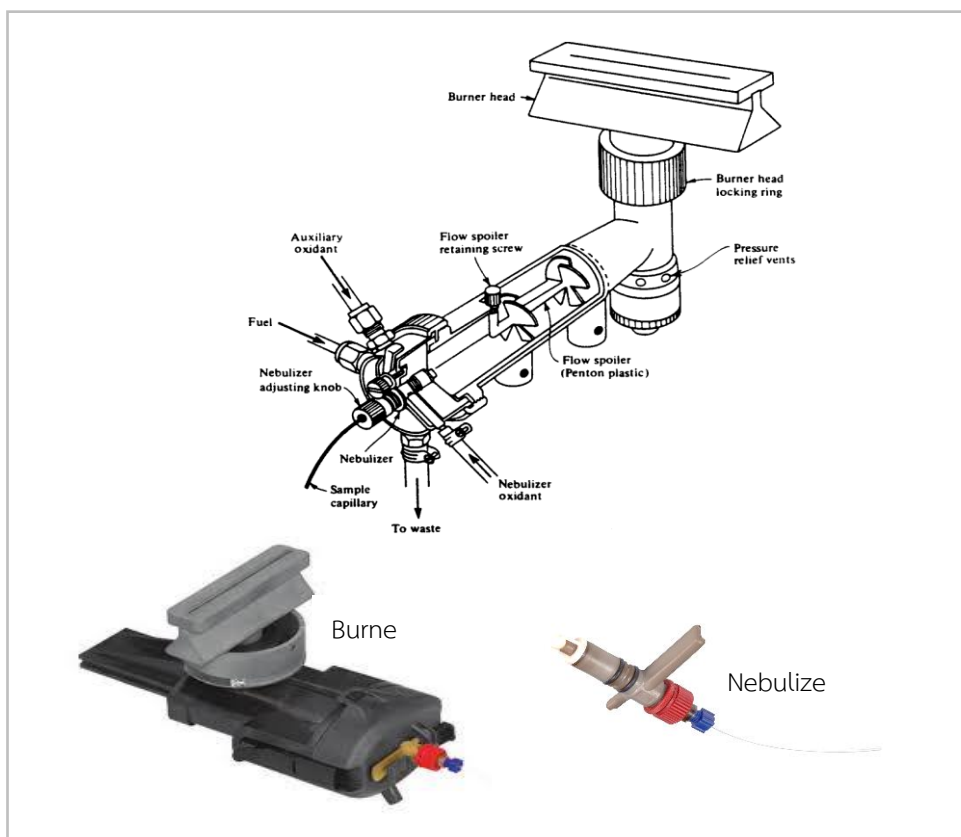
หลังการใช้งาน

1. จุ่มสายลงในน้ำ DI เพื่อล้าง Nebulizer และ Burner เพื่อทำความสะอาดหลังการวิเคราะห์ เพื่อล้างสายและชะล้างสารที่อาจตกค้างภายในให้สะอาด ประมาณ 5 นาที และทิ้งให้แห้งประมาณ 1 นาที ก่อนปิดเปลวไฟ (ในกรณีที่เปลวไฟไม่สม่ำเสมอ ให้ถอด Burner head ออกมาล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง แล้วจึงใส่กลับเข้าไปตำแหน่งเดิม)
2. ก่อนปิดโปรแกรมการวิเคราะห์ ให้ปิด Lamp ทุกครั้ง เพื่อยืดอายุการใช้งานของ Lamp
3. เมื่อปิดสวิตเครื่อง FAAS แล้ว ให้เปิดวาล์วไล่ไอน้ำในบีมอากาศออกให้หมด เพื่อไม่ให้เกิดความชื้นขึ้นที่เครื่องมือ
4. ปิดปลายสายดูดสาร เพื่อไม่ให้มีเศษผง หรือแมลงกัดสาย
5. ปิดถังแก๊ส และไล่แก๊สออกจากสายทุกครั้งหลังการใช้งาน ไม่ให้แก๊สค้างในระบบเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานครั้งถัดไป
6. ดึงปลั๊กออกเมื่อมั่นใจว่า เครื่องมือและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ปิดเรียบร้อยแล้ว
7. ปิดห้องวิเคราะห์ให้สนิท เพื่อป้องกันสัตว์และแมลง เข้าไปกัดสายหรือทำลายอุปกรณ์ในส่วนต่างๆ ภายในเครื่อง FAAS และระบบ

ตารางผนวกที่ 1 แสดงข้อมูล Sensitivity เครื่อง FAAs ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น PinAAcle 900F

Element	Char. Conc. (ppm)	Sensitivity Check Conc. (ppm)	Sensitivity Check Abs. (A)	-20%	+20%	Linear to (ppm)
Ag	0.02	1.1	0.242	0.194	0.290	1
Al	1.1	50	0.200	0.160	0.240	100
As	0.59	25	0.186	0.149	0.224	55
Au	0.18	7	0.171	0.137	0.205	5
B	13	600	0.203	0.162	0.244	400
Ba	0.46	20	0.191	0.153	0.230	20
Be	0.025	1.7	0.299	0.239	0.359	1
Bi	0.16	7.1	0.195	0.156	0.234	15
Ca	0.062	3	0.213	0.170	0.255	5
Cd	0.01	0.5	0.220	0.176	0.264	1
Co	0.053	3	0.249	0.199	0.299	1
Cr	0.078	4	0.226	0.181	0.271	5
Cs	0.1	5	0.220	0.176	0.264	7
Cu	0.025	1.3	0.229	0.183	0.275	1.6
Fe	0.04	2	0.220	0.176	0.264	3
In	0.4	17	0.187	0.150	0.224	40
K	0.02	1	0.220	0.176	0.264	1
Mg	0.004	0.2	0.220	0.176	0.264	0.25
Mn	0.016	1	0.275	0.220	0.330	0.6
Mo	0.67	30	0.197	0.158	0.236	40
Na	0.007	0.3	0.189	0.151	0.226	0.5
Ni	0.06	3	0.220	0.176	0.264	4
Pb	0.18	8	0.196	0.156	0.235	10
Pd	0.11	5	0.200	0.160	0.240	5
Pt	1.1	50	0.200	0.160	0.240	30
Rh	0.1	4.5	0.198	0.158	0.238	7.5
Sb	0.3	15	0.220	0.176	0.264	24
Se	0.3	15	0.220	0.176	0.264	100
Si	2.1	100	0.210	0.168	0.251	150
Sn	3.2	150	0.206	0.165	0.248	400
Ti	1.8	80	0.196	0.156	0.235	100
V	1.9	90	0.208	0.167	0.250	200
Zn	0.006	0.3	0.220	0.176	0.264	0.75

ที่มา : บริษัท Perkin Elmer



ภาพที่ 26 Burner และ Nebulizer
ที่มา : Perkin-Elmer Corporation, 2007



ภาพที่ 27 Hollow cathode Lamp



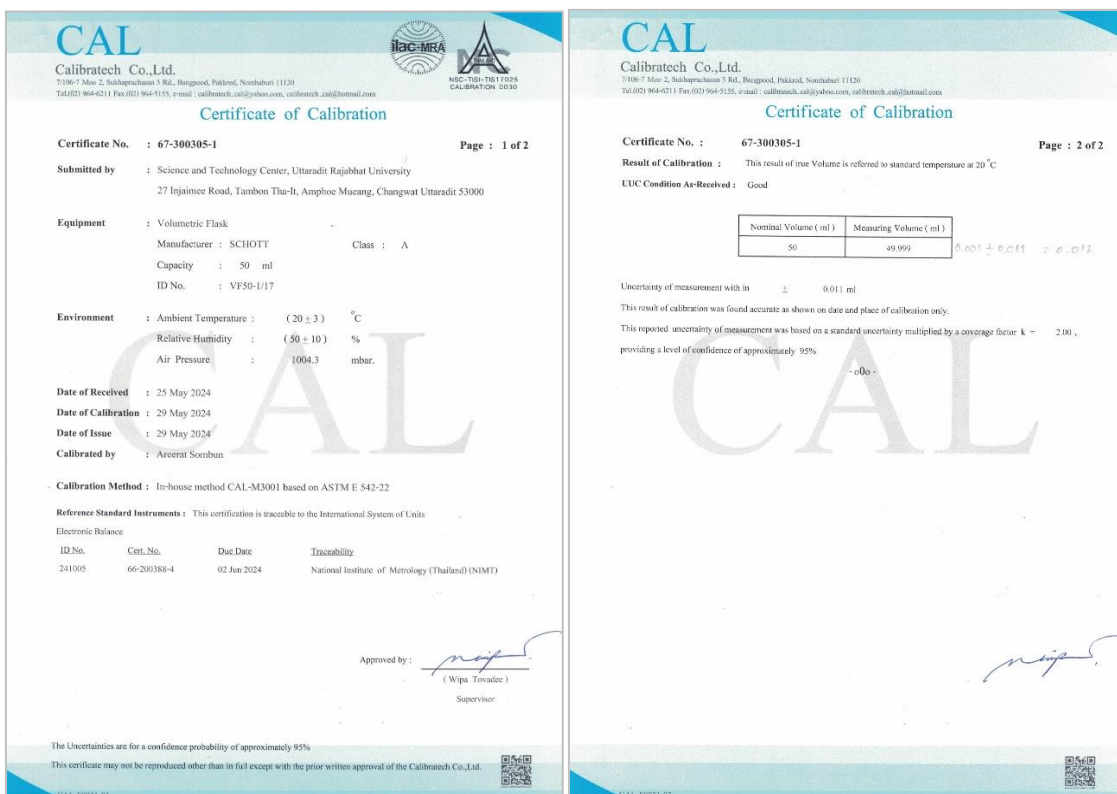
ภาพที่ 28 ลักษณะของเปลวไฟ ที่ใช้แก๊ส Acetylene จะมีสีเขียวอมน้ำเงิน



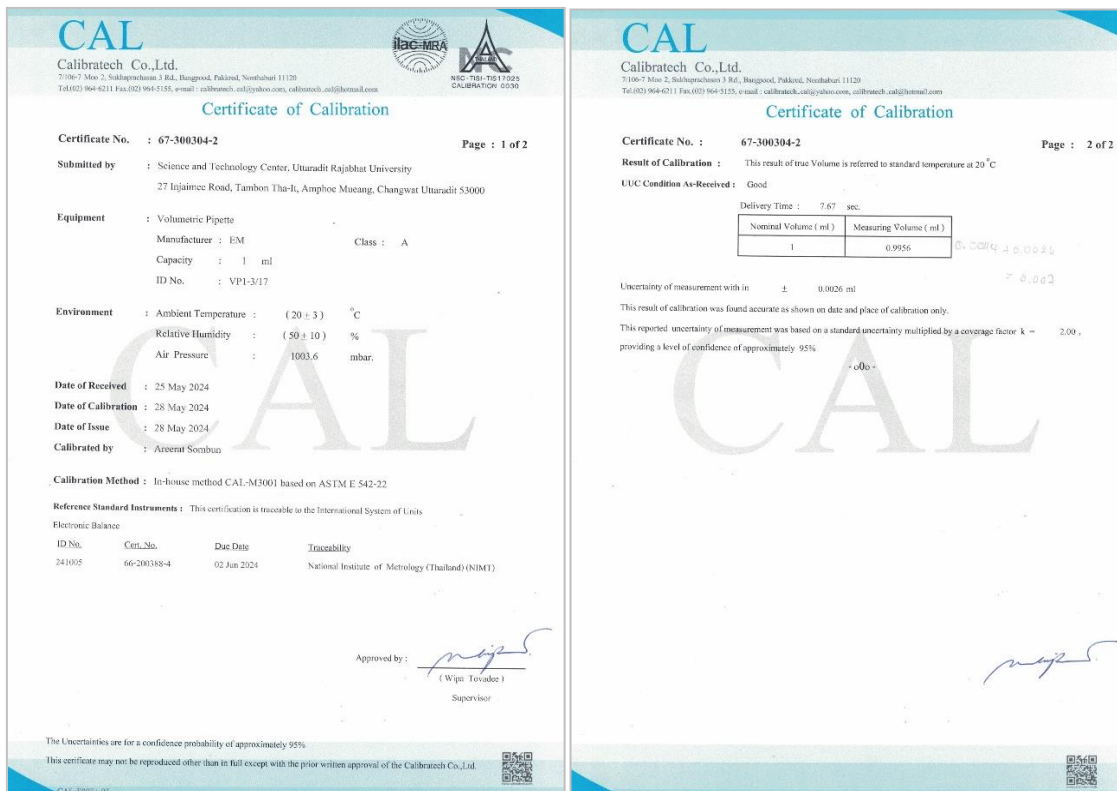
ภาพที่ 29 ถังแก๊ส Acetylene และเกรว็ดความดันภายในถังและความดันเข้าเครื่อง FAAS



ภาพที่ 30 Volumetric Flask 50 มิลลิลิตร และ Beaker 250 มิลลิลิตร



ภาพที่ 31 ตัวอย่าง Certificate เครื่องแก้ววัดปริมาตร Volumetric Flask



ภาพที่ 32 ตัวอย่าง Certificate เครื่องแก้ววัดปริมาตร Volumetric Pipette



มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้

คุณลักษณะทางกายภาพ	รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
	สี (Colour)	5 (หน่วยแพลทินัม-โคบอลต์)	15 (หน่วยแพลทินัม-โคบอลต์)
	ความขุ่น (Turbidity)	5 (หน่วยความขุ่น)	20 (หน่วยความขุ่น)
	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.0-8.5	6.5-9.2
คุณลักษณะทางเคมี	รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด (มิลลิกรัมต่อลิตร)
	เหล็ก (Fe)	ไม่เกิน 0.5	1.0
	แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 0.3	0.5
	ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 1.0	1.5
	สังกะสี (Zn)	ไม่เกิน 5.0	15
	ซัลเฟต (SO ₄)	ไม่เกิน 200	250
	คลอไรด์ (Cl)	ไม่เกิน 250	600
	ฟลูออไรด์ (F)	ไม่เกิน 0.7	1.0
	ไนเตรต (NO ₃)	ไม่เกิน 45	45
	ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness as CaCO ₃)	ไม่เกิน 300	500
	ความกระด้างถาวร (Non-carbonate hardness as CaCO ₃)	ไม่เกิน 200	250
	ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total Dissolved Solids)	ไม่เกิน 600	1,200
คุณลักษณะที่เป็นพิษ	รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด (มิลลิกรัมต่อลิตร)
	สารหนู (As)	ต้องไม่มี	0.05
	ไซยาไนด์ (CN)	ต้องไม่มี	0.1
	ตะกั่ว (Pb)	ต้องไม่มี	0.05
	ปรอท (Hg)	ต้องไม่มี	0.001
	แคดเมียม (Cd)	ต้องไม่มี	0.01
ซีลีเนียม (Se)	ต้องไม่มี	0.01	
คุณลักษณะทางแบคทีเรีย	รายการ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	
	แบคทีเรียทั้งหมดในน้ำ (Total Bacteria)	ไม่เกิน 500 โคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร	
	จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำ (Total Coliform Bacteria)	น้อยกว่า 2.2 ต่อร้อยลูกบาศก์เซนติเมตร	
เชื้ออี.โคไล (E.coli)	ต้องไม่มี		

ภาพที่ 33 มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้
ที่มา : กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2564



ประกาศกรมอนามัย
เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ กรมอนามัย
พ.ศ. ๒๕๖๓

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ พ.ศ. ๒๕๕๓ ให้ทันต่อสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน สนับสนุนนโยบายการพัฒนาคุณภาพชีวิตและการจัดสภาวะแวดล้อมที่เอื้อต่อการมีสุขภาพดีของประชาชน รวมทั้งเป็นการยกระดับคุณภาพมาตรฐานน้ำประปาตามบทบาทภารกิจของกรมอนามัย เพื่อให้ประชาชนมีน้ำบริโภคที่สะอาดและปลอดภัย อันจะส่งผลให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๒ แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. ๒๕๓๔ อธิบดีกรมอนามัยจึงออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศกรมอนามัย เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ กรมอนามัย พ.ศ. ๒๕๖๓”

ข้อ ๒ ให้ยกเลิก ประกาศกรมอนามัย เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ ลงวันที่ ๑๓ ตุลาคม ๒๕๕๓

ข้อ ๓ ในประกาศนี้

“น้ำประปาดื่มได้” หมายความว่า น้ำประปาที่มีการควบคุมคุณภาพตั้งแต่ระบบผลิตจนถึงบ้านผู้ใช้น้ำ ให้มีคุณภาพเป็นไปตามประกาศนี้

ข้อ ๔ กำหนดคุณภาพน้ำประปา เพื่อรับรองเป็นน้ำประปาดื่มได้ โดยต้องมีคุณภาพไม่ด้อยไปกว่าเกณฑ์กำหนด ดังต่อไปนี้

(๑) คุณภาพน้ำทางกายภาพ

(ก) ความขุ่น (Turbidity) ต้องมีค่าไม่เกิน ๕ เอ็นทียู

(ข) สีปรากฏ (Apparent color) ต้องมีค่าไม่เกิน ๑๕ แพลตตินัมโคบอลท์

(ค) ความเป็นกรดและด่าง (pH) ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง ๖.๕ - ๘.๕

(๒) คุณภาพน้ำทางเคมีทั่วไป

(ก) ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total dissolved solids) ต้องมีค่าไม่เกิน ๕๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(ข) ความกระด้าง (Hardness as CaCO₃) ต้องมีค่าไม่เกิน ๓๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(ค) ซัลเฟต (Sulfate) ต้องมีค่าไม่เกิน ๒๕๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(ง) คลอไรด์ (Chloride) ต้องมีค่าไม่เกิน ๒๕๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(จ) ไนเตรท (Nitrate as NO₃⁻) ต้องมีค่าไม่เกิน ๕๐ มิลลิกรัมต่อลิตร

(ฉ) ไนไตรท์ (Nitrite as NO₂⁻) ต้องมีค่าไม่เกิน ๓ มิลลิกรัมต่อลิตร

(ช) ฟลูออไรด์ (Fluoride) ต้องมีค่าไม่เกิน ๐.๗ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๓) คุณภาพน้ำทางโลหะหนักทั่วไป

(ก) เหล็ก (Iron) ต้องมีค่าไม่เกิน ๐.๓ มิลลิกรัมต่อลิตร

(ข) แมงกานีส (Manganese) ต้องมีค่าไม่เกิน ๐.๓ มิลลิกรัมต่อลิตร

(ค) ทองแดง (Copper) ต้องมีค่าไม่เกิน ๑ มิลลิกรัมต่อลิตร

(ง) สังกะสี (Zinc) ต้องมีค่าไม่เกิน ๓ มิลลิกรัมต่อลิตร

๒

(๔) คุณภาพน้ำทางโลหะหนักที่เป็นพิษ

- (ก) ตะกั่ว (Lead) ต้องมีค่าไม่เกิน ๐.๐๑ มิลลิกรัมต่อลิตร
- (ข) โครเมียมรวม (Total chromium) ต้องมีค่าไม่เกิน ๐.๐๕ มิลลิกรัมต่อลิตร
- (ค) แคดเมียม (Cadmium) ต้องมีค่าไม่เกิน ๐.๐๐๓ มิลลิกรัมต่อลิตร
- (ง) สารหนู (Arsenic) ต้องมีค่าไม่เกิน ๐.๐๑ มิลลิกรัมต่อลิตร
- (จ)ปรอท (Mercury) ต้องมีค่าไม่เกิน ๐.๐๐๑ มิลลิกรัมต่อลิตร

(๕) คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย

- (ก) โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total coliforms bacteria) ต้องตรวจไม่พบต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร หรือต้องมีค่า < ๑.๑ เอ็มพีเอ็นต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร
- (ข) อีโคไล (*Escherichia coli*) ต้องตรวจไม่พบต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร หรือต้องมีค่า < ๑.๑ เอ็มพีเอ็นต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร

ข้อ ๕ การตรวจวิเคราะห์ วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างคุณภาพน้ำประปาตามข้อ ๔ จะต้องเป็นไปตามวิธีการตามหนังสือ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Edition 23rd ed., 2017 APHA AWWA WEF

ประกาศ ณ วันที่ ๑๓ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓
 พรรณทิมล วิปุลากร
 อธิบดีกรมอนามัย

เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้

พารามิเตอร์	หน่วยวัด	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
ด้านกายภาพ			
ความขุ่น (Turbidity)	เอ็นทียู	ไม่เกิน ๕	Nephelometry
สีปรากฏ (Apparent color)	แพลตตินัมโคบอลท์	ไม่เกิน ๑๕	Spectrophotometric-single-wavelength, visual comparison method
ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	๖.๕ - ๘.๕	Electrometric method
ด้านเคมีทั่วไป			
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total dissolved solids)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๕๐๐	TDS dried at ๑๘๐ องศาเซลเซียส, Gravimetric, Electrometric method
ความกระด้าง (Hardness)	มิลลิกรัมต่อลิตร (as CaCO ₃)	ไม่เกิน ๓๐๐	EDTA titrimetric
ซัลเฟต (Sulfate)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๒๕๐	Turbidimetry, ion chromatography
คลอไรด์ (Chloride)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๒๕๐	Argentometry, ion chromatography
ไนเตรท (Nitrate)	มิลลิกรัมต่อลิตร (as NO ₃ ⁻)	ไม่เกิน ๕๐	Cadmium reduction, ion chromatography, spectrophotometry
ไนไตรท์ (Nitrite)	มิลลิกรัมต่อลิตร (as NO ₂ ⁻)	ไม่เกิน ๓	Cadmium reduction, ion chromatography, spectrophotometry
ฟลูออไรด์ (Fluoride)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๗	ion chromatography, SPADNS colorimetric method, ion-selective electrode
ด้านเคมี (โลหะหนัก)			
เหล็ก (Iron)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๓	AAS (flame), ICP, spectrophotometry
แมงกานีส (Manganese)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๓	AAS (flame), ICP, spectrophotometry
ทองแดง (Copper)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๑	AAS (flame), ICP, spectrophotometry
สังกะสี (Zinc)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๓	AAS (flame), ICP, spectrophotometry
ด้านเคมี (โลหะหนักที่เป็นพิษ)			
ตะกั่ว (Lead)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๐๑	AAS (graphite furnace), ICP
โครเมียมรวม (Total chromium)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๐๕	AAS (graphite furnace), ICP
แคดเมียม (Cadmium)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๐๐๓	AAS (graphite furnace), ICP
สารหนู (Arsenic)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๐๑	AAS (vapor generation technique), ICP, graphite furnace
ปรอท (Mercury)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน ๐.๐๐๑	AAS (vapor generation technique), ICP, Automatic direct mercury analyzer
ด้านชีวภาพ			
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total coliforms bacteria)	ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร	ไม่พบ	Presence-Absence Test
	เอ็มพีเอ็น ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร	น้อยกว่า ๑.๑	MPN method
อีโคไล (<i>Escherichia coli</i>)	ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร	ไม่พบ	Presence-Absence Test
	เอ็มพีเอ็น ต่อ ๑๐๐ มิลลิลิตร	น้อยกว่า ๑.๑	MPN method

หมายเหตุ : - วิธีวิเคราะห์ในแต่ละพารามิเตอร์ ให้เลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่งในการตรวจวัด

- คลอรีนอิสระคงเหลือ (Residual chlorine) กำหนดให้มีที่ปลายเส้นท่อ ๐.๒ - ๐.๕ มิลลิกรัมต่อลิตรใช้ในระบบการเผื่อระวังคุณภาพน้ำประปา

ภาพที่ 34 เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้

ที่มา : กรมอนามัย, 2563

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2564). *ทำไมต้องวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล*.
<https://www.dgr.go.th/th/newsAll/124/4620>
- กรมอนามัย. (2563). *ประกาศกรมอนามัยเรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ กรมอนามัย พ.ศ. 2563*. <https://foodsafety.anamai.moph.go.th/th/water-quality/download/?did=204437&id=72141&reload=>
- ฐิติรัตน์ จารุวระกุล. (2548). *หลักการและการแก้ปัญหาเครื่องอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโทรมิเตอร์*. กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. รายงานวิชาการ ฉบับที่ สอพ. 6/2548.
- เพอร์กินเอลเมอร์. (2555). *คู่มือการใช้และการบำรุงรักษาเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer และคู่มือ Software WinLab32™ for AA : For PinAAcle 900F*. เพอร์กินเอลเมอร์.
- มันสิน ตันกุลเวศม์. (2546). *คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ*. พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- แมน อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม. (2534). *หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ*. โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- Lipps, W.C., Braun-Howland, E.B. & Baxter, T. (eds.). (2017). *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 24th ed. APHA/AWWA/WEF.
- Perkin-Elmer Corporation. (2007). *The nebulizer and assembly for flame AAS*.
https://www.researchgate.net/figure/The-nebulizer-and-burner-assembly-for-flame-AAS-Reproduction-courtesy-of-Perkin-Elmer_fig1_233461762.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวมีนา กรมมี
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 120 ถนนอินใจมี ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000
โทรศัพท์	083-9554967
อีเมล	Meaw4967@gmail.com
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ (2548) วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2551)
ประสบการณ์ทำงาน	พ.ศ. 2551 – ปัจจุบัน ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ หน่วยงาน ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์