

คู่มือ

การตรวจวัดค่าความเข้มข้นในอากาศโดยการวิเคราะห์กลิ่นด้วยการดม (Sensory Test)



จัดทำโดย

กลุ่มมาตรฐานวิธีการวิเคราะห์ทดสอบมลพิษและทะเบียนห้องปฏิบัติการ

กองวิจัยและเตือนภัยมลพิษโรงงาน

กรมโรงงานอุตสาหกรรม

คำนำ

กลิ่นในอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นอีกหนึ่งปัญหาของมลพิษทางอากาศที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นและยังส่งผลกระทบต่อประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงกับโรงงาน ซึ่งมีแหล่งกำเนิดจากการประกอบกิจการโรงงาน เช่น ประกอบกิจการเกี่ยวกับเครื่องปรุงหรือเครื่องประกอบอาหาร อาหารสัตว์ ซากาแฟ โกโก้ ช็อกโกแลต หรือจากบ่อบำบัดน้ำเสีย กระทรวงอุตสาหกรรมโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ให้ความหมาย “กลิ่น” หมายความว่า สิ่งเจือปนในอากาศที่รู้ได้ด้วยจมูกของคนหรือเครื่องมือวิเคราะห์ และกำหนดค่าความเข้มข้นที่ระบายออกนอกโรงงานไม่ให้เกินค่าที่กำหนดตามความในกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานวิธีการตรวจสอบกลิ่นในอากาศจากโรงงาน พ.ศ.2548 บังคับใช้โรงงานจำนวน 23 ประเภท ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงงานประเภทผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร อาหาร และเครื่องดื่ม

กลุ่มมาตรฐานวิธีการวิเคราะห์ทดสอบมลพิษและทะเบียนห้องปฏิบัติการ กองวิจัยและเตือนภัยมลพิษโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีการกิจในการตรวจ วัด วิเคราะห์ สารมลพิษอุตสาหกรรม รวมถึงกำหนดมาตรฐาน เทคนิค และจัดทำคู่มือวิธีการตรวจวัดวิเคราะห์ ทดสอบมลพิษอุตสาหกรรมของประเทศ จึงได้จัดทำคู่มือการตรวจวัดค่าความเข้มข้นกลิ่นในอากาศโดยการวิเคราะห์กลิ่นด้วยการดม (Sensory Test) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เจ้าหน้าที่และผู้เกี่ยวข้องนำไปปฏิบัติในการเก็บตัวอย่างกลิ่น ทำการตรวจวัดค่าความเข้มข้นที่บริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงาน และค่าความเข้มข้นที่ปล่อยระบายอากาศของโรงงาน ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง น่าเชื่อถือ และเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด

คณะผู้จัดทำ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจทั่วไป อันจะทำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ทำให้การประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมอยู่คู่กับชุมชนได้อย่างยั่งยืนต่อไป

ตุลาคม 2566

สารบัญ

	หน้า
1.นิยาม	3
2.การเก็บตัวอย่างกลิ่น	3
3.การตรวจวัดค่าความเข้มข้นในอากาศจากโรงงาน	5
4.การรายงานผล	11
 ภาคผนวก	
- แบบฟอร์ม	12
- ตัวอย่าง	20

การตรวจวัดค่าความเข้มข้นในอากาศจากโรงงาน โดยการวิเคราะห์กลิ่นด้วยการดม (Sensory Test)

1. นิยาม

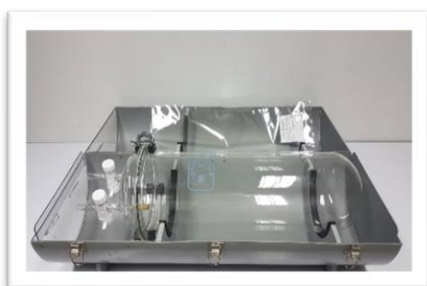
- 1.1 คณะกรรมการทดสอบกลิ่น หมายถึง คณะกรรมการที่แต่งตั้งโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อดำเนินการตรวจวัดค่าความเข้มข้นในอากาศจากโรงงาน
- 1.2 ผู้ทดสอบกลิ่น (Panelist) หมายถึง บุคคลที่ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นผู้ทดสอบกลิ่นจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม
- 1.3 เจ้าหน้าที่ทดสอบ (Operator) หมายถึง เจ้าหน้าที่ของห้องปฏิบัติการที่ผ่านการฝึกอบรมจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม ทำหน้าที่เก็บและเตรียมตัวอย่างกลิ่น รวมถึงการคำนวณความเข้มข้น

2. การเก็บตัวอย่างกลิ่น

การเก็บตัวอย่างกลิ่นในอากาศให้ดำเนินการดังนี้

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 2.1.1 อุปกรณ์ดูดตัวอย่างอากาศ (Sampling Box or Bottle) ที่ใช้หลักการทำสุญญากาศ (Vacuum) วัสดุทำจาก Inert material หรือสแตนเลส หรือแก้ว หรือวัสดุอื่นๆ ที่ไม่ดูดซับกลิ่น
- 2.1.2 ถุงเก็บตัวอย่างอากาศ (Sampling Bag) วัสดุทำจาก Polyvinyl Fluoride หรือ Polyester หรือ Polypropylene หรือ Polyethylene ขนาดปริมาตร ๓ – ๒๐ ลิตร
- 2.1.3 ปัม (Pump) ชนิดไดอะแฟรม (Diaphragm Pump) หรือปราศจากน้ำมัน (Oil Free Pump)
- 2.1.4 สายยาง (Tube) ใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่างปั๊ม ถุงเก็บตัวอย่างกลิ่นและอุปกรณ์ดูดตัวอย่างอากาศ ทำจากวัสดุเทฟลอน (Teflon) หรือไทกอน (Tygon) หรือซิลิโคน
- 2.1.5 อุปกรณ์ชักตัวอย่างกลิ่นจากปล่องระบายอากาศ ได้แก่ ท่อชักตัวอย่าง (Sampling probe) อุปกรณ์ดักจับไอน้ำ (Moisture trap) และอุปกรณ์ดักจับฝุ่น (Glass wool)



2.2 การเก็บตัวอย่างกลิ่นที่ปล่องระบาย

2.2.1 ให้เก็บตัวอย่างอากาศด้วยหลักการดูดตัวอย่างอากาศเข้าสู่ถุงเก็บตัวอย่างแบบไม่ผ่านปั๊ม (Indirect Sampling Pump)

2.2.2 กรณีที่ปล่องระบายมีฝุ่นละออง ให้ใช้อุปกรณ์ดักจับฝุ่นละอองก่อนดูดเข้าถุงเก็บตัวอย่าง เช่น Glass Wool เป็นต้น

2.2.3 กรณีปล่องระบายที่มีความชื้นสูง อาจใช้ชุดอุปกรณ์ดักไอน้ำ (Moisture Trap หรือ Cooling Trap) หรืออื่นๆ เพื่อดักจับไอน้ำในอากาศก่อนเข้าสู่ถุงเก็บตัวอย่าง ระวังไม่เลือกใช้อุปกรณ์ดักไอน้ำที่เกิดการดูดซับกลิ่นก่อนเข้าสู่ถุงเก็บตัวอย่างอากาศ



2.3 การเก็บตัวอย่างกลิ่นที่บริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงาน

2.3.1 ให้เก็บตัวอย่างด้วยหลักการดูดตัวอย่างอากาศเข้าสู่ถุงเก็บตัวอย่างแบบไม่ผ่านปั๊ม (Indirect Sampling Pump)

2.3.2 ให้ใช้วิธีการเก็บแบบสุญญากาศ (Vacuum) โดยลดความดันในอุปกรณ์ดูดตัวอย่างอากาศ ปิดทางเข้าออกอากาศของอุปกรณ์ดูดตัวอย่างอากาศให้สนิท ถี้อุปกรณ์ดูดตัวอย่างอากาศซึ่งเป็นสุญญากาศแล้วไปยังตำแหน่งบริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงานด้านทิศทางใต้ลม เมื่อได้กลิ่นจากโรงงานให้เปิดทางเดินอากาศเพื่อให้อากาศไหลเข้าสู่อุปกรณ์ดูดตัวอย่างอากาศจนเต็ม และปิดถุงเก็บตัวอย่างอากาศ รักษาตัวอย่างในที่มืดและระมัดระวังอุณหภูมิสูง



2.4 ทำการเก็บตัวอย่างกลิ่นและทดสอบกลิ่นภายในวันเดียวกัน หรือเก็บตัวอย่างกลิ่นล่วงหน้าหนึ่งวันก่อนวันที่วิเคราะห์กลิ่นด้วยการดม

3. การตรวจวัดค่าความเข้มข้นในอากาศจากโรงงาน

ทำการตรวจวัดด้วยวิธี Triangular Odour Bag Method ดังนี้

3.1 ห้องทดสอบกลิ่นมีคุณลักษณะทั่วไป ดังนี้

- 3.1.1 เป็นห้องที่สบาย ไม่มีกลิ่น ไม่มีคนเข้าออกรบกวนผู้ทดสอบกลิ่น
- 3.1.2 ไม่อยู่ใกล้ห้องที่มีกลิ่น เช่น ห้องส้วม ห้องครัว เป็นต้น
- 3.1.3 ไม่สามารถมองเห็นการทำงานของเจ้าหน้าที่ทดสอบ (Operator)
- 3.1.4 อุณหภูมิห้องอยู่ระหว่าง 17 – 35 °C ความชื้น 40 – 70%

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์ทดสอบการรับรู้กลิ่น

3.2.1.1 แผ่นกระดาษทดสอบ (Smell Strip)

3.2.1.2 ฐานรองแผ่นกระดาษทดสอบกลิ่น

3.2.1.3 สารมาตรฐานกลิ่น 5 ชนิด ได้แก่

- (1) Beta Phenylethyl alcohol [$C_9H_{10}O$] กลิ่นดอกไม้
- (2) Methyl Cyclopentenolone [$C_6H_8O_2$] กลิ่นไหม้
- (3) Isovaleric acid [$C_5H_{10}O_2$] กลิ่นเน่า
- (4) Gamma Undecalactone [$C_{11}H_{20}O_2$] กลิ่นผลไม้
- (5) Skatole [C_9H_8N] กลิ่นอุจจาระ

3.2.1.4 สาร Liquid Parafin สารไม่มีกลิ่นมาตรฐาน

3.2.1.5 ดินสอ สำหรับใช้บันทึกการเตรียมและบันทึกกระดาษคำตอบไม่ใช้ปากกา

เพราะหมึกอาจมีกลิ่น



3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์การวิเคราะห์กลิ่น

3.2.2.1 ปั๊ม (Pump) ชนิดไดอะแฟรม (Diaphragm) หรือปราศจากน้ำมัน (Oil Free Pump) หรือ Carbon Plate Pump

3.2.2.2 เครื่องกรองอากาศ ประกอบด้วยกระบอกทำจากแก้วหรือพลาสติกใส ภายในบรรจุผงถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) ด้านบนมีท่อแก้วปลายเปิดหลายทางสำหรับสวมถุงทดสอบกลิ่นเพื่อเติมอากาศสะอาดในถุง ดูแลถ่านกัมมันต์ให้มีประสิทธิภาพ เปลี่ยนถ่านกัมมันต์เมื่อเสื่อมสภาพ

3.2.2.3 กระบอกฉีดยา (Air Tight Syringe หรือ Gas Tight Syringe) ทำจากแก้ว มีขีดบอกปริมาตรที่สามารถใช้เตรียมปริมาตรตัวอย่างอากาศ

3.2.2.4 ถุงทดสอบกลิ่น (Odour Bag) ขนาดปริมาตร 3 ลิตร ทำด้วยวัสดุ Polyvinyl Fluoride หรือ Polyester หรือ Polypropylene หรือ Polyethylene หรือวัสดุที่ไม่ดูดซับกลิ่น มีหลอดแก้วสวมติดที่ มุมหนึ่ง ปิดด้วยจุกซิลิโคน (Silicone) ติดหมายเลขสัญลักษณ์ 1, 2 และ 3



3.2.3 ผู้ทดสอบกลิ่น (Panelist) ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นคณะกรรมการทดสอบกลิ่นของ กรมโรงงานอุตสาหกรรม จำนวนไม่น้อยกว่า 6 คน

3.3 วิธีทดสอบการรับรู้กลิ่น

การดำเนินการเพื่อขึ้นทะเบียนเป็นผู้ทดสอบกลิ่นหรือคณะกรรมการทดสอบกลิ่นให้ทำดังนี้

3.3.1 เตรียมแผ่นกระดาษทดสอบกลิ่น (Smell Strip) จำนวน 5 แผ่น ใช้ดินสอเขียน หมายเลข 1-5 บนแผ่นกระดาษทดสอบกลิ่นด้านปลายที่ไม่มีรอยขีด หรือใช้วิธีกำหนดหมายเลขไว้ที่ฐานรอง แผ่นกระดาษทดสอบกลิ่น

3.3.2 จุ่มแผ่นกระดาษทดสอบกลิ่น 2 แผ่นในสารมาตรฐานกลิ่นที่ 1 และจุ่มแผ่นกระดาษทดสอบกลิ่นที่เหลืออีก 3 แผ่นในสาร Liquid Paraffin การจุ่มสารทดสอบกลิ่นให้มีความลึกไม่น้อยกว่า 1 เซนติเมตร เท่ากันทุกแผ่น

3.3.3 นำแผ่นกระดาษทดสอบกลิ่นที่จุ่มสารมาตรฐานกลิ่นแล้ว ไปวางไว้ฐานรองแผ่นกระดาษทดสอบกลิ่น การจัดวางตำแหน่งหมายเลขกระดาษทดสอบกลิ่นไม่ควรใช้ที่หมายเลขติดกัน เช่น 1, 2 หรือ 4, 5 เป็นต้น

3.3.4 ให้ผู้ทดสอบกลิ่นดมแผ่นกระดาษทดสอบกลิ่น โดยนำมาใกล้จมูกทีละแผ่น จนครบ 5 แผ่น และบันทึกคำตอบหมายเลขแผ่นกระดาษทดสอบที่ผู้ทดสอบกลิ่นได้รับรู้กลิ่น จำนวน 2 คำตอบตามแบบ ก-1 และแบบ ก-2 ดังภาคผนวก

3.3.5 เมื่อทดสอบกลิ่นเสร็จแล้ว ให้ทิ้งแผ่นกระดาษทดสอบกลิ่นลงในถุงพลาสติก รััดถุงพลาสติกให้แน่น

3.3.6 ทำซ้ำข้อ 3.3.1 – 3.3.5 โดยเปลี่ยนใช้สารมาตรฐานกลิ่นที่ 2 – 5 จนครบสารมาตรฐานกลิ่นทั้ง 5 ชนิด

3.3.7 ผู้ทดสอบกลิ่นที่ตอบถูกทั้งหมดจะถือว่าผ่านการทดสอบและจะได้รับการคัดเลือกเพื่อขึ้นทะเบียนเป็นผู้ทดสอบกลิ่น กรณีผู้ทดสอบกลิ่นที่ตอบผิด 1 ข้อ ให้ทำการทดสอบกลิ่นนั้น ใหม่

3.3.8 กรณีเป็นการทดสอบการรับรู้กลิ่นเพื่อขึ้นทะเบียนเป็นคณะกรรมการทดสอบกลิ่นของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ให้ดำเนินการตามข้อ 3.3.1 – 3.3.6



ทั้งนี้ ผู้ทดสอบกลิ่นที่ได้ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรมแล้ว ตามข้อ 3.2.3 ต้องผ่านการทดสอบการรับรู้กลิ่นตามข้อ 3.3.1 – 3.3.7 ก่อนจึงจะดำเนินการวิเคราะห์ความเข้มข้นตามข้อ 3.5 ต่อไป

3.4 การเตรียมตัวอย่างกลิ่น เมื่อห้องปฏิบัติการรับตัวอย่างให้เจ้าหน้าที่ทดสอบ ดำเนินการดังนี้

3.4.1 จัดเตรียมเครื่องกรองอากาศ พร้อมอุปกรณ์ท่อแก้ว

3.4.2 ใส่ถุงทดสอบกลิ่น (Odour Bag) ที่ติดหมายเลข 1 2 และ 3 ที่ด้านบนเครื่องกรองอากาศ ปิดปั๊มเพื่ออุดอากาศเข้าถุงทดสอบกลิ่นจนเต็ม ปิดด้วยจุกซิลิโคน

3.4.3 ใช้กระบอกฉีดยา (Syringe) พร้อมเข็มดูดตัวอย่างอากาศที่มีกลิ่นจากถุงเก็บตัวอย่างตามปริมาตรตัวอย่างอากาศที่กำหนดไว้ตามข้อ 3.4.6 (หากมีกลิ่นแรงให้เลือกอัตราส่วนการเจือจางมาก) ฉีดตัวอย่างใส่ถุงทดสอบกลิ่น 1 ถุง บริเวณฉลากหมายเลขถุงและปิดตำแหน่งที่ฉีดตัวอย่างด้วยเทปใส บันทึกหมายเลขถุงที่ใส่ตัวอย่างกลิ่น

3.4.4 ใช้เข็มเจาะรูที่บริเวณฉลากหมายเลขถุงทดสอบกลิ่นที่เหลืออีก 2 ถุงปิดด้วยเทปใสเช่นเดียวกับใบแรกที่ใส่ตัวอย่างกลิ่น เพื่อไม่ให้ผู้ทดสอบกลิ่นเห็นความแตกต่างของถุงทดสอบกลิ่นทั้ง 3 ถุง

3.4.5 เตรียมชุดทดสอบกลิ่นตามข้อ 3.4.2 – 3.4.3 จำนวน 6 ชุด สำหรับผู้ทดสอบกลิ่น (Panelist) จำนวน 6 คน โดยใช้ปริมาตรตัวอย่างอากาศ (อัตราส่วนการเจือจาง) เท่ากัน หมายเลขถุงที่มีกลิ่นสำหรับผู้ทดสอบกลิ่นแต่ละคนอาจกำหนดให้แตกต่างกันได้ บันทึกข้อมูลหมายเลขชุดทดสอบกลิ่นที่มีตัวอย่างกลิ่น และปริมาตรตัวอย่างกลิ่น (อัตราส่วนการเจือจาง) ตามแบบ ป.1-1 หรือ แบบ ร.1-1

3.4.6 การกำหนดอัตราส่วนการเจือจางอากาศ พิจารณาตามความแรงของกลิ่นหรือความเข้มข้นของกลิ่น โดยทั่วไปมักใช้อัตราส่วนการเจือจางอากาศเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่า เช่น 30, 100, 300, ถ้าอัตราส่วนการเจือจาง 100,000 ให้เจือจางตัวอย่างกลิ่น 2 ครั้ง คือ ขั้นแรกเจือจางตัวอย่างกลิ่นในชุดทดสอบกลิ่น 1,000 เท่า แล้วใช้อากาศจากถุงนี้เจือจางต่อในชุดทดสอบกลิ่นอีกใบ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ตัวอย่างกลิ่นปริมาตรน้อยๆ ซึ่งคลาดเคลื่อนได้มาก

ตัวอย่างแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการเจือจางและปริมาตรตัวอย่างกลิ่น
(สำหรับชุดทดสอบกลิ่นขนาดปริมาตร 3 ลิตร)

ปริมาตรตัวอย่างกลิ่น	อัตราส่วนการเจือจาง
๓๐๐ mL	๑๐
๑๐๐ mL	๓๐
๓๐ mL	๑๐๐
๑๐ mL	๓๐๐
๓ mL	๑,๐๐๐
๑ mL	๓,๐๐๐
๓๐๐ µL	๑๐,๐๐๐
๑๐๐ µL	๓๐,๐๐๐
๓๐ µL	๑๐๐,๐๐๐

3.5 การวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นกลิ่น

3.5.1 การวิเคราะห์กลิ่นจากปล่องระบาย

(1) ผู้ทดสอบกลิ่นแต่ละคนจะได้รับชุดทดสอบกลิ่น 3 ใบ ต่อหนึ่งอัตราส่วนการเจือจาง ซึ่งเป็นถุงบรรจุตัวอย่างกลิ่นเจือจางด้วยอากาศในอัตราส่วนที่กำหนด 1 ใบ และถุงบรรจุอากาศไม่มีกลิ่น 2 ใบ

(2) ให้ผู้ทดสอบกลิ่นแต่ละคน ดมกลิ่นตัวอย่างในถุงทั้ง 3 ใบ ทีละถุงจนครบทั้ง 3 ใบ โดยใช้มือข้างหนึ่งถือปากถุงเข้ามาใกล้จมูกใช้มืออีกข้างกดถุงเบาๆ อย่าพ่นลมหายใจเข้าถุง

(3) ให้ผู้ทดสอบกลิ่นเลือกหมายเลขถุงที่มีกลิ่นและบันทึกหมายเลขถุงในกระดาษคำตอบตามแบบ ก-3 และทำการบันทึกข้อมูลคำตอบลงในแบบ ป.1-1 เพื่อนำไปคำนวณค่าความเข้มข้นตามแบบ ป.1-3 ต่อไป

(4) ถ้าคำตอบหมายเลขถุงของผู้ทดสอบกลิ่นทุกคนถูกต้อง ให้ทดสอบตัวอย่างอัตราส่วนการเจือจาง (Dilution ratio) ชุดใหม่ โดยลดปริมาตรตัวอย่างกลิ่น (เพิ่มอัตราส่วนการเจือจาง) และหยุดทดสอบกลิ่นที่อัตราส่วนการเจือจางสุดท้ายที่มีผู้ทดสอบกลิ่นตอบถูกคนเดียว โดยทดสอบกลิ่น 1 ครั้ง ต่อ 1 อัตราส่วนการเจือจาง

(5) การคำนวณความเข้มข้นกลิ่น (Odour Concentration)

ก) หาค่า Threshold ของผู้ทดสอบกลิ่นแต่ละคน ดังนี้

$$X_a = \frac{\log a_1 + \log a_2}{2}$$

โดย X_a = Threshold ของผู้ทดสอบกลิ่นคนที่ a

a_1 = อัตราส่วนการเจือจางค่าสูงสุดที่ผู้ทดสอบกลิ่น (a) ตอบถูก

a_2 = อัตราส่วนการเจือจางค่าต่ำสุดที่ผู้ทดสอบกลิ่น (a) ตอบผิด

ข) หาค่า Threshold ของผู้ทดสอบกลิ่นแต่ละคนจนครบ 6 คน แล้วตัดค่า Threshold ที่สูงสุดและต่ำสุดออก เหลือค่า Threshold ของผู้ทดสอบกลิ่น (panelist) ที่เป็นค่ากลาง 4 คน และบันทึกข้อมูลลงในแบบ ป.1-2 เพื่อนำไปคำนวณค่าความเข้มข้นกลิ่นตามแบบ ป.1-3

ค) หาค่า Threshold เฉลี่ยของผู้ทดสอบกลิ่น 4 คน ดังนี้

$$x = \frac{X_{a1} + X_{a2} + X_{a3} + X_{a4}}{4}$$

ง) นำค่า x ที่ได้ คำนวณหาค่าความเข้มข้นกลิ่น (Odour Concentration)

ตามสมการ

$$\text{Odour Concentration} = 10^x$$

3.5.2 การวิเคราะห์กลิ่นจากบริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงาน

(1) ทำการทดสอบด้วยวิธีการเช่นเดียวกับข้อ 3.5.1 (1) – 3.5.1 (3) แต่ให้ทดสอบกลิ่น 3 ครั้ง ต่อหนึ่งอัตราส่วนการเจือจาง

(2) ให้ผู้ทดสอบกลิ่นดมกลิ่นโดยบันทึกคำตอบหมายเลขถุงที่มีกลิ่นในกระดาษคำตอบตามแบบ ก-3 และให้เจ้าหน้าที่ทดสอบบันทึกคำตอบตามแบบ ร.1-1 เพื่อนำไปคำนวณค่าความเข้มข้นต่อไป

(3) การคำนวณค่าความเข้มข้นกลิ่น (Odour Concentration)

ก) เนื่องจากทดสอบกลิ่น 3 ครั้ง ต่อหนึ่งอัตราส่วนการเจือจาง ดังนั้น เมื่อใช้ผู้ทดสอบกลิ่น 6 คนจะได้คำตอบ $6 \times 3 = 18$ คำตอบ

กำหนดให้ คำตอบถูก คะแนน = 1

คำตอบผิด คะแนน = 0

คำตอบไม่แน่ใจ คะแนน = 0.33

นำจำนวนคำตอบแต่ละชนิดคูณด้วยคะแนน แล้วนำคะแนนทั้งหมดมาบวกกัน หากด้วย 18 จะเป็นค่าเฉลี่ยของคำตอบ พิจารณาค่าเฉลี่ยของคำตอบหากมากกว่า 0.58 ให้ทดสอบตัวอย่างที่อัตราส่วนการเจือจาง (Dilution ratio) ชุดใหม่ โดยลดปริมาตรตัวอย่างกลิ่น (เพิ่มอัตราส่วนการเจือจาง) และหยุดทดสอบกลิ่นที่อัตราส่วนการเจือจางที่มีค่าเฉลี่ยของคำตอบน้อยกว่า 0.58 เพื่อนำไปคำนวณค่าความเข้มข้นกลิ่นตามแบบ ร.1-2

ข) คำนวณค่าความเข้มข้นกลิ่น (Odour Concentration) ตามสมการ

$$Odour\ Concentration = t \times 10^{\frac{(M-0.58)}{(M-N)}}$$

โดย t = อัตราส่วนการเจือจางครั้งแรก
M = ค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ถูกต้องในการทดสอบครั้งแรก
N = ค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ถูกต้องในการทดสอบครั้งที่สอง

กรณีที่มีการทดสอบด้วยอัตราส่วนการเจือจางหลายชุด

t = อัตราส่วนการเจือจางครั้งสุดท้าย
M = ค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ถูกต้องในการทดสอบครั้งสุดท้าย
N = ค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ถูกต้องในการทดสอบครั้งสุดท้าย

4. การรายงานผล

- 4.1 รายงานผลค่าความเข้มข้นกลิ่นเป็นเลขจำนวนเต็ม (ไม่มีทศนิยม)
- 4.2 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบต้องเก็บบันทึกหลักฐานให้สามารถตรวจสอบได้อย่างน้อย ได้แก่
 - 4.2.1 รายชื่อเจ้าหน้าที่ทดสอบ (Operator)
 - 4.2.2 รายชื่อผู้ทดสอบกลิ่น (Panelist) ทั้งหมดที่เข้าร่วมการทดสอบ
 - 4.2.3 วันที่และเวลาเก็บตัวอย่าง รายชื่อเจ้าหน้าที่เก็บตัวอย่าง พร้อมรูปถ่าย
 - 4.2.4 วันที่และเวลาทดสอบตัวอย่าง พร้อมรูปถ่าย
 - 4.2.5 บันทึกการเตรียมตัวอย่างและทดสอบกลิ่น

ภาคผนวก

- แบบฟอร์ม -

แบบ ก-1

แบบคำตอบทดสอบกลิ่นมาตรฐาน

ชื่อ-สกุล.....วัน เดือน ปี ที่ทดสอบ.....

สัญลักษณ์ของผู้ทดสอบกลิ่น (Panelist a, b, c, d, e, f).....

จงเลือกหมายเลขที่ท่านคิดว่ามีกลิ่น

ชุดที่ 1 หมายเลข..... หมายเลข.....	ชุดที่ 4 หมายเลข..... หมายเลข.....
ชุดที่ 2 หมายเลข..... หมายเลข.....	ชุดที่ 5 หมายเลข..... หมายเลข.....
ชุดที่ 3 หมายเลข..... หมายเลข.....	ชุดที่..... หมายเลข..... หมายเลข.....

แบบ ก-2

แบบประเมินคณะกรรมการทดสอบกลิ่น/ผู้ทดสอบกลิ่น

วัน เดือน ปี ที่ทดสอบ..... เจ้าหน้าที่ทดสอบ (Operator).....

ผู้ทดสอบ กลิ่น (Panelist)	สารมาตรฐานกลิ่นที่ใช้ทดสอบ									
	กลิ่นดอกไม้ (A) (C ₉ H ₁₀ O)		กลิ่นไหม้ (B) (C ₆ H ₉ O ₂)		กลิ่นเน่า (C) (C ₅ H ₁₀ O ₂)		กลิ่นผลไม้ (D) (C ₁₁ H ₂₀ O ₂)		กลิ่นอุจจาระ (E) (C ₉ H ₉ N)	
	หมายเลข*	คำตอบ	หมายเลข*	คำตอบ	หมายเลข*	คำตอบ	หมายเลข*	คำตอบ	หมายเลข*	คำตอบ
a										
b										
c										
d										
e										
f										

หมายเหตุ

- กลิ่นดอกไม้ (C₉H₁₀O) Beta Pheny-ethyl alcohol
- กลิ่นไหม้ (C₆H₉O₂) Methyl Cyclopentenolon
- กลิ่นเน่า (C₅H₁₀O₂) iso-Valeric acid
- กลิ่นผลไม้ (C₁₁H₂₀O₂) Gamma Undecalactone
- กลิ่นอุจจาระ (C₉H₉N) Scatol
- สารไม่มีกลิ่น Liquid Parafin
- สารมาตรฐานกลิ่นต้องเก็บในตู้เย็น เอาออกจากตู้เย็นก่อนใช้ 1 – 2 ชั่วโมง
- * หมายเลข คือ หมายเลขของแผ่นกระดาษทดสอบ (Smelling strip) อาจเปลี่ยนแปลงได้

แบบ ก-3

แบบคำตอบทดสอบตัวอย่าง

รหัสตัวอย่าง..... อัตราส่วนการเจือจาง..... ชื่อ-สกุล..... Panelist : (a), (b), (c), (d), (e), (f) คำตอบ ☐ ใบที่ 1 ☐ ใบที่ 2 ☐ ใบที่ 3 ☐ ไม่แน่ใจ	รหัสตัวอย่าง..... อัตราส่วนการเจือจาง..... ชื่อ-สกุล..... Panelist : (a), (b), (c), (d), (e), (f) คำตอบ ☐ ใบที่ 1 ☐ ใบที่ 2 ☐ ใบที่ 3 ☐ ไม่แน่ใจ
รหัสตัวอย่าง..... อัตราส่วนการเจือจาง..... ชื่อ-สกุล..... Panelist : (a), (b), (c), (d), (e), (f) คำตอบ ☐ ใบที่ 1 ☐ ใบที่ 2 ☐ ใบที่ 3 ☐ ไม่แน่ใจ	รหัสตัวอย่าง..... อัตราส่วนการเจือจาง..... ชื่อ-สกุล..... Panelist : (a), (b), (c), (d), (e), (f) คำตอบ ☐ ใบที่ 1 ☐ ใบที่ 2 ☐ ใบที่ 3 ☐ ไม่แน่ใจ
รหัสตัวอย่าง..... อัตราส่วนการเจือจาง..... ชื่อ-สกุล..... Panelist : (a), (b), (c), (d), (e), (f) คำตอบ ☐ ใบที่ 1 ☐ ใบที่ 2 ☐ ใบที่ 3 ☐ ไม่แน่ใจ	รหัสตัวอย่าง..... อัตราส่วนการเจือจาง..... ชื่อ-สกุล..... Panelist : (a), (b), (c), (d), (e), (f) คำตอบ ☐ ใบที่ 1 ☐ ใบที่ 2 ☐ ใบที่ 3 ☐ ไม่แน่ใจ
รหัสตัวอย่าง..... อัตราส่วนการเจือจาง..... ชื่อ-สกุล..... Panelist : (a), (b), (c), (d), (e), (f) คำตอบ ☐ ใบที่ 1 ☐ ใบที่ 2 ☐ ใบที่ 3 ☐ ไม่แน่ใจ	รหัสตัวอย่าง..... อัตราส่วนการเจือจาง..... ชื่อ-สกุล..... Panelist : (a), (b), (c), (d), (e), (f) คำตอบ ☐ ใบที่ 1 ☐ ใบที่ 2 ☐ ใบที่ 3 ☐ ไม่แน่ใจ

แบบ ป.1-1

แบบทดสอบค่าความเข้มข้นจากปล่องระบายอากาศของโรงงาน

ชื่อโรงงาน..... จุดเก็บตัวอย่าง.....

วัน เดือน ปี ที่เก็บตัวอย่าง..... วัน เดือน ปี ที่ทดสอบ..... รหัสตัวอย่าง.....

ผู้ทดสอบ กลิ่น (Panelist)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ปริมาตรตัวอย่าง (mL)											
อัตราส่วนการเจือจาง											
Log value											
หมายเลขกลิ่นที่กลิ่น											
คำตอบ											
หมายเลขกลิ่นที่กลิ่น											
คำตอบ											
หมายเลขกลิ่นที่กลิ่น											
คำตอบ											
หมายเลขกลิ่นที่กลิ่น											
คำตอบ											
หมายเลขกลิ่นที่กลิ่น											
คำตอบ											
หมายเลขกลิ่นที่กลิ่น											
คำตอบ											

แบบ ป.1-2

ผลการทดสอบค่าความเข้มข้นกลิ่นจากปล่องระบายอากาศของโรงงาน

ผู้ทดสอบ กลิ่น (Panelist)	Dilution Time											Threshold of every panelist	Omitted Largest & smallest
	ปริมาตรตัวอย่าง (mL)												
	อัตราส่วนการ เจือจาง												
	Log												
a													
b													
c													
d													
e													
f													

หมายเหตุ / = คำตอบที่ถูกต้อง x = คำตอบที่ผิด 0 = ไม่แน่ใจ

สรุปผลการคำนวณความเข้มข้นจากปล่องระบายอากาศของโรงงาน

ชื่อโรงงาน _____

จุดเก็บตัวอย่าง _____

วันที่เก็บตัวอย่าง _____ วันที่ทดสอบ _____

คำนวณ Threshold ของผู้ทดสอบกลิ่นแต่ละคน

$$X_a = \frac{\log a_1 + \log a_2}{2}$$

เมื่อ X_a = Threshold ของผู้ทดสอบกลิ่นคนที่ a

a_1 = อัตราส่วนการเจือจางค่าสูงสุดที่ผู้ทดสอบกลิ่น (a) ตอบถูก

a_2 = อัตราส่วนการเจือจางค่าต่ำสุดที่ผู้ทดสอบกลิ่น (a) ตอบผิด

คำนวณค่า Threshold ของทุกคน แล้วตัดค่า Threshold สูงสุดและต่ำสุดออก นำค่าที่เหลือหาค่าเฉลี่ย

$$x = \frac{\quad + \quad + \quad + \quad}{4} =$$

$$\begin{aligned} \text{Odour Concentration} &= 10^x \\ &= 10^{\quad} \\ &= \quad \end{aligned}$$

แบบ ร.1-1

แบบทดสอบค่าความเข้มข้นที่บริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงาน

ชื่อโรงงาน

จุดเก็บตัวอย่าง.....

วันที่เก็บตัวอย่าง..... วันที่ทดสอบ.....

ผู้ทดสอบกลิ่น (Panelist)	อัตราส่วนการเจือจาง (Dilution ratio).....					
	ปริมาตรตัวอย่าง.....mL					
	ชุดที่ 1		ชุดที่ 2		ชุดที่ 3	
	หมายเลข ถุงที่มีกลิ่น	คำตอบ	หมายเลข ถุงที่มีกลิ่น	คำตอบ	หมายเลข ถุงที่มีกลิ่น	คำตอบ
a						
b						
c						
d						
e						
f						

หมายเหตุ / = คำตอบที่ถูกต้อง x = คำตอบที่ผิด 0 = ไม่แน่ใจ

$$\text{ค่าเฉลี่ยความถูกต้อง} = \frac{(1 \times \dots\dots\dots) + (0.33 \times \dots\dots\dots) + (0 \times \dots\dots\dots)}{18}$$

ค่าเฉลี่ยความถูกต้อง =

แบบ ร.1-2

สรุปผลการคำนวณค่าความเข้มข้นที่บริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงาน

ชื่อโรงงาน

จุดเก็บตัวอย่าง

วันที่เก็บตัวอย่าง วันที่ทดสอบ

สมการ

$$\text{Odour Concentration} = t \times 10^{\frac{(M-0.58)}{(M-N)}}$$

เมื่อ t = อัตราส่วนการเจือจางครั้งแรก

M = ค่าเฉลี่ยความถูกต้องที่ใช้ในการเจือจางครั้งก่อนสุดท้าย

N = ค่าเฉลี่ยความถูกต้องที่ใช้ในการเจือจางครั้งสุดท้าย

แทนค่า

$$\text{Odour Concentration} = \dots \times 10^{\frac{(\dots - 0.58)}{(\dots - \dots)}}$$

=

- ตัวอย่าง -
ปล่องระบาย

แบบ ป.1-1

แบบทดสอบค่าความเข้มข้นจากปล่องระบายอากาศของโรงงาน

ชื่อโรงงาน บริษัท. ก.ได้ จำกัด จุดเก็บตัวอย่าง ภายในปล่องระบายอากาศนอกโรงงาน
วัน เดือน ปี ที่เก็บตัวอย่าง 12 กันยายน 2566 วัน เดือน ปี ที่ทดสอบ 13 กันยายน 2566 รหัสตัวอย่าง 2-660912-00173

ผู้ทดสอบ กลิ่น (Panelist)	ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ปริมาตรตัวอย่าง (mL)		100	30	10	3							
อัตราส่วนการเจือจาง		30	100	300	1,000							
Log value		1.48	2.00	2.48	3.00							
หมายเลขกลิ่นที่มีกลิ่น		1	3	2	2							
คำตอบ		1	1	2	3							
หมายเลขกลิ่นที่มีกลิ่น		2	2	1	1							
คำตอบ		2	2	1	2							
หมายเลขกลิ่นที่มีกลิ่น		3	1	3	3							
คำตอบ		3	1	2	1							
หมายเลขกลิ่นที่มีกลิ่น		3	1	2	2							
คำตอบ		3	1	0	1							
หมายเลขกลิ่นที่มีกลิ่น		2	2	1	1							
คำตอบ		2	2	2	1							
หมายเลขกลิ่นที่มีกลิ่น		1	3	3	3							
คำตอบ		1	3	1	0							

หมายเหตุ : 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

- ตัวอย่าง -
ปล่องระบาย

แบบ ป.1-2

ผลการทดสอบค่าความเข้มข้นจากปล่องระบายอากาศของโรงงาน

ผู้ทดสอบ กลิ่น (Panelist)	Dilution Time										Threshold of every panelist	Omitted Largest & smallest
	ปริมาณตัวอย่าง (mL)	100	30	10	3							
	อัตราส่วนการ เจือจาง	30	100	300	1,000							
	Log	1.48	2.00	2.48	3.00							
a		/	x	/	x							x
b		/	/	/	x							x
c		/	/	x	x					2.24		
d		/	/	0	x					2.24		
e		/	/	x	/					2.24		
f		/	/	x	0					2.24		

หมายเหตุ / = ค่าตอบที่ถูกต้อง x = ค่าตอบที่ผิด 0 = ไม่แน่ใจ

- ตัวอย่าง -
ปล่องระบาย

แบบ ป.1-3

สรุปผลการคำนวณความเข้มข้นจากปล่องระบายอากาศของโรงงาน

ชื่อโรงงาน บริษัท ก.ไก่ จำกัด
จุดเก็บตัวอย่าง ภายในปล่องระบายออกนอกโรงงาน
วันที่เก็บตัวอย่าง 12 กันยายน 2566 วันที่ทดสอบ 13 กันยายน 2566

คำนวณ Threshold ของผู้ทดสอบกลิ่นแต่ละคน

$$X_a = \frac{\log a_1 + \log a_2}{2}$$

เมื่อ X_a = Threshold ของผู้ทดสอบกลิ่นคนที่ a

a_1 = อัตราส่วนการเจือจางค่าสูงสุดที่ผู้ทดสอบกลิ่น (a) ตอบถูก

a_2 = อัตราส่วนการเจือจางค่าต่ำสุดที่ผู้ทดสอบกลิ่น (a) ตอบผิด

คำนวณค่า Threshold ของทุกคน แล้วตัดค่า Threshold สูงสุดและต่ำสุดออก นำค่าที่เหลือหาค่าเฉลี่ย

$$x = \frac{2.24 + 2.24 + 2.24 + 2.24}{4} = 2.24$$

$$\begin{aligned} \text{Odour Concentration} &= 10^x \\ &= 10^{2.24} \\ &= 174 \end{aligned}$$

- ตัวอย่าง -

บริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงาน

แบบ ร.1-1

แบบทดสอบค่าความเข้มข้นที่บริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงาน

ชื่อโรงงาน บริษัท ก.ไก่ จำกัด

จุดเก็บตัวอย่าง..... บริเวณรั้วโรงงานใต้ทิศทางลม (เวลาเก็บ 11.47 – 11.52 น.)

วันที่เก็บตัวอย่าง..... 30 มีนาคม 2566 วันที่ทดสอบ..... 31 มีนาคม 2566

ผู้ทดสอบกลิ่น (Panelist)	อัตราส่วนการเจือจาง (Dilution ratio).....10.....					
	ปริมาตรตัวอย่าง.....300.....mL					
	ชุดที่ 1		ชุดที่ 2		ชุดที่ 3	
	หมายเลข ถุงที่มิกกลิ่น	คำตอบ	หมายเลข ถุงที่มิกกลิ่น	คำตอบ	หมายเลข ถุงที่มิกกลิ่น	คำตอบ
a	2	/	1	/	3	/
b	2	/	2	x	2	/
c	1	/	3	x	1	x
d	1	/	1	x	3	/
e	3	/	2	/	2	x
f	3	/	3	/	1	/

หมายเหตุ / = คำตอบที่ถูกต้อง x = คำตอบที่ผิด 0 = ไม่แน่ใจ

$$\text{ค่าเฉลี่ยความถูกต้อง} = \frac{(1 \times \dots 13 \dots) + (0.33 \times \dots 0 \dots) + (0 \times \dots 5 \dots)}{18}$$

$$\text{ค่าเฉลี่ยความถูกต้อง} = \dots 0.72 \dots$$

- ตัวอย่าง -

บริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงาน

แบบ ร.1-1

แบบทดสอบค่าความเข้มข้นที่บริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงาน

ชื่อโรงงาน บริษัท ก.ไก่ จำกัด

จุดเก็บตัวอย่าง.....บริเวณรั้วโรงงานใต้ทิศทางลม (เวลาเก็บ 11.47 - 11.52 น.)

วันที่เก็บตัวอย่าง..... 30 มีนาคม 2566 วันที่ทดสอบ..... 31 มีนาคม 2566

ผู้ทดสอบกลิ่น (Panelist)	อัตราส่วนการเจือจาง (Dilution ratio).....30.....					
	ปริมาตรตัวอย่าง.....100.....mL					
	ชุดที่ 1		ชุดที่ 2		ชุดที่ 3	
	หมายเลข ถุงที่มีกลิ่น	คำตอบ	หมายเลข ถุงที่มีกลิ่น	คำตอบ	หมายเลข ถุงที่มีกลิ่น	คำตอบ
a	3	/	1	/	2	x
b	2	x	2	/	3	0
c	1	/	3	/	1	0
d	1	/	3	0	3	x
e	2	/	2	/	1	/
f	3	x	1	0	2	/

หมายเหตุ / = คำตอบที่ถูกต้อง x = คำตอบที่ผิด 0 = ไม่แน่ใจ

$$\text{ค่าเฉลี่ยความถูกต้อง} = \frac{(1 \times \dots 10 \dots) + (0.33 \times \dots 4 \dots) + (0 \times \dots 4 \dots)}{18}$$

$$\text{ค่าเฉลี่ยความถูกต้อง} = \dots 0.63 \dots$$

- ตัวอย่าง -

บริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงาน

แบบ ร.1-1

แบบทดสอบค่าความเข้มข้นที่บริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงาน

ชื่อโรงงาน บริษัท ก.ไก่ จำกัด

จุดเก็บตัวอย่าง..... บริเวณรั้วโรงงานใต้ทิศทางลม (เวลาเก็บ 11.47 – 11.52 น.)

วันที่เก็บตัวอย่าง..... 30 มีนาคม 2566 วันที่ทดสอบ..... 31 มีนาคม 2566

ผู้ทดสอบกลิ่น (Panelist)	อัตราส่วนการเจือจาง (Dilution ratio).....100.....					
	ปริมาตรตัวอย่าง.....30.....mL					
	ชุดที่ 1		ชุดที่ 2		ชุดที่ 3	
	หมายเลข ถุงที่มีกลิ่น	คำตอบ	หมายเลข ถุงที่มีกลิ่น	คำตอบ	หมายเลข ถุงที่มีกลิ่น	คำตอบ
a	1	/	2	/	3	x
b	2	0	3	x	2	x
c	3	x	1	x	1	0
d	3	x	3	x	1	x
e	2	x	1	x	2	x
f	1	0	2	x	3	0

หมายเหตุ / = คำตอบที่ถูกต้อง x = คำตอบที่ผิด 0 = ไม่แน่ใจ

$$\text{ค่าเฉลี่ยความถูกต้อง} = \frac{(1 \times \dots\dots\dots 2\dots\dots\dots) + (0.33 \times \dots\dots\dots 4\dots\dots\dots) + (0 \times \dots\dots\dots 12\dots\dots\dots)}{18}$$

$$\text{ค่าเฉลี่ยความถูกต้อง} = \dots\dots\dots 0.18\dots\dots\dots$$

- ตัวอย่าง -

บริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงาน

แบบ ร.1-2

สรุปผลการคำนวณค่าความเข้มข้นที่บริเวณรั้วหรือขอบเขตภายในโรงงาน

ชื่อโรงงาน บริษัท ก.ไก่ จำกัด

จุดเก็บตัวอย่าง บริเวณรั้วโรงงานใต้ทิศทางลม (เวลาเก็บ 11.47 – 11.52 น.)

วันที่เก็บตัวอย่าง 30 มีนาคม 2566 วันที่ทดสอบ 31 มีนาคม 2566

สมการ

$$\text{Odour Concentration} = t \times 10^{\frac{(M-0.58)}{(M-N)}}$$

เมื่อ t = อัตราส่วนการเจือจางครั้งแรก
 M = ค่าเฉลี่ยความถูกต้องที่ใช้ในการเจือจางครั้งก่อนสุดท้าย
 N = ค่าเฉลี่ยความถูกต้องที่ใช้ในการเจือจางครั้งสุดท้าย

แทนค่า

$$\begin{aligned} \text{Odour Concentration} &= \dots 30 \dots \times 10^{\frac{(0.63-0.58)}{(0.63-0.18)}} \\ &= \dots 39 \dots \end{aligned}$$

ที่ปรึกษา

นายประสม ดำรงพงษ์

ผู้อำนวยการกองวิจัยและเตือนภัยมลพิษโรงงาน
กรมโรงงานอุตสาหกรรม

ผู้จัดทำ

1. นางริกาญจน์ ฉัตรสกุลวิไล
2. นายวิชัย ผลวิริยชัย
3. นายสนธยา อาปามะเก
4. นางสาวทัศนีย์ ทองกลิ้ง

ผู้อำนวยการกลุ่มมาตรฐานวิธีการวิเคราะห์ทดสอบมลพิษ
และทะเบียนห้องปฏิบัติการ
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ
นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ
นักวิทยาศาสตร์