



ข้อเสนอแนะการทดสอบ
สารที่ละลายได้ทั้งหมด
ที่อุณหภูมิ 180 °C ในน้ำ
(LA-G-20)

สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

75/7 ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ : 0-2201-7125 0-2201-7165 0-2201-7134

<http://bla.dss.go.th>

บทนำ

เอกสารฉบับนี้ใช้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการทวนสอบวิธีการที่ละลายได้ทั้งหมดที่อุณหภูมิ 180 °C ในน้ำ จัดทำขึ้นให้มีความเหมาะสมตามหลักวิชาการ และสอดคล้องกับมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการในการยื่นขอรับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการตาม ISO/IEC 17025 และมาตรฐานการยอมรับความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบของกรมวิทยาศาสตร์บริการ รวมทั้งคณะผู้ประเมินได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการในการรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการ

เอกสารแนวทางฯ อ้างอิงมาตรฐานวิธีทดสอบ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA & WEF, 24th ed., 2023, part 2540 C. TOTAL DISSOLVED SOLIDS DRIED AT 180 °C รวมไปถึงการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบและการสอบกลับได้ของผลการวัด ทำให้ห้องปฏิบัติการสามารถดำเนินการเป็นไปตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	i
สารบัญ	ii
1. ขอบข่าย	1
2. นิยาม	1
3. การทดสอบสารที่ละลายได้ทั้งหมดที่อุณหภูมิ 180 °C ในน้ำ	1
4. คุณลักษณะที่ใช้ในการทดสอบวิธีการเทคนิคการตรวจสอบทางเคมี	2
4.1 การทดสอบความเอนเอียง (Bias study)	2
4.2 การทดสอบความเที่ยง (Precision)	2
4.3 ความเป็นเส้นตรงและช่วงการวัด (Linearity and Range)	3
5. การควบคุมคุณภาพผลการทดสอบ	3
5.1 การเข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ	3
5.2 การทดสอบ Method Blank	3
5.3 การทดสอบ LFB (Laboratory Fortified Blank)	3
5.4 การทำซ้ำของตัวอย่าง (Duplicate Sample)	3
5.5 การวิเคราะห์แนวโน้มโดยใช้แผนภูมิควบคุม (Control chart)	4
6. การสอบเทียบเครื่องมือ	4
เอกสารอ้างอิง	6

1. ขอบข่าย

เอกสารฉบับนี้ใช้เป็นแนวทางการทดสอบสารที่ละลายได้ทั้งหมด ใช้วิธีการอบแห้งที่อุณหภูมิ 180 °C ± 2 °C ครอบคลุมตัวอย่างน้ำ น้ำเสีย น้ำทิ้ง น้ำธรรมชาติ สำหรับห้องปฏิบัติการที่ยื่นขอการรับรองหรือได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบตาม ISO/IEC 17025 หรือมาตรฐานการยอมรับความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบของกรมวิทยาศาสตร์บริการ

2. นิยาม

2.1 น้ำ เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและระบบนิเวศ (น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน) ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่ช่วยรักษาสมดุลชีวิต พืช สัตว์ และทำหน้าที่สำคัญในกระบวนการทางเคมีและกายภาพบนโลก ผ่านวัฏจักรน้ำหมุนเวียนต่อเนื่อง แม้เป็นทรัพยากรหมุนเวียนแต่ใช้แล้วเสื่อมคุณภาพได้ คำจำกัดความน้ำแต่ละชนิด: น้ำ น้ำเสีย น้ำทิ้ง น้ำธรรมชาติ

2.2 ปริมาณสารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total dissolved solids : TDS) หมายถึง ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดในน้ำ ซึ่งรวมถึงเกลือแร่ โลหะ และสารเคมีต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ

2.3 การทวนสอบวิธีทดสอบ (Method Verification) หมายถึง กระบวนการยืนยันและการแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าวิธีทดสอบที่นำมาใช้สามารถให้ผลการทดสอบที่เหมาะสม ถูกต้อง และน่าเชื่อถือภายใต้สภาวะของการปฏิบัติงานทดสอบของห้องปฏิบัติการนั้น ในการนำวิธีมาตรฐาน หรือวิธีที่พัฒนาจากแหล่งอื่นมาใช้ เพื่อให้มั่นใจว่าวิธีดังกล่าวสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการทดสอบและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง

2.4 การทดสอบความชำนาญ (Proficiency Testing, PT) หมายถึง การประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้าโดยผ่านการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ

2.5 การสอบเทียบ หมายถึง ชุดของการดำเนินการซึ่งสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าการชี้บอกโดยเครื่องมือวัดหรือระบบการวัด กล่าวคือการสอบเทียบเป็นชุดการดำเนินการภายใต้สภาวะเฉพาะเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือวัดเพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่รู้ของ ปริมาณที่วัด (ซึ่งต้องเป็นค่าที่สามารถอ้างอิงได้) ผลจากการสอบเทียบจะให้ข้อมูลว่าเครื่องมือวัดที่ใช้ยังคงมีคุณลักษณะทางด้านมาตรวิทยาที่เหมาะสมในการทำงานต่อไปหรือไม่

2.6 การตรวจสอบเครื่องมือระหว่างการใช้งาน (Intermediate check) คือ การตรวจสอบเครื่องมือเป็นระยะ ในระหว่างช่วงการสอบเทียบอาจกำหนดให้ทำทุกหนึ่งเดือนหรือนานกว่า

3. การทดสอบสารที่ละลายได้ทั้งหมดที่อุณหภูมิ 180 °C ในน้ำ

น้ำเป็นสารประกอบอนินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นของเหลว โปร่งใส ไม่มีสี กลิ่น รส ทั้งในด้านการอุปโภคและบริโภค ในการระบุว่าน้ำมีความเหมาะสมต่อกิจกรรมของมนุษย์หรือไม่ จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ทดสอบองค์ประกอบต่างๆ ในน้ำว่ามีการปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้หรือไม่ ดังนั้นวิธีทดสอบที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์สารสำคัญจำเป็นต้องมีความเหมาะสมและให้ผลการทดสอบที่ถูกต้องแม่นยำ มีความน่าเชื่อถือเช่น เทคนิคการตรวจสอบทางชีวภาพ เทคนิคการตรวจสอบทางกายภาพ หรือเทคนิคการตรวจสอบทางเคมี สำหรับเทคนิคการวิเคราะห์เชิงคุณภาพเคมี โดยวิธีกราวิเมตริก (Gravimetric Method) หรือการระเหยแห้ง เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางที่นำมาใช้ในการทดสอบหาปริมาณสารที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำ เนื่องจากมีความความแม่นยำและความถูกต้องสูง เป็นวิธีอ้างอิงมาตรฐาน ประหยัดค่าใช้จ่าย อีกทั้งตรวจสอบสารได้หลากหลาย สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับตัวอย่างทั้งอินทรีย์และอนินทรีย์

การทวนสอบวิธีทดสอบ (method verification) เป็นกระบวนการสำคัญที่ใช้ยืนยันว่าวิธีทดสอบที่นำมาใช้สามารถให้ผลการทดสอบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ภายใต้สภาวะของการปฏิบัติงานทดสอบของห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของการนำวิธีมาตรฐาน วิธีที่ปรับปรุง หรือวิธีที่พัฒนาขึ้นใหม่มาใช้ในการทดสอบซึ่งมีความซับซ้อนขององค์ประกอบทางเคมี ดังนั้นก่อนที่ห้องปฏิบัติการนำวิธีทดสอบมาใช้จำเป็นต้องผ่านการทวนสอบหรือการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี เพื่อยืนยันว่าวิธีการดังกล่าวสามารถให้ผลการทดสอบที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

4. คุณลักษณะที่ใช้ในการทวนสอบวิธีการทดสอบทางเคมี

ห้องปฏิบัติการต้องเลือกวิธีมาตรฐานอ้างอิงที่เป็นที่ยอมรับ เช่น มาตรฐานวิธีทดสอบ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA & WEF, 24th ed., 2023, part 2540 C. TOTAL DISSOLVED SOLIDS DRIED AT 180 °C พิจารณาร่วมกับ

1. เครื่องมือที่เป็นไปตามมาตรฐานวิธีกำหนดผ่านการสอบเทียบจากหน่วยงานสอบเทียบที่ได้รับการรับรอง ISO/IEC 17025
2. บุคลากรในห้องปฏิบัติการที่มีความรู้และประสบการณ์
3. กำหนดช่วงการทดสอบและเกณฑ์การยอมรับ คุณสมบัติที่ใช้ทดสอบ และที่สำคัญตัวอย่างน้ำที่ใช้ทดสอบกระบวนการต้องมีปริมาณมากพอ

4.1 การทดสอบความเอนเอียง (Bias study)

- เตรียมตัวอย่างน้ำที่ผ่านการรักษาสภาพตัวอย่างแล้ว
- เติมน้ำมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง และสูง
- วิเคราะห์แต่ละระดับอย่างน้อย 10 ซ้ำ
- คำนวณร้อยละการกลับคืน (%Recovery)
- เปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับที่กำหนดไว้

เกณฑ์การยอมรับ

- ค่า %Recovery อยู่ในช่วง 90–110%
- ต้องผ่านเกณฑ์ในทุกระดับความเข้มข้นที่ทดสอบ (ต่ำ กลาง สูง)

4.2 การทดสอบความเที่ยง (Precision)

- ทดสอบความทำซ้ำได้ในเงื่อนไขความเที่ยงระหว่างกลาง (Intermediate precision) โดยวิเคราะห์ตัวอย่างเดียวกันอย่างน้อย 10 ซ้ำ ภายในห้องปฏิบัติการสภาวะเดียวกัน แต่มีการแปรผันเงื่อนไขในการวัด เช่น ผู้ปฏิบัติงานต่างกัน เครื่องมือต่างชุดกัน ช่วงระยะเวลาวัดต่างกัน เพื่อให้ได้ค่าความเที่ยงที่สะท้อนถึงแหล่งของความแปรผันทั้งหมดในห้องปฏิบัติการเดียวกัน
- คำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ %RSD
- เปรียบเทียบผลกับเกณฑ์การยอมรับ

เกณฑ์การยอมรับ

- ค่า Intermediate precision: %RSD ไม่เกิน 10%

4.3 ความเป็นเส้นตรงและช่วงการวัด (Linearity and Range)

จากการทดสอบความโอนเอียงและความเที่ยง โดยเติมสารมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง และสูง ใน sample blank หรือตัวอย่างน้ำที่มีสารที่ละลายได้ทั้งหมดในปริมาณต่างๆ ทดสอบความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ คำนวณหาค่าร้อยละการกลับคืน และร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ พิจารณาค่าที่คำนวณได้ หากเป็นไปตามเกณฑ์ยอมรับ แสดงว่า ช่วงใช้งานของวิธีนี้คือระดับความเข้มข้นต่ำถึงความเข้มข้นสูงที่ได้ศึกษา

5. การควบคุมคุณภาพผลการทดสอบ

5.1 การเข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการต้องเข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ใช้ผลการทดสอบ หน่วยงานกำกับดูแล และหน่วยรับรองระบบงาน ที่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งสามารถประเมินผลด้วยค่าสถิติ รวมถึงการประกันความใช้ได้ของผลการทดสอบ (Ensuring the validity of results) โดยหนึ่งในแนวทางที่ยอมรับคือการเข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ (PT) หรือการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ (Interlaboratory Comparison) เพื่อยืนยันความสามารถของห้องปฏิบัติการ ที่จะแสดงให้เห็นว่าห้องปฏิบัติการสามารถให้ผลที่ถูกต้องและอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้เมื่อเปรียบเทียบกับห้องปฏิบัติการอื่นและในกรณีที่ผลการเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญมีแนวโน้มไม่ผ่าน ห้องปฏิบัติการต้องมีการวิเคราะห์หาสาเหตุ และจัดทำแผนการแก้ไขและป้องกันการเกิดซ้ำ

เกณฑ์การยอมรับ

- $|Z| \leq 2$ ผลการทดสอบน่าเชื่อถือ อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้
- $2 < |Z| < 3$: ห้องปฏิบัติการควรเฝ้าระวังผลการทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์การยอมรับ
- $|Z| \geq 3$: ผลการทดสอบไม่เป็นที่ยอมรับ ห้องปฏิบัติการต้องดำเนินการแก้ไข

5.2 การทดสอบ Method Blank

- ทำก่อนการทดสอบ ทุกๆ ชุดการทดสอบ (20 ตัวอย่าง) เป็นอย่างน้อย และตัวสุดท้ายของชุดการทดสอบ
- เกณฑ์การยอมรับ ผลทดสอบ < MDL

5.3 การทดสอบ LFB (Laboratory Fortified Blank)

- ทำก่อนการทดสอบ ทุกๆ ชุดการทดสอบ (20 ตัวอย่าง) เป็นอย่างน้อย และตัวสุดท้ายของชุดการทดสอบ
- ค่า % Recovery อยู่ในช่วง 90 - 110
- ความเข้มข้นที่เตรียมต้องอยู่ในช่วงการใช้งาน

5.4 การทำซ้ำของตัวอย่าง (Duplicate Sample)

- ทำการทดสอบอย่างน้อย 1 ตัวอย่างต่อชุดการทดสอบ (20 ตัวอย่าง) หรือทุกครั้งที่ทำการทดสอบ
- %RPD ไม่เกิน 10

5.5 การวิเคราะห์แนวโน้มโดยใช้แผนภูมิควบคุม (Control chart)

- นำผลทดสอบ LFB ที่ได้มาพล็อตในแผนภูมิควบคุม
- จุดที่พล็อตในแผนภูมิควบคุมต้องอยู่ในช่วง 2SD

6. การสอบเทียบเครื่องมือ

6.1 ตู้อบแห้ง (Drying oven) ที่อุณหภูมิ 180 °C

ห้องปฏิบัติการสามารถตรวจสอบ (check) ได้เองโดยไม่ต้องสอบเทียบ โดยใช้ Digital Thermometer with probe หรือ Thermometer with sensor ซึ่งผ่านการสอบเทียบในช่วงที่ใช้งานจากหน่วยงานสอบเทียบที่ได้รับการรับรอง ISO/IEC 17025 มาทำการวัดอุณหภูมิเพื่อเผื่อระวางการใช้งาน ณ จุดกึ่งกลางของตู้อบแห้งโดยพิจารณา ค่า Correction เปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับ ค่าที่ได้ต้องอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ

อย่างไรก็ตาม ตู้อบแห้งต้องมีการตรวจสอบ uniformity หากห้องปฏิบัติการไม่สามารถดำเนินการได้เอง ก็สามารถสอบเทียบตู้อบแห้งในช่วงที่ใช้งานจากหน่วยงานสอบเทียบที่ได้รับการรับรอง ISO/IEC 17025

- ความถี่ในการตรวจสอบทุกครั้งที่ใช้งาน

6.2 เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า

สอบเทียบที่น้ำหนักในระดับ มิลลิกรัม จนถึง 80% ของน้ำหนักสูงสุดที่เครื่องมือสามารถทำได้ เกณฑ์การยอมรับเป็นไปตามวิธีทดสอบกำหนด หรือตาม specification ของเครื่องชั่ง โดยมีวิธีการประเมินดังนี้

พิจารณาผลสอบเทียบ จาก $\text{Correction} \pm \text{Uncertainty} \leq \text{Maximum permissible error (MPE)}$

ตัวอย่าง ห้องปฏิบัติการส่งเครื่องชั่งสอบเทียบที่จุดสอบเทียบ 0.0050 g ค่าน้ำหนักที่เครื่องชั่งอ่านได้ 0.0051 g มีค่า Correction value (- 0.0001) g และ Uncertainty 0.000014 g ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ห้องปฏิบัติการกำหนดเกณฑ์การยอมรับ (MPE) 0.0005 g

$$\text{Correction} \pm \text{Uncertainty} \leq \text{MPE}$$

$$\text{แทนค่า} \quad (- 0.0001) \text{ g} \pm 0.000014 \text{ g} \leq 0.0005 \text{ g}$$

$$(- 0.000114) \text{ g} \text{ ถึง } 0.000085 \text{ g} \leq 0.0005 \text{ g}$$

ผลการสอบเทียบเครื่องชั่งที่จุดสอบเทียบ 0.0050 g ผ่านเกณฑ์การยอมรับ

- ความถี่ในการสอบเทียบทุกปีหรือขึ้นอยู่กับการใช้งาน

6.3 กระจกตวง/ ปิเปตปากกว้าง

ห้องปฏิบัติการต้องสุ่มสอบเทียบและ/หรือ Intermediate check ในระหว่างใช้งาน โดยห้องปฏิบัติการเอง ความถี่ขึ้นกับการใช้งาน โดย

- เครื่องแก้ว class A สุ่มส่งสอบเทียบ/ Intermediate check 10 % ของแต่ละ lot
- เครื่องแก้ว class B ส่งสอบเทียบ/ Intermediate check 100 % ของแต่ละ lot
- เครื่องแก้ว Borosilicate สอบเทียบได้ไม่เกิน 10 ปีต่อครั้ง แต่ในระหว่างปีต้องมีการทำ Intermediate check หรือสุ่มส่งสอบเทียบ 10% ทุก lot ทุกปี

- เครื่องแก้ว Soda-lime สอบเทียบได้ไม่เกิน 5 ปีต่อครั้ง แต่ในระหว่างปีต้องมีการทำ Intermediate check หรือสุ่มส่งสอบเทียบ 10% ทุก lot ทุกปี
- เกณฑ์การยอมรับเป็นไปตามค่า Tolerance ของเครื่องแก้ว โดยมีวิธีการประเมินเช่นเดียวกับเครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า

6.4 Thermo-hygrometer

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมสภาวะห้องทดสอบและห้องเครื่องซึ่ง ส่งสอบเทียบในช่วงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ครอบคลุมช่วงที่ใช้งานกับหน่วยงานที่ได้รับการรับรองความสามารถตาม ISO/IEC 17025 เกณฑ์การยอมรับควรน้อยกว่า 1/3 ของช่วงการใช้งานที่ห้องปฏิบัติการกำหนด

เช่น ช่วงการใช้งานอุณหภูมิ $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ เกณฑ์การยอมรับในการทวนสอบผลการสอบเทียบ คือ $\pm 2^{\circ}\text{C}$

ช่วงการใช้งานความชื้นสัมพัทธ์ $55\% \pm 15\%$ เกณฑ์การยอมรับในการทวนสอบผลการสอบเทียบ คือ $\pm 5\%$

- ความถี่ในการสอบเทียบทุกปี

6.5 Digital Thermometer with sensor หรือ Thermometer with sensor

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมสภาวะของตู้อบแห้ง ส่งสอบเทียบที่อุณหภูมิ 180°C และใช้ในการควบคุมสภาวะของตู้เย็นเก็บรักษาสภาพตัวอย่าง ส่งสอบเทียบที่อุณหภูมิ 4°C กับหน่วยงานที่ได้รับการรับรองความสามารถตาม ISO/IEC 17025 เกณฑ์การยอมรับเป็นไปตามวิธีทดสอบกำหนด หรือ specification ของเครื่องมือ

- ความถี่ในการสอบเทียบทุกปีหรือขึ้นอยู่กับการใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

- คณะทำงานจัดทำคู่มือวิชาการด้านการตรวจสอบและรับรอง กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (2568). แนวทางการจัดทำความใช้ได้ของการวัด. กรุงเทพมหานคร: กรมวิทยาศาสตร์บริการ.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA & WEF, 24th ed., 2023, part 2540 C. TOTAL DISSOLVED SOLIDS DRIED AT 180 °C
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA & WEF, 24th ed., 2023, part 1020 B. QUALITY CONTROL