

การนำเครื่องแก้วปริมาตรไปใช้ในห้องปฏิบัติการภายหลังการสอบเทียบ

เยาวลักษณ์ ชินชูศักดิ์*

อัจฉราวรรณ วัฒนहितกรรม**

การ นำเครื่องแก้วปริมาตรไปใช้งานควรคำนึงถึงประเภทของเครื่องแก้วปริมาตร ที่นิยมใช้กันมากในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) ปิเปตแบบปริมาตร (volumetric pipette) ปิเปตแบบใช้ดวง (graduated pipette หรือ measuring pipette) บิวเรต (burette) และกระบอกตวง (cylinder) โดยส่วนใหญ่แล้วห้องปฏิบัติการมักใช้เครื่องแก้วปริมาตรที่มีค่าความถูกต้องสูง และได้รับการสอบเทียบ เพื่อตรวจสอบค่าความถูกต้อง (Accuracy) และหาค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (tolerance) ซึ่งเครื่องแก้วปริมาตรระดับชั้นคุณภาพ A หรือ ชั้นคุณภาพ B จะเป็นที่นิยมใช้กันมาก อย่างไรก็ตามหากใช้เครื่องแก้วปริมาตรที่ผ่านการใช้งานบ่อยครั้ง อาจทำให้เครื่องแก้วมีความคลาดเคลื่อนผิดไปจากเกณฑ์การยอมรับที่ระบุไว้บนเครื่องแก้วปริมาตร และเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ใช้งานขาดความมั่นใจในความถูกต้องของเครื่องแก้วปริมาตร ที่จะส่งผลต่อความถูกต้องและน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ทดสอบ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องนำเครื่องแก้วไปสอบเทียบเพื่อหาปริมาตรที่ถูกต้อง และหาความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นว่ายังอยู่ในเกณฑ์การยอมรับได้หรือไม่ นอกจากการสอบเทียบเครื่องมือแล้วห้องปฏิบัติการต้องมีการประกันคุณภาพที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ ซึ่งได้กำหนดไว้ในมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005

● เครื่องแก้วปริมาตรมีเกณฑ์การแบ่งตามระดับชั้นคุณภาพได้ 2 ประเภทคือ

- ชั้นคุณภาพ A (class A) มีสัญลักษณ์ A ระบุบนเครื่องแก้ว เป็นเครื่องแก้วปริมาตรที่มีค่าความถูกต้องสูง และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ต่ำ

- ชั้นคุณภาพ B (class B) มีสัญลักษณ์ B ระบุบนเครื่องแก้ว เป็นเครื่องแก้วปริมาตรที่มีค่าความถูกต้องต่ำกว่าชั้นคุณภาพ A และมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้เป็น 2 เท่าของชั้นคุณภาพ A

กรณีที่เครื่องแก้วไม่สามารถจำแนกว่าจัดอยู่ชั้นคุณภาพ A หรือชั้นคุณภาพ B สามารถจำแนกตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานดังนี้

- General purpose เป็นเครื่องแก้วที่มีค่าความคลาดเคลื่อนขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน
- Special tolerance เป็นเครื่องแก้วที่มีความคลาดเคลื่อนหลายค่า จะกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนเป็นช่วงปริมาตร



* นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ ศูนย์บริหารจัดการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ

** นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม



การนำเครื่องแก้วที่ได้รับการสอบเทียบแล้วไปใช้ภายในห้องปฏิบัติการ

ก่อนที่จะนำชุดเครื่องแก้วปริมาตรมาใช้ในห้องปฏิบัติการ เราต้องมีความเชื่อมั่นว่าเครื่องแก้วปริมาตรที่ถูกนำไปใช้นั้นมีความถูกต้องตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งการสอบเทียบเครื่องแก้วปริมาตรถือว่าเป็นกระบวนการวัดทางมาตรวิทยาเพื่อสร้างความมั่นใจว่าเครื่องแก้วปริมาตรนั้นๆ สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์การยอมรับที่กำหนด ฉะนั้นเราจึงจำเป็นต้องมีการสุ่มตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนของเครื่องแก้วปริมาตรในชุดดังกล่าวแล้วนำไปสอบเทียบภายหลังการสอบเทียบเครื่องแก้วปริมาตรเหล่านี้จะต้องนำมาทวนสอบก่อนนำไปใช้งานและจะต้องคำนวณหาค่าความ

ถูกต้อง ณ อุณหภูมิต่างๆ แล้วจึงนำไปรวมกับชุดเครื่องแก้วปริมาตรทั้งหมดเพื่อใช้งาน และเมื่อครบกำหนดระยะเวลาการสอบเทียบในครั้งถัดไปจะทำการสุ่มตัวอย่างชุดเครื่องแก้วปริมาตรไปสอบเทียบอีกครั้ง เพื่อให้กระบวนการสอบเทียบสมบูรณ์ภายในชุดเครื่องแก้วปริมาตรดังกล่าว และห้องปฏิบัติการจะต้องนำผลการสอบเทียบที่ได้จากใบรายงานผลมาทวนสอบ (verification) เพื่อยืนยันว่าเครื่องแก้วนั้นยังอยู่ในเกณฑ์การยอมรับหรือไม่ ซึ่งเครื่องแก้วแต่ละประเภทมีเกณฑ์การยอมรับที่ต่างกัน ดังได้กล่าวมาแล้ว

เครื่องแก้วปริมาตรที่ทำจากวัสดุต่างชนิดกัน จะมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงปริมาตรเนื่องจากความร้อน (α) ต่างกันดังแสดงในตารางข้างล่างนี้

ประเภทของวัสดุที่ใช้ผลิตเครื่องแก้ว	α (1/องศาเซลเซียส)
Borosilicate glass (a=3.3) (ตัวอย่างเครื่องแก้วยี่ห้อหรือประเภท: Duran, Pyrex, Rasotherm)	0.0000099
Borosilicate glass (a=5.0) (ตัวอย่างเครื่องแก้วยี่ห้อหรือประเภท: Durobax, Fiolax)	0.000015
Soda-lime glass (ตัวอย่างเครื่องแก้วยี่ห้อหรือประเภท: AR glass)	0.000027
Polypropylene plastic	0.00024
Polycarbonate plastic	0.00045
Polystyrene plastic	0.00021
$\alpha=3a$ เมื่อ a คือสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้นเนื่องจากความร้อน	

ตัวอย่างการทวนสอบเครื่องแก้วปริมาตร

1. ตัวอย่างผลการสอบเทียบปิเปต

ชนิดของเครื่องแก้ว	: ปิเปตแบบปริมาตร
ระดับชั้นคุณภาพ	: A
ค่าปริมาตรที่ระบุ	: 10 มิลลิลิตร
ค่าปริมาตรที่อุณหภูมิอ้างอิง 20 องศาเซลเซียส (V_{20})	: 10.0019 มิลลิลิตร
ค่าแก้	: 0.0019 มิลลิลิตร
ค่าความไม่แน่นอน	: ± 0.0014 มิลลิลิตร
เกณฑ์การยอมรับของเครื่องแก้ว	: ± 0.02 มิลลิลิตร



การทวนสอบทำได้โดยเปรียบเทียบผลการสอบเทียบ กับเกณฑ์การยอมรับของเครื่องแก้วปริมาตร กรณีที่ผลรวมของค่าแก้และค่าความไม่แน่นอนไม่เกินเกณฑ์การยอมรับ แสดงว่าเครื่องแก้วนั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ค่าแก้ \pm ค่าความไม่แน่นอน \leq เกณฑ์การยอมรับ
ของเครื่องแก้ว

$$(0.0019 \pm 0.0014) \text{ มิลลิลิตร} \leq \pm 0.02 \text{ มิลลิลิตร}$$

จากการคำนวณพบว่า ผลรวมของค่าแก้และค่าความไม่แน่นอนอยู่ช่วงระหว่าง 0.0005 ถึง 0.0033 มิลลิลิตร ซึ่งอยู่ในช่วงของเกณฑ์การยอมรับตั้งแต่ -0.02 ถึง 0.02 มิลลิลิตร ดังนั้น ผลการทวนสอบพบว่าปิเปตนี้มีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

การใช้งานเครื่องแก้วปริมาตรควรคำนึงถึงความสะอาดของเครื่องแก้วปริมาตร ซึ่งสังเกตจากส่วนโค้งล่างสุดของท้องน้ำ (meniscus) ที่เกิดจากแรงตึงผิวระหว่างผิวแก้วกับสารละลาย และการนำค่าปริมาตรที่ได้จากการสอบเทียบไปใช้นั้น เป็นค่าที่ปริมาตรที่อุณหภูมิอ้างอิง 20 องศาเซลเซียส (V_{20}) ซึ่งอาจแตกต่างจากอุณหภูมิห้องของห้องปฏิบัติการ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องคำนวณหาปริมาตรของเครื่องแก้ว ณ อุณหภูมิที่ใช้งาน (T) ภายในห้องปฏิบัติการนั้น ๆ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$V_T = V_{20} [1 + \alpha(T-20)]$$

หมายเหตุ ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงปริมาตร เนื่องจากความร้อน (α) สามารถดูได้จากตาราง เช่น



- เครื่องแก้วปริมาตรที่ทำจาก soda-lime ค่าปริมาตรที่ได้คือ $V_T = V_{20} [1 + 0.000027(T-20)]$
- เครื่องแก้วปริมาตรที่ทำจาก borosilicate ค่าปริมาตรที่ได้คือ $V_T = V_{20} [1 + 0.0000099(T-20)]$

ตัวอย่างการหาค่าความถูกต้องของเครื่องแก้วปริมาตรที่จะนำไปใช้งาน ณ อุณหภูมิต่างๆ

ตัวอย่างที่ 1 ปิเปต ระดับชั้นคุณภาพ A ขนาด 10 มิลลิลิตร มีปริมาตร ณ อุณหภูมิอ้างอิง (20 องศาเซลเซียส) เท่ากับ 10.0019 มิลลิลิตร (จากใบรายงานผลการสอบเทียบ) นำมาใช้งานภายในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส โดยปิเปตนี้ทำจากแก้วประเภท soda-lime ดังนั้นปิเปตจะมีปริมาตรเท่ากับ

$$\begin{aligned} V_{23} &= V_{20} [1 + 0.000027(23-20)] \\ &= 10.0019 \times [1 + 0.000027 \times (23-20)] \text{ มิลลิลิตร} \\ &= 10.0019 \times 1.0000297 \text{ มิลลิลิตร} \\ &\approx 10.0020 \text{ มิลลิลิตร} \end{aligned}$$

นั่นหมายความว่า กรณีผู้ปฏิบัติงานนำปิเปต (ระบุค่าไว้ 10.000 มิลลิลิตร) มาใช้งาน ณ อุณหภูมิห้องที่ 23 องศาเซลเซียสนั้น ต้องคำนวณค่าปริมาตรที่ถูกต้อง ซึ่งมีปริมาตรเท่ากับ 10.0020 มิลลิลิตร

ตัวอย่างที่ 2 ขวดวัดปริมาตร ระดับชั้นคุณภาพ A ขนาด 100 มิลลิลิตร มีปริมาตรที่อุณหภูมิอ้างอิง(20 องศาเซลเซียส) เท่ากับ 99.979 มิลลิลิตร (ค่าที่ได้จากรายงานผลการสอบเทียบ) นำมาใช้งานในห้องปฏิบัติการที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยขวดวัดปริมาตรนี้ทำจากแก้วประเภท borosilicate ดังนั้นขวดวัดปริมาตรจะมีปริมาตรเท่ากับ

$$\begin{aligned} V_{25} &= V_{20} [1 + 0.0000099 \times (25-20)] \\ &= 99.979 \times [1 + 0.0000099 \times (25-20)] \text{ มิลลิลิตร} \\ &= 99.979 \times 1.0000297 \text{ มิลลิลิตร} \\ &\approx 99.984 \text{ มิลลิลิตร} \end{aligned}$$

นั่นหมายถึงว่า หากผู้ปฏิบัติงานนำขวดวัดปริมาตรดังกล่าวมาใช้งาน ณ อุณหภูมิห้องที่ 25 องศาเซลเซียส ต้องคำนวณค่าปริมาตรที่ถูกต้อง ซึ่งมีเท่ากับ 99.984 มิลลิลิตร

จากที่ได้กล่าวมา การนำเครื่องแก้วปริมาตรไปใช้ในห้องปฏิบัติการภายหลังการสอบเทียบถือเป็นสิ่งที่จำเป็นและมีประโยชน์ต่อห้องปฏิบัติการในการสร้างความเชื่อมั่นว่าผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการถูกต้อง อีกทั้งยังช่วยในการพัฒนาระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ทั้งนี้ ศูนย์บริหารจัดการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ ได้ดำเนินกิจกรรมทดสอบความชำนาญสาขาสอบเทียบ รายการสอบเทียบเครื่องแก้วปริมาตรเป็นประจำทุกปี โดยได้รับการรับรองความสามารถในการเป็นผู้จัดกิจกรรมทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17043 และกลุ่มสอบเทียบเครื่องมือวัด วิเคราะห์ ทดสอบ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรมกรรมวิทยาศาสตร์บริการ ให้บริการสอบเทียบเครื่องมือวัดในห้องปฏิบัติการต่างๆและภาคอุตสาหกรรม โดยผู้ที่สนใจสามารถติดต่อสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ศูนย์บริหารจัดการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ และโครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรรมวิทยาศาสตร์บริการ ติดต่อสอบถามทางหมายเลขโทรศัพท์ : 02-2017322, 02-2017331

เอกสารอ้างอิง

American Society for Testing and Materials. Standard practice for calibration of laboratory volumetric apparatus. E 542-01(Reapproved 2007). In Annual book of ASTM standard : Laboratory apparatus; degradation of materials; SI; Oxygen fire safety. Vol. 14.04. West Conshohocken: ASTM, 2012, p.104-111.

Guide for Volume Determination within the Scope of Reference Measurement Procedures in Medical Reference Measurement Laboratories Part 1 : Calibration liquid water, 2002. [Online] [cite dated 20 August 2012] Available from Internet: http://www.pipette.com/support/onlinelecture/dkd%20guidance_calibration%20of%20liquid%20water.pdf.

International Organization for Standardization/International. Electrotechnical commission. laboratory glassware – volumetric instruments – methods for testing of capacity and for use. **ISO 4787, 2010.**

_____. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. **ISO/IEC 17025, 2005.**

_____. Determination of uncertainty for volume measurements made using the gravimetric method. **ISO/TR20461, 2000.**

_____. Water for analytical laboratory use -- Specification and test methods. **ISO3696, 1987.**

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ. เอกสารการอบรมและสัมมนาหลักสูตร การสอบเทียบเครื่องแก้ววัดปริมาตร. 3-4 ธันวาคม 2552, กรุงเทพมหานคร: สำนักพัฒนาฯ, 106 หน้า.