

การจัดการเครื่องมือวัด การอ่านใบรับรองผล และ การประเมินผลการสอบเทียบ

31 มีนาคม 2560

โรงแรมปรีณซ์พาลेข มหานคร

จัดโดย สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม



ความหมายของคำที่เกี่ยวข้องกับการสอบเทียบ

การสอบเทียบ (Calibration) คือ ชุดของการดำเนินการทางมาตรวิทยาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าชี้บอกโดยเครื่องวัด หรือระบบการวัด หรือค่าที่แสดงโดยเครื่องวัดที่เป็นวัสดุ กับค่าสมนัยที่รู้ของปริมาณที่วัดภายใต้ภาวะที่บ่งไว้

ทั้งนี้ต้องรายงานผลการวัดพร้อมหน่วย ต้องสอบกลับได้สู่หน่วยสากล และระบุค่าความไม่แน่นอนของการวัดด้วย



การทวนสอบ (Verification) เป็นวิธีการยืนยันว่าเครื่องมือมีคุณลักษณะเหมาะสมกับค่าความผิดพลาดสูงสุดที่ยอมรับได้ของการใช้งาน ผลของการทวนสอบจะไปสู่การตัดสินใจว่า จะยังคงนำมาใช้งาน หรือทำการซ่อมแซม หรือลดเกรด หรือ ตัดป้ายห้ามใช้ ทั้งนี้การทวนสอบที่กระทำควรจะเป็นบันทึกเอกสารเก็บไว้

ความแตกต่างระหว่างการ**สอบเทียบ**และการ**ทวนสอบ**คือการ**สอบเทียบ**ต้องระบุค่าความไม่แน่นอนของการวัด ส่วนการ**ทวนสอบ**ไม่ต้องระบุค่าความไม่แน่นอนของการวัด

3



องค์ประกอบของการสอบเทียบ

- บุคลากร (Personnel)
- เครื่องมือ (Equipment)
- สภาพแวดล้อมห้องปฏิบัติการ (Accommodation and Environmental Condition)
- วิธีการ (Test and Calibration Method)
- การควบคุมคุณภาพ ประกันคุณภาพ (Assuring the Quality of Test and Calibration)

4



บุคลากร (Personnel)

- มีความรู้ความสามารถตามความเหมาะสมกับงาน
- ผ่านการฝึกอบรมตามที่ได้รับมอบหมาย
- ฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ
- ทดสอบความสามารถระหว่างบุคคล และห้องปฏิบัติการ
- มอบหมายให้ปฏิบัติงาน
- ตรวจสอบความสามารถเป็นระยะ

5



สภาวะแวดล้อมห้องปฏิบัติการ (Accommodation and Environmental Condition)

- ต้องควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เป็นไปตามที่ระบุในวิธี
 - อุณหภูมิ
 - ความชื้น
 - ความดัน
 - แสง
 - ลม
 - การสั่นสะเทือน

6



วิธีการ (Test and Calibration Method)

- เลือกวิธีที่เป็นมาตรฐานและยอมรับระดับนานาชาติ
- ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีกรณีพัฒนาวิธีขึ้นเอง
- เลือกวิธีที่เหมาะสมกับความสามารถของห้องปฏิบัติการ
- เลือกวิธีที่เหมาะสมกับตัวอย่าง
- เลือกวิธีที่ทันสมัยที่สุด ใหม่สุด

7



การควบคุมคุณภาพ ประกันคุณภาพ (Assuring the Quality of Test and Calibration)

- การบันทึกการใช้เครื่องมือ
- การทวนสอบเครื่องมือ
- การทดสอบความชำนาญบุคลากร
- การตรวจติดตามภายใน
- สามารถสอบกลับข้อมูลได้

8



เครื่องมือ (Equipment)

- มีความสามารถ ความถูกต้องเหมาะสมในการวัดได้ตามที่ระบุในวิธี
- มีการสอบเทียบ/ทวนสอบ เครื่องมือตามแผน
- มีการตรวจสอบการใช้งานอยู่เป็นประจำ
- มีการบันทึกการใช้เครื่องมือ
- มีแผนการบำรุงรักษา
- มีการมอบหมายผู้ใช้เครื่องมือ
- สอบกลับได้สู่ SI UNIT และมีระบุค่าความไม่แน่นอน

9



Accuracy of Measuring

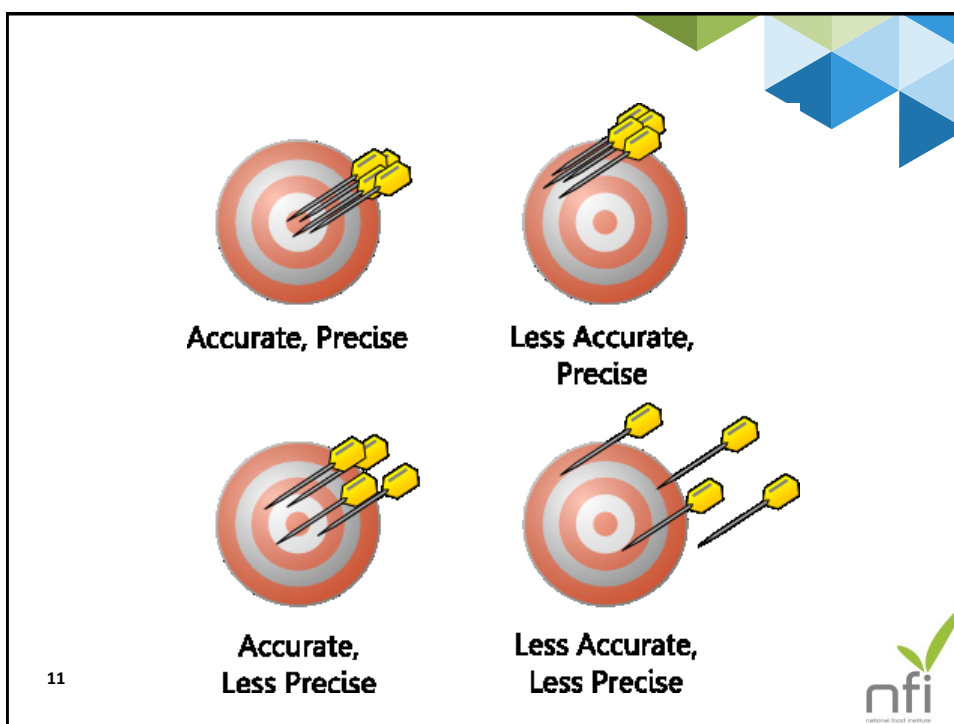
ความถูกต้องของการวัด คือ ความใกล้เคียงของการเป็นไปตามกันระหว่างค่าปริมาณที่วัด ที่ได้ค่าหนึ่งกับค่าปริมาณจริงค่าหนึ่งของสิ่งที่ถูกวัดสิ่งหนึ่ง

Precision of Measuring

ความเที่ยงของการวัด คือ ความใกล้เคียงของการเป็นไปตามกันระหว่างค่าบ่งชี้ต่างๆ หรือค่าปริมาณที่วัดได้จากการวัดซ้ำๆ ที่กระทำต่อวัตถุเดิมหรือต่อวัตถุที่คล้ายกัน ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ที่ถูกระบุ

10





Standard Reading คือ ค่าที่เครื่องมือมาตรฐานอ่านค่าได้

UUC* Reading คือ ค่าที่เครื่องมือที่นำมาสอบเทียบอ่านได้
(*UUC = Unit Under Calibration)

Repeatability คือ ค่าความแม่นยำที่เกิดจากการทำซ้ำ ๆ ในสภาวะเดียวกันโดยใช้วิธีเดียวกันในห้องปฏิบัติการเดียวกัน เครื่องมือชุดเดียวกันและผู้วิเคราะห์คนเดียวกัน

Reproducibility หมายถึง ค่าความแม่นยำที่เกิดจากการซ้ำ ๆ โดยใช้วิธีเดียวกัน ผู้วิเคราะห์ต่างกัน เครื่องมือคนละเครื่องกัน และทำในห้องปฏิบัติการคนละแห่งกัน

12

nfi
national food institute
national food institute
national food institute

Error คือ ผลของการวัดลบด้วยค่าจริงของปริมาณที่ถูกวัด

$$\text{Error} = \text{Measured Value} - \text{True Value}$$

Correction คือ ค่าจริงของปริมาณที่ถูกวัดลบด้วยผลของการวัด

$$\text{Correction} = \text{True Value} - \text{Measured Value}$$

13

ตัวอย่างการหาค่า Error และ Correction

Calibration Point (°C)	STD Reading (°C)	UUC Reading (°C)	Correction (°C)	Error (°C)	Uncertainty (±°C)
0	0.005	0.1	-0.095	0.095	0.18
20	20.012	20.4			0.18
50	49.991	50.3			0.18
100	99.999	99.7			0.18

14

Resolution คือ ความละเอียดของเครื่องมือ หรือความสามารถในการอ่านค่าได้ของเครื่องมือ (Readability)



15

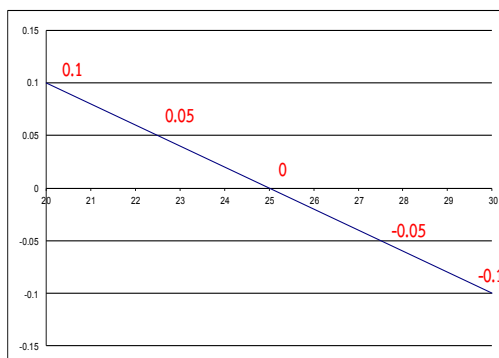
Range คือ พิสัยของย่านการวัด หรือช่วงเครื่องมือที่สามารถวัดหรืออ่านค่าได้
Capacity คือ ค่าที่มากที่สุดที่เครื่องมือวัดได้



16

Linearity คือ ความเป็นเชิงเส้น ผลการวัดที่ตอบสนองค่าที่ป้อนเป็นเชิงเส้นตรง

UUC Reading	Correction
20.0	+0.1
25.0	?
30.0	-0.1



17

Uncertainty คือ ค่าความไม่แน่นอนของการวัด เป็นสิ่งที่บ่งบอกความไม่สมบูรณ์ของปริมาณที่ถูกวัด จากขั้นตอนการสอบกลับ ซึ่งจะมีค่ามากขึ้นเรื่อยๆ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถในการวัดของแต่ละห้องปฏิบัติการ เป็นสิ่งที่บ่งบอกคุณภาพของการวัดว่าน่าเชื่อถือได้ดีเพียงใด การรายงานความไม่แน่นอนของการวัดจะต้องรายการพร้อมกับผลของการวัดเสมอ เพื่อให้เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการวัดกับเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับ

18

การจัดทำแผนการสอบเทียบเครื่องมือ/ทะเบียนประวัติเครื่องมือ

- สำรวจเครื่องมือทั้งหมดในโรงงาน/หน่วยงาน เพื่อจัดทำประวัติเครื่องมือ
- ประเมินความจำเป็นของเครื่องมือเพื่อจัดทำแผนการสอบเทียบ
- จัดทำแผนการสอบเทียบ และดำเนินการสอบเทียบตามแผน
- บันทึกผลการสอบเทียบ พร้อมประเมินผลสอบเทียบ
- สามารถใช้งานได้ / ซ่อมแซม / ยกเลิกการใช้งาน / ซื้อมใหม่

19



แผนการสอบเทียบ ควรประกอบไปด้วยอะไรบ้าง

- ชื่อเครื่องมือ (Equipment Name) • ยี่ห้อ (Manufacturer)
- รุ่น (Model) • หมายเลขเครื่อง (Serial No.)
- หมายเลขครุภัณฑ์ / หมายเลขระบบคุณภาพ (ID.No.)
- ความละเอียดเครื่องมือ (Resolution)
- พิกัดเครื่องมือ / ความจุ (Range/Capacity)
- จุดสอบเทียบ (Calibration Point)
- เกณฑ์การยอมรับ (Tolerance Limit)
- ระยะเวลาของการสอบเทียบ (Calibration Interval)
- แผนการสอบเทียบ (Calibration Date)
- รายละเอียดอื่นๆ (Other)

20



การกำหนดหมายเลขครุภัณฑ์ / หมายเลขระบบคุณภาพ (ID.No.)

- ควรสื่อถึงสถานที่ตั้ง / หน่วยงาน เช่น PD ซึ่งหมายถึง เครื่องมือที่อยู่ในห้องผลิต หรือ QC ซึ่งอาจหมายถึง เครื่องมืออยู่ที่แผนก QC เป็นต้น
- ควรสื่อถึงชนิดของเครื่องมือ เช่น Electronic Balance อาจใช้ EB , Incubator อาจใช้ IN, Digital Thermometer อาจใช้ DTH เป็นต้น
- ควรสื่อว่าเครื่องมือเป็นตัวที่เท่าไรของหน่วยงาน เพื่อป้องกันการซ้ำกันของ ID.No. เช่น QC-EB-02 ซึ่งหมายความว่า เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ตัวที่ 2 ของ งานควบคุมคุณภาพ เป็นต้น

21



การกำหนดจุดสอบเทียบ

- สอบเทียบที่จุดใช้งานสำหรับเครื่องมือที่เป็นเครื่องควบคุม หรือสามารถควบคุมการทำงานของกระบวนการหรือวิธีการได้ เช่น Incubator, Water Bath, Temperature Controller เป็นต้น



22



การกำหนดจุดสอบเทียบ

- สอบเทียบให้คลุมช่วงการใช้งานสำหรับเครื่องมือที่เป็นตัว monitor กระบวนการ เช่น LIG Thermometer , Dial Thermometer, Temp Indicator เป็นต้น



23

การกำหนดจุดสอบเทียบ

- สอบเทียบตามที่มาตรฐานกำหนดไว้ เช่น Balance , Pressure Gauge, pH meter, Micro pipette เป็นต้น



24

แบบฟอร์ม บริษัท อภาวิทย์อุตสาหกรรม จำกัด										เอกสารหมายเลข TQW 002 ครั้งที่ 1 ปรับปรุงครั้งที่ 0 หน้า 1/1 อนุมัติโดย : ผู้จัดการฝ่ายวิชาการ วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2558			
แบบ สแตนด์ลิ้น (Volumetric: Glassware, Piston Pipette and Dispenser Calibration)													
ลำดับที่	เครื่องมือ	ยี่ห้อ	รุ่น	พิกัดเครื่องมือ	ความละเอียด	ช่วงการใช้งาน / ความจุ	อุณหภูมิใช้งาน	ขนาดการสอบเทียบ	ขนาดการสอบเทียบ	พิกัด (D.V)	สถานะ	ผลการสอบเทียบ	
												ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1	Barometer	BARGO	N/A	N/A	BAR 001/55	1 mbar	1009-1021 mbar	950, 960, 1000, 1030, 1035, 1036, 1036/1037 mbar	±0.5 mbar	CE	1 ปี	4.04.58	
2	Thermo-Hygrometer	Dickson	THDX	01128397	THG 001/55	1 °C	17.5-22.5 °C	18.19, 20.21, 22 °C	±0.5 °C	CE	1 ปี	9.84.58	
3	Electronic Balance	METTLER TOLEDO	AX205OR	1120421256	EBL 001/55	0.00001 g / 0.0001 g	220 g	0-200 g	±0.002 g	CI	1 ปี	5.14.58	
4	Electronic Balance	METTLER TOLEDO	AX205OR	1125143454	EBL 002/55	0.00001 g / 0.0001 g	220 g	0-200 g	±0.002 g	CI	1 ปี	5.14.58	
5	Electronic Balance	METTLER TOLEDO	MX5	1125020204	EBL 003/55	0.000001 g	5.1 g	0-10 mg 10-1000 mg 1000-5000 mg	±0.016 mg ±0.06 mg ±1.6 mg	CI	1 ปี	5.14.58	
6	Electronic Balance	METTLER TOLEDO	PR605	1125030586	EBL 004/55	0.001 g	5100 g	0-5000 g	± 0.05 g	CI	1 ปี	1.14.58	
7	Electronic Balance	METTLER TOLEDO	XP205	1129441931	EBL 005/55	0.00001 g / 0.0001 g	220 g	0-200 g	±0.002 g	CI	1 ปี	5.14.58	
8	Stop Watch	CASIO	HS-6	401208	STW 001/55	N/A	1-100 s	STD	± 0.05 s	CE	1 ปี	4.14.58	
9	Stop Watch	CASIO	HS-6	401206	STW 002/55	N/A	1-100 s	STD	± 0.05 s	CE	1 ปี	10.14.58	
10	Thermo-Hygro Meter (Data Logger)	MicroLog	ED450	0703120	THG 002/55	1 °C	17.5-22.5 °C	18.19, 20.21, 22 °C	±0.5	CE	1 ปี	10.14.58	
11	LIG Thermometer	GOLD BRAND	Partial Immersion	128776	LIG 001/55	0.1 °C	0.0 to 30.0 °C	0.0, 17.0, 18.0, 19.0, 20.0, 21.0, 22.0, 23.0 °C	±0.2 °C	CI	6 เดือน	25.04.58	25.04.58
12	LIG Thermometer	GOLD BRAND	Partial Immersion	128777	LIG 002/55	0.1 °C	0.0 to 30.0 °C	0.0, 17.0, 18.0, 19.0, 20.0, 21.0, 22.0, 23.0 °C	±0.2 °C	CI	6 เดือน	25.04.58	25.04.58

หมายเหตุ: 1. ให้ใช้แบบฟอร์ม บ 009 ใบรับรองการสอบเทียบเครื่องมือ เมื่อมีการตรวจสอบและเก็บใน พทบ.009
2. เก็บ บ.008 ในแฟ้ม พทบ.001 และเก็บแบบงานประจำปี พทบ.006
3. แบบสอบเทียบ จัดทำแบบ TM อยู่ชนิดสอบ การมีมีการ up date แล้วมี TM แล้วจึงส่งชุดเครื่องมือ
4. มีการตรวจสอบเครื่องมือทุก วันที่ 18 ส.ค. ของทุกปี ลงบันทึกในประวัติเครื่องมือ บ.145 และเก็บใน พทบ.012 และ พทบ.013

ลงชื่อ.....
(.....)
ตำแหน่ง ผู้จัดการแบบสอบเทียบ
วันที่

VI = Internal Verification
VE = External Verification
CI = Internal Calibration
CE = External Calibration

ลงชื่อ.....
(.....)
ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายวิชาการ
วันที่

25

การตั้งเกณฑ์การยอมรับ

- **Standard** ยึดเอาตามมาตรฐานมาใช้เป็นเกณฑ์
- **Method** ยึดเอาตามวิธีทดสอบที่ไม่ใช่มาตรฐาน แต่มีการยอมรับกันในวงการ หรือตามเกณฑ์ที่ลูกค้าเป็นผู้กำหนดมาเป็นเกณฑ์
- **Validation** ใช้ในกรณีทั้ง 2 หัวข้อไม่กำหนด หรือกำหนดไว้แต่เครื่องมือไม่เหมาะสม แต่ไม่สามารถแก้ไขได้ ต้องเปลี่ยนเกณฑ์ใหม่

26

ระยะเวลาของการสอบเทียบ (Calibration Interval)

โดยทั่วไปจะกำหนดระยะเวลา 1 ปี หรือตามที่มาตรฐานกำหนดไว้ หรือหน่วยงานหรือองค์กรที่น่าเชื่อถือกำหนดไว้ ช่วงระยะเวลาที่ต่างกันเป็นการบ่งบอกถึงความสำคัญของเครื่องมือชิ้นนั้น เครื่องมือที่ต้องสอบเทียบบ่อยๆ หรือรอบเวลาในการสอบเทียบนั้นสั้น อาจเป็น 3 เดือน หรือ 6 เดือน แสดงว่าเครื่องมือชิ้นนั้นมีความสำคัญหรือมีผลต่อผลิตภัณฑ์มากต้องได้รับการดูแลอย่างสม่ำเสมอ

27



การทวนสอบผลการสอบเทียบ

Electronic Balance 0-300 g Resolution 0.001 g เกณฑ์ ± 0.01 g

Reading Value (g)	Correction (g)	Uncertainty ($\pm$ g)	Correction + U (g)	Correction - U (g)	Tolerance ($\pm$ g)	Result
0.100	0.000	0.00082	0.00082	-0.00082	0.01	PASS
0.501	-0.001	0.00082	-0.00018	-0.00182	0.01	PASS
1.001	-0.001	0.00082	-0.00018	-0.00182	0.01	PASS
5.002	-0.002	0.00082	-0.00118	-0.00282	0.01	PASS
10.002	-0.002	0.00082	-0.00118	-0.00282	0.01	PASS
20.003	-0.003	0.00082	-0.00218	-0.00382	0.01	PASS
50.004	-0.004	0.00082	-0.00318	-0.00482	0.01	PASS
70.004	-0.004	0.00085	-0.00315	-0.00485	0.01	PASS
100.005	-0.004	0.00090	-0.00310	-0.00490	0.01	PASS
150.005	-0.005	0.0011	-0.00390	-0.00610	0.01	PASS
200.005	-0.005	0.0013	-0.00370	-0.00630	0.01	PASS
300.006	-0.006	0.0015	-0.00450	-0.00750	0.01	PASS

28



- เครื่องมือที่มีปัญหาต้องถูกนำออกจากพื้นที่ใช้งาน ติดป้าย หรือทำเครื่องหมาย ห้ามใช้งาน
- ทวนสอบก่อนนำกลับมาใช้งาน
- ปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนิน “การควบคุมงานที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนด”

REJECTED	
BY _____	DATE _____
REASON _____	

DO NOT USE
OUT OF CALIBRATION

เครื่องมือในห้องปฏิบัติการที่ต้องสอบเทียบ ต้องติดป้ายแสดงรหัส หรือป้ายบ่งชี้ตัวอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อแสดงสถานะการสอบเทียบ รวมทั้งวันเดือนปีที่สอบเทียบครั้งล่าสุด และกำหนดการสอบเทียบครั้งต่อไป

CALIBRATION	
I.D. _____	
BY _____	DATE _____
DUE _____	

29



การอ่านใบรับรองผลการสอบเทียบ และการประเมินผลการสอบเทียบเครื่องมือ

30



ข้อ 5.10.2 รายงานผลทดสอบและใบรับรองการสอบเทียบ ประกอบไปด้วย

- หัวเรื่อง (ใบรับรองการสอบเทียบ)
- ชื่อและที่อยู่ห้องปฏิบัติการและสถานที่สอบเทียบ
- การชี้บ่งแต่ละหน้าและชี้บ่งการสิ้นสุดของใบรับรอง
- ชื่อและที่อยู่ของลูกค้า
- ระเบียบวิธีที่ใช้สอบเทียบ
- รายละเอียดลักษณะ สภาพตัวอย่าง
- วันเดือนปีที่รับและวันที่ทำการสอบเทียบ
- มีการอ้างอิงแผนการชักตัวอย่าง
- ผลการสอบเทียบพร้อมหน่วยการวัด
- ชื่อ หน้าทีและลายมือชื่อที่มีอำนาจออกใบรับรองการสอบเทียบ
- ข้อความที่ระบุว่ารายงานนี้มีผลเฉพาะตัวอย่างที่นำมาสอบเทียบเท่านั้น

31



ข้อกำหนดข้อ 5.10.4 ใบรับรองการสอบเทียบจะต้องประกอบด้วย

1. กำหนดภาวะต่างๆ ที่สอบเทียบซึ่งมีอิทธิพลต่อผลการวัด
2. ค่าความไม่แน่นอนของการวัด
3. หลักฐานที่แสดงถึงการสอบกลับได้ของการวัด
4. ใบรับรองการสอบเทียบต้องรับรองเฉพาะปริมาณและผลตามรายการที่สอบเทียบ
5. กรณีเครื่องมือมีการปรับแต่งหรือซ่อมแซม จะต้องรายงานผลการสอบเทียบทั้งก่อนและหลังปรับแต่ง (ถ้ามี)
6. ใบรับรองการสอบเทียบจะต้องไม่มีคำแนะนำใดๆ เกี่ยวกับช่วงเวลาการสอบเทียบครั้งต่อไปยกเว้นในกรณีที่ได้มีการตกลงกับลูกค้าไว้

32



เกณฑ์ในการตัดสินใจ ผ่าน / ไม่ผ่าน

- กรณีที่ 1
 - พิจารณาที่ใบ Cert ว่า Uncertainty มากกว่าหรือน้อยกว่าเกณฑ์ ถ้าน้อยกว่าพิจารณากรณีที่ 2 แต่ถ้ามากกว่าแสดงว่าเครื่องมือนี้ไม่ผ่านเกณฑ์ ต้องแก้ไข
- กรณีที่ 2
 - ค่า $\text{Correction} + \text{Un}$ มีค่าเกินกว่าเกณฑ์ จึงต้องใช้ค่าแก้ในการปฏิบัติงาน

33



เกณฑ์ในการตัดสินใจ ผ่าน / ไม่ผ่าน

กรณีที่ 3

- ถ้าค่า $\text{Correction} + \text{Un}$ นั้นมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ก็ไม่จำเป็นต้องใช้ค่า Correction ในการปฏิบัติงาน

34



Workshop การอ่านใบรับรองผลการสอบเทียบ สาขาอุณหภูมิ

- Digital Thermometer with Sensor
- LIG Thermometer, Temperature Gauge
- Chamber (Cold Room, Incubator, Hot Air Oven, Refrigerator, Freezer)
- Water Bath
- Autoclave

35



Digital Thermometer with Sensor

โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ Thermocouple และ RTD

ANSI colour code

K yellow NiCr NiSi	J black Fe CuNi	E violet NiCr CuNi	T blue Cu CuNi	N orange NiCrSi NiSi



36



ผลการสอบเทียบ Digital Thermometer with RTD ที่ 0, 6, 10, 20 °C
เกณฑ์การยอมรับ ± 1 °C

UUC Reading (°C)	STD Reading (°C)	Correction (°C)	Uncertainty ($\pm$ °C)
0	0.0012	+0.0012	1.2
6	6.0007	+0.0007	1.2
10	10.0006	+0.0006	1.2
20	20.0016	+0.0016	1.2

37



ผลการสอบเทียบ Digital Thermometer with RTD ที่ 0, 5, 10, 20 °C
เกณฑ์การยอมรับ ± 1 °C

UUC Reading (°C)	STD Reading (°C)	Correction (°C)	Uncertainty ($\pm$ °C)
0.0	0.0012	+ 0.0012	0.12
5.4	5.0007	- 0.3993	0.12
10.6	10.0006	- 0.5994	0.12
20.8	20.0016	- 0.7984	0.12

38



ผลการสอบเทียบ Digital Thermometer with TC Type K
ที่ 0, 5, 10, 20 °C เกณฑ์การยอมรับ ± 1 °C

UUC Reading (°C)	STD Reading (°C)	Correction (°C)	Uncertainty ($\pm$ °C)
0.0	0.0012	+ 0.0012	0.70
5.4	5.0007	- 0.3993	0.70
10.6	10.0006	- 0.5994	0.70
20.8	20.0016	- 0.7984	0.70

39



ผลการสอบเทียบ Digital Thermometer with TC Type K
ที่ 0, 5, 10, 20 °C
เกณฑ์การยอมรับ ± 0.5 °C

UUC Reading (°C)	STD Reading (°C)	Correction (°C)	Uncertainty ($\pm$ °C)
0.0	0.0012	+ 0.0012	0.59
5.4	5.0007	- 0.3993	0.59
10.6	10.0006	- 0.5994	0.59
20.8	20.0016	- 0.7984	0.59

40



ผลการสอบเทียบ Digital Thermometer with TC Type K
 ที่ 0, 5, 10, 20 °C
 เกณฑ์การยอมรับ ± 2 °C

UUC Reading (°C)	STD Reading (°C)	Correction (°C)	Uncertainty ($\pm$ °C)
0.0	0.0012	+ 0.0012	0.59
5.4	5.0007	- 0.3993	0.59
10.6	10.0006	- 0.5994	0.59
20.8	20.0016	- 0.7984	0.59

41

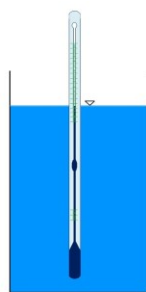
Liquid in Glass Thermometer



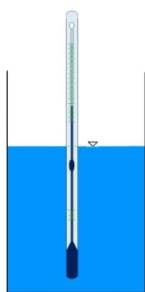
Total Immersion



Partial Immersion



Total Immersion Thermometer



Partial Immersion Thermometer

42

ผลการสอบเทียบ LIG Thermometer สอบเทียบที่ 0, 4, 8, 10 °C
เกณฑ์การยอมรับ ± 1 °C

UUC Reading (°C)	STD Reading (°C)	Correction (°C)	Uncertainty ($\pm$ °C)
0	0.0012	+ 0.0012	0.58
4	5.0007	+ 1.0007	0.58
8	9.0006	+ 1.0006	0.58
10	10.0016	+ 0.0016	0.58

43



ผลการสอบเทียบ LIG Thermometer สอบเทียบที่ 0, 4, 8, 10 °C
เกณฑ์การยอมรับ ± 0.20 °C

UUC Reading (°C)	STD Reading (°C)	Correction (°C)	Uncertainty ($\pm$ °C)
0	0.0012	+ 0.0012	0.58
4	5.0007	+ 1.0007	0.58
8	9.0006	+ 1.0006	0.58
10	10.0016	+ 0.0016	0.58

44



Chamber (Cold Room, Incubator, Hot Air Oven, Refrigerator, Freezer)

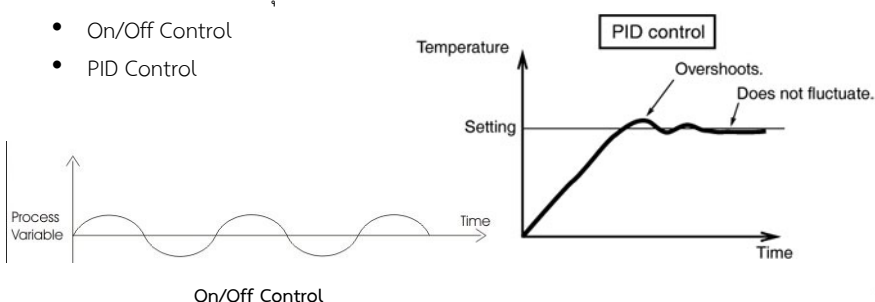
การแบ่งประเภทของตู้ควบคุม

แบ่งตามการกระจาย/นำความร้อน ได้เป็น

- ชนิด Gravity-Convection (การนำความร้อนโดยธรรมชาติ) และ
- ชนิด Forced-Ventilation (การกระจายความร้อนโดยอาศัยการหมุนเวียนของอากาศ)

แบ่งตามชนิดของการควบคุม

- On/Off Control
- PID Control



45

ลักษณะของตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ดี

1. มีระบบควบคุมอุณหภูมิที่ดีและละเอียด เช่น ระบบ PID Control, ความละเอียด 0.1 °C
2. เป็นตู้ชนิดแบบ Forced-Ventilation เช่น มีพัดลมกระจายความร้อน
3. มีการ Seal ที่ดี ยางขอบประตูต้องดี เมื่อปิดประตูแล้วจะต้องไม่การรั่วไหลของอุณหภูมิ
4. มีค่า Uniformity, Overall Variation, Stability ที่ดี

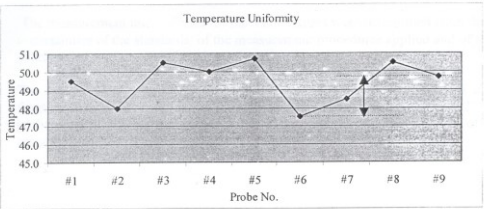
การใช้เครื่องมือให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

1. สถานที่ติดตั้งต้องเหมาะสม
2. อุณหภูมิห้องต้องเหมาะสม
3. หมั่นทำความสะอาดเครื่องมือ
4. ทำการตรวจสอบเครื่องมือทุกวัน

46

Temperature Uniformity : The maximum difference of measured temperature at any probes and the measured temperature at the reference location which are observed at the same time

The temperature uniformity in graphical report is optional.

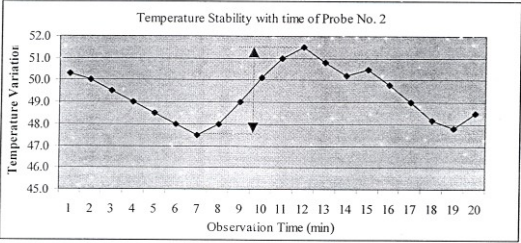


Chamber uniformity = $(49.7-47.5) ^\circ\text{C}$
= $2.2 ^\circ\text{C}$

47

Temperature Stability :One-half of the greatest maximum difference of measured temperature at any probe.

The temperature stability in graphical report is optional.

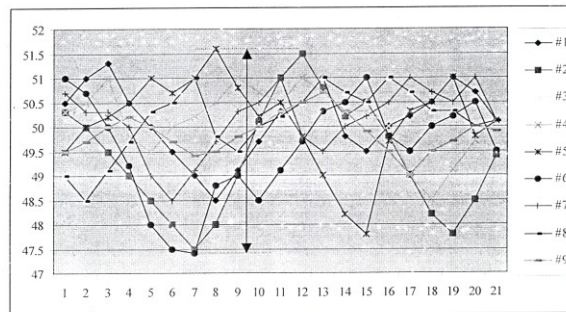


Chamber Stability = $\pm(51.5-47.5)/2 ^\circ\text{C}$
= $\pm 2.0 ^\circ\text{C}$

48

Overall Variation : The difference of the maximum and the minimum measured temperature throughout observation .

The temperature overall variation in graphical report is optional.



Overall Variation = $(51.6 - 47.4) ^\circ\text{C}$
= $4.2 ^\circ\text{C}$

49

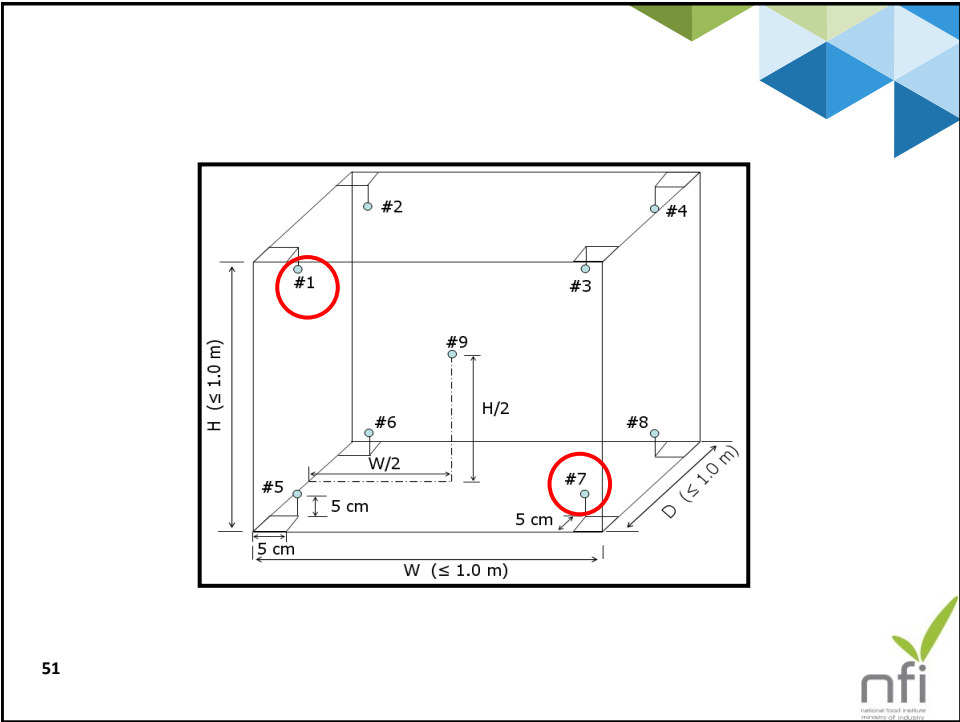
ผลการสอบเทียบ Incubator ที่ $37.0 ^\circ\text{C}$
เกณฑ์การยอมรับ $\pm 1 ^\circ\text{C}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9
36.42	36.79	37.40	36.94	36.59	36.69	37.55	37.40	37.10

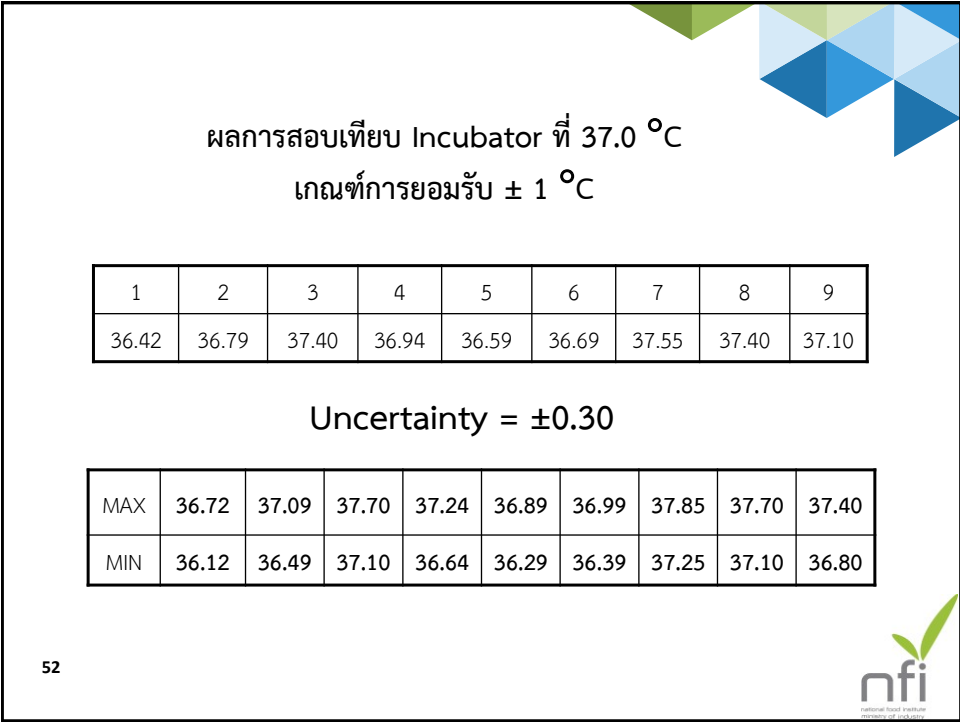
Uncertainty = ± 0.52

MAX	36.94	37.31	37.92	37.46	37.11	37.21	38.07	37.92	37.62
MIN	35.90	36.27	36.88	36.42	36.07	36.17	37.03	36.88	36.88

50



51



52



ผลการสอบเทียบ Incubator ที่ 37.0 °C
เกณฑ์การยอมรับ ± 0.5 °C

1	2	3	4	5	6	7	8	9
36.42	36.79	37.40	36.94	36.59	36.69	37.55	37.40	37.10

Uncertainty = ± 0.52

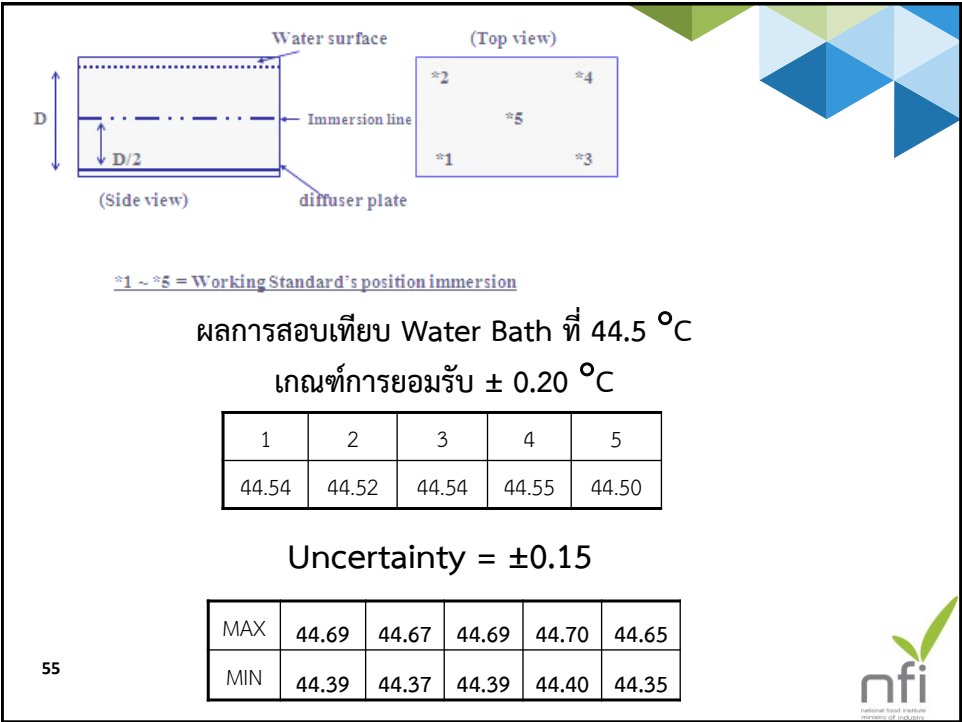
MAX	36.72	37.09	37.70	37.24	36.89	36.99	37.85	37.70	37.40
MIN	36.12	36.49	37.10	36.64	36.29	36.39	37.25	37.10	36.80

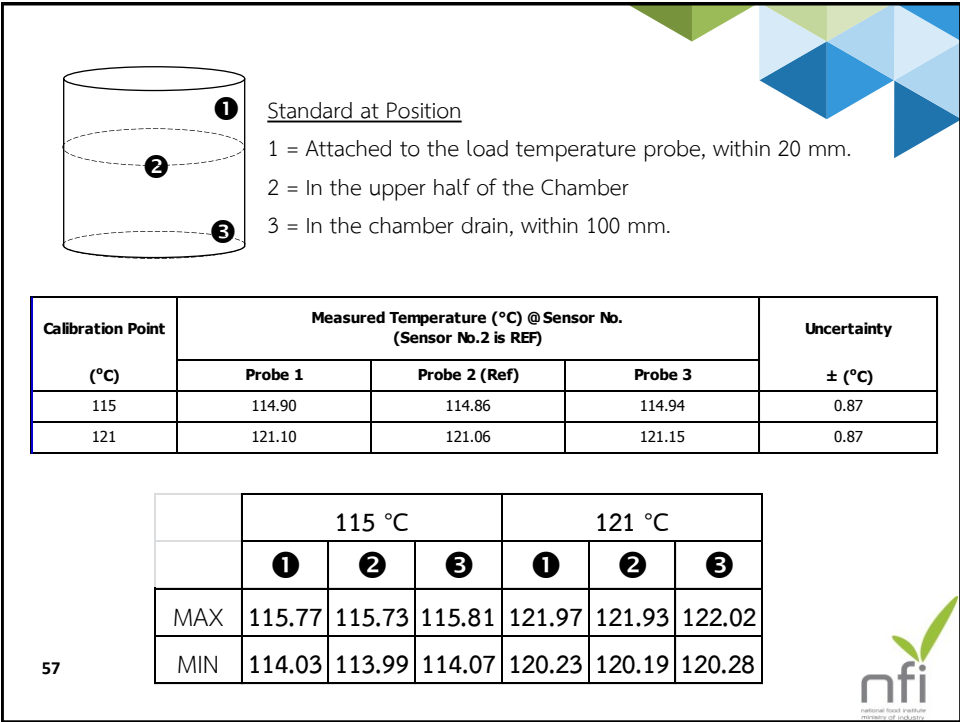
53

Water Bath



54





Workshop การอ่านใบรับรองผลการสอบเทียบ สาขาเคมี ปริมาตร

- pH Meter
- Piston Pipette
- Dispenser
- Volumetric Glassware

58



การสอบเทียบ pH Meter



- ถ้าเป็นแบบมี Bench top หรือ แบบ Hand Held ที่มีการต่อร่วมระหว่าง Meter และ Electrode ต้องสอบเทียบทั้งสอง Part
- แต่ถ้าเป็นแบบ Tester ทำการทดสอบโดยการจุ่มใน Buffer เท่านั้น

59

การตรวจสอบประสิทธิภาพ การทำงานของ pH Electrode

- เปิดเครื่อง และอุ่นเครื่องก่อนการใช้งานประมาณ 15-30 นาที หรือที่คู่มือเครื่องระบุ
- เลือก Mode การทำงานให้อยู่ในหน่วย mV
- วัดค่าสารละลายบัฟเฟอร์ pH 7.0 บันทึกค่าความต่างศักย์ ทำการวัดซ้ำจำนวน 3 ครั้ง
- วัดค่าสารละลายบัฟเฟอร์ pH 4.0 หรือ pH 10.0 บันทึกค่าความต่างศักย์ ทำการวัดซ้ำจำนวน 3 ครั้ง
- โดยทุกครั้งต้องล้าง Electrode ด้วยน้ำกลั่นและซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าความชัน (Slope Factor) ดังสมการ

$$S = (E_1 - E_2) / (pH_1 - pH_2)$$

โดยที่ S คือ Measured Slope

60

Relative Slope = Measured Slope/Theory Slope

ตัวอย่างการคำนวณ ที่อุณหภูมิ 25 °C

ค่า potential ของสารละลายบัฟเฟอร์ pH 7.0 วัดได้ เท่ากับ -2 mV

ค่า potential ของสารละลายบัฟเฟอร์ pH 4.0 วัดได้ เท่ากับ 169 mV

$$\text{Measured Slope} = [(-2)-169]/(7-4)$$

$$= -171\text{mV}/3\text{pH}$$

$$= -57 \text{ mV/pH}$$

61



ที่อุณหภูมิ 25 °C ค่า Theory Slope

มีค่าเท่ากับ -59.16 mV/pH

$$\text{ดังนั้น Relative Slope} = [(-57)/(-59.16)] \times 100$$

$$= 96.34\%$$

เราจะตรวจสอบหาค่า Relative Slope ในกรณีที่เครื่องไม่ฟังก์ชันแสดงค่า Relative Slope และในกรณีที่เกิดความไม่แน่ใจในการวัดค่า และเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของอิเล็กโทรดได้ด้วย

สำหรับการประเมินผลนั้นขึ้นอยู่กับผู้ผลิต แต่โดยทั่วไปค่า Relative Slope ควรมีค่าอยู่ในช่วง 95-105%

62



การประเมินผลการสอบเทียบ pH Meter Part Meter

Nominal pH	DC Voltage Standard (mV)	Average Indicator Reading		Uncertainty (±mV)	Coverage Factor (k)
		mV	pH		
0.00	414.13	416	0.00	0.58	2.00
2.00	295.81	297	1.99	0.58	2.00
4.00	177.48	179	4.00	0.58	2.00
6.00	59.16	61	6.00	0.58	2.00
7.00	0.00	2	7.00	0.58	2.00
8.00	-59.16	-57	8.00	0.58	2.00
10.00	-177.48	-176	9.99	0.58	2.00
12.00	-295.81	-293	12.00	0.58	2.00
14.00	-414.13	-412	13.99	0.58	2.00

63



การประเมินผลการสอบเทียบ pH Meter Part with Electrode

2. Calibration of pH Meter with Electrode (Manual Temperature Compensation at 25 °C)

Equipment: pH Electrode Type: Combined Electrode
 Manufacturer: METTLER TOLEDO Model: DG 115-SC
 Serial No.: 8460452 ID.No. N/A

2.1 Measurement of Slope Response Electrode

Relative Slope (%)	98.83
--------------------	-------

2.2 Performance of Electrode system (Tw o-Point Calibration at pH4, pH7 and pH7, pH10)

Standard Buffer Solution pH (@25 °C)	Average Indicator Reading		Uncertainty (± pH)	Coverage Factor (k)
	pH	mV		
4.005	4.00	166	0.0077	2.00
7.000	7.01	-10	0.0077	2.00
10.013	10.02	-187	0.0077	2.00

The reported uncertainty of measurement was based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor k , providing a level of confidence of approximately 95 %.

64



การสอบเทียบ Piston Pipette

Type A Air Displacement



Type D1, D2 Positive Displacement





65

Table 1 — Maximum permissible errors for types A and D1

Nominal volume µl	Maximum permissible systematic error		Maximum permissible random error	
	± %	± µl ^a	± % ^b	± µl ^c
1	5,0	0,05	5,0	0,05
2	4,0	0,08	2,0	0,04
5	2,5	0,125	1,5	0,075
10	1,2	0,12	0,8	0,08
20	1,0	0,2	0,5	0,1
50	1,0	0,5	0,4	0,2
100	0,8	0,8	0,3 ^d	0,3 ^d
200	0,8	1,6	0,3 ^d	0,6 ^d
500	0,8	4,0	0,3	1,5
1 000	0,8	8,0	0,3	3,0
2 000	0,8	16	0,3	6,0
5 000	0,8	40	0,3	15,0
10 000	0,6	60	0,3	30,0

^a Expressed as the deviation of the mean of a tenfold measurement from the nominal or selected volume (see ISO 8655-6:2002, 8.4).

^b Expressed as the coefficient of variation of a tenfold measurement (see ISO 8655-6:2002, 8.5).

^c Expressed as the repeatability standard deviation of a tenfold measurement (see ISO 8655-6:2002, 8.5).

^d For piston pipettes of type D1 the maximum permissible errors may be ± 0,4 %.



66

ISO 8655-2 Piston-operated volumetric apparatus – Part 2: Piston Pipette

Nominal volume	Maximum permissible systematic error		Maximum permissible random error	
	μl	$\pm \%$	$\pm \mu\text{l}^a$	$\pm \mu\text{l}^c$
5	2,5	0,13	1,5	0,08
10	2,0	0,2	1,0	0,1
20	2,0	0,4	0,8	0,16
50	1,4	0,7	0,6	0,3
100	1,5	1,5	0,6	0,6
200	1,5	3,0	0,4	0,8
500	1,2	6,0	0,4	2,0
1 000	1,2	12,0	0,4	4,0

^a Expressed as the deviation of the mean of a tenfold measurement from the nominal or selected volume (see ISO 8655-6:2002, 8.4).

^b Expressed as the coefficient of variation of a tenfold measurement (see ISO 8655-6:2002, 8.5).

^c Expressed as the repeatability standard deviation of a tenfold measurement (see ISO 8655-6:2002, 8.5).

ISO 8655-2 Piston-operated volumetric apparatus -- Part 2: Piston Pipette



Calibration results :

Setting Volume (μL)	20.0	100.0	200.0
Test Volume (mL)	0.02	0.10	0.20
X_1	0.02004	0.09965	0.19995
X_2	0.02004	0.09990	0.19992
X_3	0.02015	0.09987	0.19981
X_4	0.02005	0.09975	0.20002
X_5	0.02005	0.09992	0.19998
X_6	0.02002	0.09985	0.19996
X_7	0.02005	0.09977	0.19989
X_8	0.02004	0.09976	0.19986
X_9	0.02013	0.09980	0.20006
X_{10}	0.02005	0.09976	0.20008
Error (E) %	0.03	-0.10	-0.02
Coefficient of variation (CV) %	0.02	0.04	0.04
Mean Volume (mL)	0.02006	0.09981	0.19995
Systematic error (mL)	0.00006	-0.00019	-0.00005
Random error (mL)	0.00004	0.00008	0.00009
Uncertainty ($\pm$ mL)	0.000036	0.000070	0.00015
Coverage Factor (k)	2.13	2.15	2.06

Information	pipette tips	Manufacturer	BIOHIT	Type	Colorless	Capacity	0.5 - 300	μL	Length	51.0	mm.
-------------	--------------	--------------	--------	------	-----------	----------	-----------	----	--------	------	-----



ตัวอย่างผลสอบเทียบ Piston Pipette ที่ปริมาตร 100 μ l

Calibration Point : 100 μ l

Calibration results :

Setting Volume (μ l)	100
Test Volume (ml)	0.10
X_1	0.10020
X_2	0.10011
X_3	0.10024
X_4	0.10019
X_5	0.10014
X_6	0.10008
X_7	0.10026
X_8	0.10015
X_9	0.10012
X_{10}	0.10020
Error (E) %	0.16
Coefficient of variation (CV) %	0.06
Mean Volume (ml)	0.10016
Systematic error (ml)	0.00016
Random error (ml)	0.00006
Uncertainty ($\pm$ ml)	0.000070
Coverage Factor (k)	2.09

69

Information pipette tips Manufacturer BRAND Type Yellow Capacity 2 - 200 μ l Length 50.0 mm.



nfi
national food institute
national center of excellence

การสอบเทียบ Dispenser



70



nfi
national food institute
national center of excellence

Table 1 — Maximum permissible errors for single-stroke dispensers

Nominal volume ml	Maximum permissible systematic error		Maximum permissible random error	
	$\pm \%$	$\pm \mu\text{l}^a$	$\pm \%$ ^b	$\pm \mu\text{l}^c$
0,01	2,0	0,2	1,0	0,1
0,02	2,0	0,4	0,5	0,1
0,05	1,5	0,75	0,4	0,2
0,1	1,5	1,5	0,3	0,3
0,2	1,0	2,0	0,3	0,6
0,5	1,0	5,0	0,2	1,0
1	0,6	6,0	0,2	2,0
2	0,6	12,0	0,2	4,0
5	0,6	30,0	0,2	10,0
10	0,6	60,0	0,2	20,0
25	0,6	150,0	0,2	50,0
50	0,6	300,0	0,2	100
100	0,6	600,0	0,2	200
200	0,6	1 200	0,2	400

^a Expressed as the deviation of the mean of a tenfold measurement from the nominal volume or from the selected volume (see ISO 8655-6:2002, 8.4).

^b Expressed as the coefficient of variation of a tenfold measurement (see ISO 8655-6:2002, 8.5).

^c Expressed as the repeatability standard deviation of a tenfold measurement, (see ISO 8655-6:2002, 8.5).

71

ISO 8655-5 Piston-operated volumetric apparatus — Part 5: Dispensers



Table 2 — Maximum permissible errors for multiple-delivery dispensers

Nominal volume ml	Maximum permissible systematic error		Maximum permissible random error	
	$\pm \%$	$\pm \mu\text{l}^a$	$\pm \%$ ^b	$\pm \mu\text{l}^c$
0,001	5,0	0,05	5,0	0,05
0,002	5,0	0,1	5,0	0,1
0,003	2,5	0,075	3,5	0,11
0,01	2,0	0,2	2,5	0,25
0,02	1,5	0,3	2,0	0,4
0,05	1,0	0,5	1,5	0,75
0,1	1,0	1,0	1,0	1,0
0,2	1,0	2,0	1,0	2,0
0,5	1,0	5,0	0,6	3,0
1	1,0	10	0,4	4,0
2	0,8	16	0,4	8,0
5	0,6	30	0,3	15
10	0,5	50	0,3	30
25	0,5	125	0,3	75
50	0,5	250	0,25	125
100	0,5	500	0,25	250
200	0,5	1 000	0,25	500

^a Expressed as the deviation of the mean of a tenfold measurement from the nominal volume or from the selected volume (see ISO 8655-6:2002, 8.4).

^b Expressed as the coefficient of variation of a tenfold measurement (see ISO 8655-6:2002, 8.5).

^c Expressed as the repeatability standard deviation of a tenfold measurement, (see ISO 8655-6:2002, 8.5).

72

ISO 8655-5 Piston-operated volumetric apparatus — Part 5: Dispensers



ตัวอย่างผลสอบเทียบ Dispenser ที่ปริมาตร 10, 25, 50 ml

Calibration Point : 10, 25 and 50 mL

Calibration results :

Test Volume (mL)	10	25	50
Setting Volume (mL)	10	25	50
X ₁	10.03537	25.02864	50.08781
X ₂	10.03516	25.02871	50.08744
X ₃	10.03357	25.02622	50.08800
X ₄	10.03241	25.02727	50.08567
X ₅	10.03597	25.02544	50.08647
X ₆	10.03428	25.02327	50.08877
X ₇	10.03444	25.02861	50.08699
X ₈	10.03388	25.02632	50.08558
X ₉	10.03478	25.02519	50.08657
X ₁₀	10.03423	25.02698	50.08647
Error (E) %	0.07	0.05	0.17
Coefficient of variation (CV) %	0.00	0.00	0.00
Mean Volume (mL)	10.03441	25.02666	50.08698
Systematic error (mL)	0.03441	0.02666	0.08698
Random error (mL)	0.00101	0.00176	0.00103
Uncertainty (±mL)	0.0075	0.019	0.037
Coverage Factor (k)	2.00	2.00	2.00

73



การสอบเทียบ Volumetric Glassware



74



75

Manufacturer

BRAND trademark for the highest quality grade volumetric instruments

Nominal volume

Error limit

ISO association mark

Country of origin

Reference temp. (20 °C), waiting time (5 seconds), calibration (TD, Ex = to deliver)

Class 'A', the highest quality grade, 'S' for swift delivery

nfi
national food institute
national food institute
national food institute

76

TABLE 1 Requirements for Burets

Capacity, mL	Subdivision, mL Class A and B	Graduated Scale				Class A and B Number Each, mL	Class A Volumetric Tolerance, ±mL	Class B Volumetric Tolerance, ±mL
		Class A Scale Length, mm 0 to Capacity	Class B Scale Length, mm 0 to Capacity	Distance, Top of Buret to "0" Graduation, mm ^A				
10	0.05	350 to 450	250 to 450	30 to 75	0.5	0.02	0.04	
25	0.1	350 to 450	250 to 450	30 to 75	1	0.03	0.06	
50	0.1	500 to 600	500 to 600	40 to 100	1	0.05	0.10	
100	0.2	550 to 650	550 to 650	40 to 100	2	0.10	0.20	

^A Straight burets only, not applicable to self-zeroing burets.

TABLE 2 Minimum Delivery Time for Class A Burets Using Water

Length Graduated, cm	Time of Out-flow Not Less Than, s	Length Graduated, cm	Time of Out-flow Not Less Than, s
15	30	45	80
20	35	50	90
25	40	55	105
30	50	60	120
35	60	65	140
40	70	70	160

ASTM E287 - 02(2012) Standard Specification for Laboratory Glass Graduated Burets

nfi
national food institute
national food institute
national food institute

TABLE 1 Requirements for Volumetric (Transfer) Pipet

Nominal Capacity, mL	Capacity Tolerance, mL		Length of Delivery Tube, mm		Inside Diameter at Capacity Mark, mm		Maximum Distance Between Bulb and Graduation Mark, mm	Minimum Outflow Time, s ^A		Color-Coding Band
	Class A	Class B	min	max	min	max		Class A	Class B	
0.5	±0.006	±0.012	100	140	1.3	4	60	5	3	black (2)
1	±0.006	±0.012	100	140	2	4	60	8	3	blue
2	±0.006	±0.012	120	150	2	4	60	8	3	orange
3	±0.01	±0.02	130	170	2	4	60	8	5	black
4	±0.01	±0.02	130	170	2	4	60	8	5	red (2)
5	±0.01	±0.02	130	170	2	4	60	8	8	white
6	±0.01	±0.03	150	190	2	4	60	10	8	orange (2)
7	±0.01	±0.03	150	190	2	4	60	10	8	green (2)
8	±0.02	±0.04	150	190	2	4	60	10	8	blue
9	±0.02	±0.04	150	190	2	4	60	10	8	black
10	±0.02	±0.04	150	190	2	4	70	15	8	red
15	±0.03	±0.06	180	220	3.5	5.5	70	25	10	green
20	±0.03	±0.06	230	260	3.5	5.5	70	25	10	yellow
25	±0.03	±0.06	230	260	3.5	5.5	70	25	15	blue
30	±0.03	...	230	260	3.5	5.5	70	25	...	black
40	±0.05	...	230	260	4	6	70	25	...	white
50	±0.05	±0.10	230	260	4	6	70	25	15	red
100	±0.08	±0.16	230	260	5	7	80	30	20	yellow

^A Maximum outflow time for A or B shall be 60 s.

77

ASTM E969 - 02(2012) Standard Specification for Glass Volumetric (Transfer) Pipets



TABLE 1 Dimensions and Tolerances

Capacity, mL	Main	Graduations, Intermediate	Least ^A	Distance From Scale to Top, mm		Minimum Wall Thickness, mm	Maximum Inner Diameter, mm	Standard Taper (°) Stopper Number ^B	Tolerances to Contain or to Deliver ± mL	
				max	min ^C				Class A	Class B
5	1.0	0.5	0.1	50	20	0.9	11.2	9	0.05	0.10
10	1.0	0.5	0.1	60	20	1.0	15.2	9	0.10	0.20
10	1.0	...	0.2	60	20	1.0	15.2	13	0.10	0.20
25	2.0	1.0	0.2	80	20	1.1	18.5	13	0.17	0.34
25	5.0	1.0	0.5	60	20	1.1	19.3	13	0.17	0.34
50 ^D	5.0 or 10.0	5.0	1.0	80	20	1.2	23	16	0.25	0.50
100	10.0	5.0	1.0	80	20	1.3	29.6	16 or 22	0.50	1.00
250	20.0	10.0	2.0	100	30	1.5	42.4	22 or 27	1.00	2.00
500	50.0	25.0	5.0	100	35	1.6	50.8	27 or 32	2.00	4.00
1000	100.0	50.0	10.0	110	45	2.0	63	32	3.00	6.00
2000	200.0	100.0	20.0	125	50	2.0	82.1	38	6.00	12.00
4000	500.0	250.0	50.0	130	50	2.2	110	...	14.50	29.00

^A Lines below the first numbered line may be omitted.

^B Applies to Style II only.

^C For Style II, measurement is to bottom of stopper.

^D Main graduations may be each 5 or 10 mL. If main graduations are each 5 mL, intermediate graduations do not apply.

78

ASTM E1272 - 02(2012) Standard Specification for Laboratory Glass Graduated Cylinders



Table 1 — Capacities, subdivisions and maximum permissible errors

Nominal capacity ml	Smallest scale division ml	Maximum permissible error	
		Classes A and AS ± ml	Class B ± ml
0,1	0,01	0,006	0,01
0,2	0,01	0,006	0,01
0,5	0,01	0,006	0,01
1	0,01	0,007	0,01
1	0,10	0,007	0,01
2	0,02	0,010	0,02
2	0,10	0,010	0,02
5	0,05	0,030	0,05
5	0,10	0,030	0,05
10	0,1	0,05	0,1
20	0,1	0,1	0,2
25 ^a	0,1	0,1	0,2
25	0,2	0,1	0,2

^a Length 450 mm, see Table 2.

79

ISO 835 (2007): Laboratory Glassware – Graduated Pipettes



Table 1 — Dimensions and maximum permitted errors for narrow-necked flasks

Essential dimensions			Tolerances		Recommended dimensions						
Nominal capacity	Internal neck diameter	Distance of graduation line ¹⁾	Maximum permitted errors		Overall height ²⁾	Bulb diameter	Base diameter	Wall thickness	Ground joint ³⁾		
ml	d ₁ mm	h ₂ mm min.	Class A ml	Class B ml	h ₁ ± 5 mm	d ₂ mm (approx.)	d ₃ mm min.	s mm min.	k4	k6	
1	7 ± 1	5	± 0,025	± 0,050	65	13	13	0,7	7/11	7/16	
2	7 ± 1	5	± 0,025	± 0,050	70	17	15	0,7	7/11	7/16	
5	7 ± 1	5	± 0,025	± 0,050	70	22	15	0,7	7/11	7/16	
10	7 ± 1	5	± 0,025	± 0,050	90	27	18	0,7	7/11	7/16	
20	9 ± 1	5	± 0,040	± 0,080	110	39	18	0,7	10/13	10/19	
25	9 ± 1	5	± 0,040	± 0,080	110	40	25	0,7	10/13	10/19	
50	11 ± 1	10	± 0,060	± 0,120	140	50	35	0,7	12/14	12/21	
100	13 ± 1	10	± 0,100	± 0,200	170	60	40	0,7	12/14 ⁴⁾	12/21 ⁴⁾	
200	15,5 ± 1,5	10	± 0,150	± 0,300	210	75	50	0,8	14/15	14/23	
250	15,5 ± 1,5	10	± 0,150	± 0,300	220	80	55	0,8	14/15	14/23	
500	19 ± 2	15	± 0,250	± 0,500	260	100	70	0,8	19/17	19/26	
1 000	23 ± 2	15	± 0,400	± 0,800	300	125	85	1,0	24/20	24/29	
2 000	27,5 ± 2,5	15	± 0,600	± 1,200	370	160	110	1,2	29/22	29/32	
5 000	38 ± 3	15	± 1,200	± 2,400	475	215	165	1,2	34/23	34/35	

¹⁾ Minimum distance of graduation line from any point of change of diameter.

²⁾ Overall height without stopper in accordance with figure 1.

³⁾ In accordance with ISO 383.

⁴⁾ Alternative ground joint size 14/15 and 14/23.

80

ISO 1042 : 1998 Laboratory Glassware - One-mark Volumetric Flasks



การประเมินผลการสอบเทียบเครื่องวัดปริมาตร

- นำค่า Error $\pm$ Uncertainty ไม่เกินเกณฑ์ของเครื่องแก้วชนิดนั้นๆ ถือว่าผ่านใช้งานได้
- หากไม่ผ่านเกณฑ์ใน Class A สามารถนำมาใช้ในงาน Class B ได้
- แต่หากไม่ผ่านใน Class B ไม่ควรนำมาใช้งาน
- การสุ่มเครื่องแก้วสำหรับสอบเทียบ / ทวนสอบ
 - เครื่องแก้ว Class A กำหนดให้สุ่มสอบเทียบ/ทวนสอบ 10 %
 - เครื่องแก้ว Class B กำหนดให้สุ่มสอบเทียบ/ทวนสอบ 100 %
- เครื่องแก้วที่ใช้สำหรับงานทดสอบทางเคมี ห้ามอบฆ่าเชื้อ เนื่องจากจะทำให้ปริมาตรเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากการขยายตัวเนื่องจากความร้อน
- เครื่องแก้วที่ใช้สำหรับงานทดสอบทางจุลชีววิทยา ไม่ต้องสอบเทียบเนื่องจากต้องมีการอบฆ่าเชื้อ

81



ตัวอย่างผลสอบเทียบ Volumetric Pipet ที่ปริมาตร 100 ml

Calibration Point: 100 mL

Calibration results:

Nominal Volume (mL)	Reading Volume (mL)	Error Volume (mL)	Standard Deviation (mL)	Uncertainty (mL)	Coverage factor
100	99.9148	0.0852	0.0014	± 0.017	2.00

ตัวอย่างผลสอบเทียบ Volumetric Flask ที่ปริมาตร 25 ml

Calibration Point: 25 mL

Calibration results:

Nominal Volume (mL)	Reading Volume (mL)	Error Volume (mL)	Standard Deviation (mL)	Uncertainty (mL)	Coverage factor
25	24.98566	0.01434	0.0012	± 0.0065	2.00

82



ตัวอย่างผลสอบเทียบ Burets ที่ปริมาตร 1, 3, 5 ml

Calibration Point: 1, 3 and 5 mL

Calibration results:

Nominal Volume (mL)	Reading Volume (mL)	Error Volume (mL)	Standard Deviation (mL)	Uncertainty (mL)	Coverage factor
1.00	0.99642	0.00358	0.00069	± 0.0036	2.00
3.00	2.99575	0.00425	0.00057	± 0.0036	2.00
5.00	4.98064	0.01936	0.00095	± 0.0036	2.00

ตัวอย่างผลสอบเทียบ Cylinder ที่ปริมาตร 150, 200, 250ml

Calibration Point: 150, 200 and 250 ml

Calibration results:

Nominal Volume (ml)	Reading Volume (ml)	Error Volume (ml)	Standard Deviation (ml)	Uncertainty (ml)	Coverage factor
150	150.535	-0.535	0.0026	± 0.065	2
200	200.464	-0.464	0.0026	± 0.067	2
250	250.265	-0.265	0.0025	± 0.067	2

83



Workshop การอ่านใบรับรองผลการสอบเทียบ สาขามวล

- Electronic Balance
- Standard Weight

84



Electronic Balance



การเลือกซื้อและการเลือกใช้เครื่องชั่ง

- ต้องรู้ว่าจะนำมาชั่งอะไร
- น้ำหนักที่จะชั่งไม่เกินเท่าไร
- ค่าความละเอียดของเครื่องชั่ง
- ค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่องชั่ง

85

การปรับตั้งเครื่องชั่ง (Calibration Weight)

- **Internal Calibration** มี Calibration Weight ภายในอัตโนมัติ มีระดับความถูกต้องเหมาะสมกับเครื่องชั่งนั้นๆ
- **External Calibration** ต้องใช้ Calibration Weight ในการปรับตั้งตามที่เครื่องชั่งเรียก บางเครื่องอาจทำหลายๆ จุด เพื่อปรับ Linearity โดยทั่วไปเครื่องชั่ง 3 ตำแหน่งขึ้นไปจะใช้ Calibration Weight Class E2 และเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่งลงมาจะใช้ Calibration Weight Class F1

86

สถานที่สำหรับติดตั้งเครื่องชั่ง

โต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่ง

- ต้องมั่นคง แข็งแรง ไม่ยุบตัว หรือ เอียง เมื่อใช้งาน
- พื้นโต๊ะต้องไม่สั่นสะเทือน
- ไม่ควรใช้แผ่นเหล็กทำพื้นโต๊ะ
- ควรวางอยู่กับพื้นห้อง ไม่ควรยึดติดกับผนัง

ห้องเครื่องชั่ง

- ควรมีประตูเข้า-ออกทางเดียว เพื่อป้องกันลมและฝุ่นและควรเป็นประตูบานเลื่อน
- ควรมีหน้าต่างน้อยที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงแสงแดดและความร้อน ซึ่งส่งผลต่อการชั่ง
- บริเวณมุมห้องเป็นบริเวณที่ควรตั้งเครื่องชั่งมากที่สุดเพราะแข็งแรง และ สั่นสะเทือนน้อยที่สุด

87



แสง

- บริเวณที่วางเครื่องชั่งต้องไม่มีแสงแดดส่องถึง
- บริเวณที่วางเครื่องชั่งต้อง มีแสงสว่างพอเหมาะเพื่อลดผลกระทบจากความร้อน

อุณหภูมิและความชื้น

- อุณหภูมิภายในห้องเครื่องชั่งควรคงที่
- ไม่ควรมีอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดความร้อน หรือวางใกล้อุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดความร้อน
- ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องเครื่องชั่งควรอยู่ระหว่าง 45 - 60 %

ปัจจัยอื่นๆ

- ไม่ควรชั่งน้ำหนักใกล้เครื่องปรับอากาศ หรือตรงข้ามเครื่องปรับอากาศ
- ไม่ควรชั่งน้ำหนักใกล้ประตูทาง เข้า – ออก
- เครื่องมือที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนไม่ควรไม่ใกล้กัน
- ไม่ควรวางอยู่ใกล้ที่มีน้ำ

88



วิธีการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องชั่งที่ถูกต้อง

การเปิด - ปิด เครื่องชั่ง

- ก่อนการใช้งานควรเปิดเครื่องชั่งไม่น้อยกว่า 30 นาที
- เครื่องชั่งที่มีการใช้งานอยู่เป็นประจำ ควรเสียบปลั๊กไว้ตลอดเวลา
- เมื่อใช้งานเสร็จควรปิดสวิตช์ทุกครั้ง โดยให้เครื่องทำงานอยู่ที่ Stand by

เครื่องชั่งอยู่ในแนวระดับหรือไม่

ตรวจสอบดูว่าลูกน้ำอยู่ตรงกลางระดับน้ำหรือไม่ถ้าไม่อยู่ตรงกลางให้ปรับตั้งลูกน้ำให้อยู่ในแนวตั้งจนลูกน้ำอยู่ตรงกลาง

การปรับตั้งเครื่องชั่ง Calibration Weight

ควรปรับตั้งเครื่องชั่ง เป็นประจำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง มีการปรับระดับเครื่องชั่ง หรือเมื่อสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนไป หรือเกิดข้อสงสัยจากการชั่ง โดยทำตามวิธีของเครื่องชั่งนั้นๆ

89



การอบกำบังลม

ในการใช้เครื่องชั่งแบบละเอียดควรมีการอบกำบังลม และเวลาชั่งไม่ควรเปิดกรอบกำบังลมกว้างเกินความจำเป็น สำหรับเครื่องชั่งอื่นๆ หากหลีกเลี่ยงเรื่องของลมไม่ได้ควรมีการอบกำบังลมด้วย

ภาชนะใส่สารตัวอย่าง

- ภาชนะควรมีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่จำเป็น
- อุณหภูมิของสารตัวอย่างและภาชนะควรจะทำกับอุณหภูมิห้อง
- ไม่ควรใช้มือจับภาชนะวางในเครื่องชั่ง เพราะทำให้เกิดอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง
- หลีกเลี่ยงภาชนะที่เป็นพลาสติก เพราะเมื่อความชื้นต่ำ อาจก่อให้เกิดไฟฟ้าสถิตย์ได้

การวางน้ำหนักบนจานชั่ง

การวางสิ่งของที่ต้องการชั่งให้อยู่ตรงกลางจานและน้ำหนักที่วางไม่ควรเกินพิกัดเครื่องชั่ง

90



การอ่านค่า

ก่อนการซึ่งควรตรวจสอบดูว่าเครื่องแสดงค่าเป็นศูนย์หรือไม่
ถ้าไม่ต้องปรับให้เป็นศูนย์การซึ่งและให้อ่านค่าที่ซึ่งเมื่อเครื่องแสดงสัญญาณให้อ่านค่าได้

การบำรุงรักษา

ให้ทำความสะอาดเครื่องซึ่งบริเวณภายนอกอยู่เสมอหลังการใช้งานแต่ถ้า
จำเป็นต้องทำความสะอาดภายในต้องให้ผู้เชี่ยวชาญทำเท่านั้น

การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องซึ่ง (Calibration Interval)

- ตรวจสอบสภาพและสอบเทียบความแม่นยำทุก 1 ปี หรือตามแผนการสอบเทียบ
- ตรวจสอบลักษณะการทำงาน หากพบความผิดปกติต้องดำเนินการแก้ไขหรือสอบเทียบ
ทันที

การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องซึ่งประจำวัน (Daily Check)

เพื่อให้มั่นใจว่าผลการซึ่งน้ำหนักจากเครื่องซึ่งมีความน่าเชื่อถือ โดยการจัดทำ
Control Chart สำหรับเครื่องซึ่ง โดยการตรวจสอบและบันทึกค่าความแม่นยำ และ
ค่าความถูกต้องเป็นรายวันหรือรายสัปดาห์

91



ขั้นตอนการทำ Control Chart ของการซึ่ง

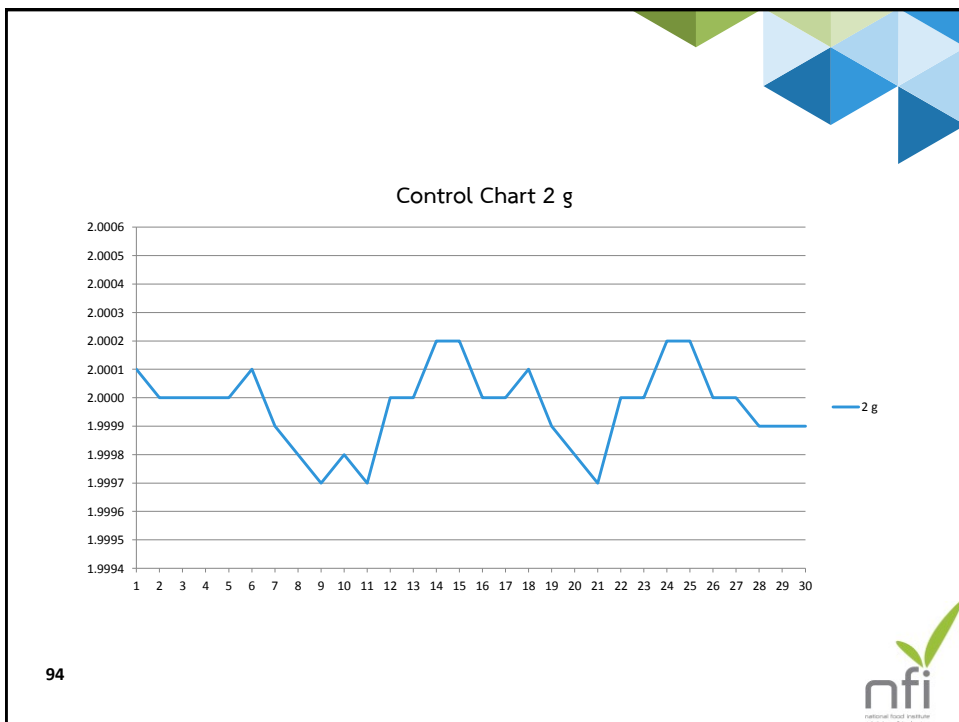
- จัดหาตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน (Check Standard)
- ซึ่ง Check Standard 10 ครั้ง
- คำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
- นำค่าเฉลี่ยไปเขียนกราฟ
- นำค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไปกำหนดค่าขอบเขตของความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้
- ซึ่ง Check Standard วันละครั้งแล้วนำค่าที่ได้ไปบันทึกกราฟ
- หากพบค่าที่ซึ่งได้เกินขอบเขตต้องทำการตรวจสอบและทำการสอบเทียบเครื่องซึ่ง

92



ครั้งที่	2 g	20 g	200 g
1	2.0001	20.0002	199.9998
2	2.0002	19.9999	199.9999
3	2.0003	20.0000	199.9996
4	2.0000	20.0001	200.0000
5	2.0003	19.9997	200.0001
6	2.0001	19.9998	200.0002
7	1.9999	20.0003	199.9999
8	1.9998	20.0002	199.9998
9	2.0000	20.0000	200.0000
10	2.0001	20.0001	199.9998
ค่าเฉลี่ย	2.00008	20.00003	199.99991
SD	0.0002	0.0002	0.0002
2SD	0.0003	0.0004	0.0003
3SD	0.0005	0.0006	0.0005

93



94

การหาค่า Minimum Weight ตาม USP (United States Pharmacopoeia)

Repeatability requirements

- 1) Repeatability is assessed by measuring one test weight not fewer than 10 times
- 2) Repeatability is satisfactory when two times the standard deviation (S.D.) of the weighed values, divided by the nominal value of the weight used, does not exceed 0.10%

These conditions can be expressed as:

$$(2 \times \text{S.D. of not fewer than 10 repeated weighings}) / \text{nominal value of the weight used} \leq 0.10\%$$

From this, the lower end of the operating range is determined, which translates to:

$$\text{Minimum weight} = 2000 \times \text{Repeatability (S.D.)}$$

95



Calibration Results:

1. Repeatability of Reading:

Nominal Value (g)	Standard Deviation of Reading (g)
20	0.00000789
40	0.00000972
50	0.00000000
100	0.00004830

$$\begin{aligned} \text{Minimum Weight} &= 2000 \times \text{Repeatability (SD)} \\ &= 2000 \times 0.00000789 \text{ g} \\ &= 0.01578 \text{ g} \\ &= 0.02 \text{ g} \\ &= 20 \text{ mg} \end{aligned}$$

96



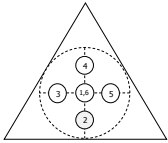
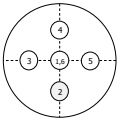
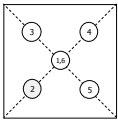
Calibration Results:

1. Repeatability of Reading:

Nominal Value (g)	Standard Deviation of Reading (g)
20	0.0000789
40	0.0000972
50	0.0000000
100	0.0004830

2. Off-Center Error:

A mass of 50 g was placed and moved to various position on pan.
The balance reading obtained is given in the table.



1 (g)	2 (g)	3 (g)	4 (g)	5 (g)	6 (g)	(Maximum Difference) (g)
49.9999	49.9997	49.9999	50.0002	50.0000	50.0000	0.0003

97



Calibration Range: 0-100 g

Calibration Adjustment: Internal Calibration

3. Departure from Nominal Value: (Range 0 to 40 g Resolution 0.00001 g)

Nominal Value (g)	Standard Value (g)	Average Reading (g)	Correction (g)	Uncertainty (± g)	Coverage Factor k
Unload	0.000000	0.00000	0.00000	0.000013	2.11
0.001	0.001001	0.00100	0.00000	0.000013	2.09
0.005	0.005002	0.00500	0.00000	0.000014	2.09
0.01	0.010001	0.01000	0.00000	0.000013	2.09
0.05	0.050002	0.05001	-0.00001	0.000014	2.07
0.1	0.099999	0.10000	0.00000	0.000014	2.06
0.5	0.500003	0.49999	0.00001	0.000016	2.05
1	1.000003	1.00001	-0.00001	0.000017	2.05
2	2.000001	2.00000	0.00000	0.000018	2.00
5	5.000005	5.00000	0.00000	0.000022	2.00
10	10.000006	9.99999	0.00002	0.000032	2.00
15	15.000011	15.00001	0.00000	0.000039	2.00
20	20.000010	19.99999	0.00002	0.000041	2.00
30	30.000016	30.00001	0.00001	0.000058	2.00
40	40.000024	40.00002	0.00000	0.000069	2.00

98



Calibration Range: 0-100 g

Calibration Adjustment: Internal Calibration

3. Departure from Nominal Value: (Range > 40 g to 100 g Resolution 0.0001 g)

Nominal Value (g)	Standard Value (g)	Average Reading (g)	Correction (g)	Uncertainty (± g)	Coverage Factor k
45	45.00003	45.0000	0.0000	0.000076	2.00
50	49.99999	50.0000	0.0000	0.000079	2.00
55	55.00000	55.0000	0.0000	0.00011	2.00
60	60.00000	60.0000	0.0000	0.00011	2.00
65	65.00000	65.0000	0.0000	0.00012	2.00
70	70.00000	70.0000	0.0000	0.00013	2.00
75	75.00001	75.0000	0.0000	0.00013	2.00
80	80.00001	80.0000	0.0000	0.00014	2.00
85	85.00001	85.0000	0.0000	0.00015	2.00
90	90.00002	89.9999	0.0001	0.00015	2.00
95	95.00002	94.9999	0.0001	0.00016	2.00
100	99.99999	99.9999	0.0001	0.00017	2.00

99



Standard Weight

คําน้ําหน้กมาตรฐาน (Standard Weight)
วัสดุที่ทําให้ม้ําน้ําหน้กคงที่ ตามขนาดตํางๆ ที่กําหนด หรือคําที่ระบุเป็น
ตัวเลข เช่น 100 mg, 100 g, 1 kg

คุณลักษณะของคําน้ําหน้กมาตรฐาน (OIML R 111-1)

- มีมวลคงที่ในขอบเขตที่กําหนด
- มีรูปทรงและขนาดตามที่กําหนด
- มีคุณสมบัติของวัสดุตามที่กําหนด
- ความเรียบของผิว ความหนาแน่น ความเสถียร

การแบ่งชั้นของคําน้ําหน้กมาตรฐาน แบ่งเป็น 3 ชั้น ได้แก่

Class E แบ่งได้เป็น E1 และ E2

Class F แบ่งได้เป็น F1 และ F2

Class M แบ่งได้เป็น M1, M2 และ M3

100





101

Table 1 Maximum permissible errors for weights ($\pm$ in mg)

Nominal value*	Class E ₁	Class E ₂	Class F ₁	Class F ₂	Class M ₁	Class M _{1,2}	Class M ₂	Class M _{2,3}	Class M ₃
5 000 kg			25 000	80 000	250 000	500 000	800 000	1 600 000	2 500 000
2 000 kg			10 000	30 000	100 000	200 000	300 000	600 000	1 000 000
1 000 kg		1 600	5 000	16 000	50 000	100 000	160 000	300 000	500 000
500 kg		800	2 500	8 000	25 000	50 000	80 000	160 000	250 000
200 kg		300	1 000	3 000	10 000	20 000	30 000	60 000	100 000
100 kg		160	500	1 600	5 000	10 000	16 000	30 000	50 000
50 kg	25	80	250	800	2 500	5 000	8 000	16 000	25 000
20 kg	10	30	100	300	1 000		3 000		10 000
10 kg	5.0	16	50	160	500		1 600		5 000
5 kg	2.5	8.0	25	80	250		800		2 500
2 kg	1.0	3.0	10	30	100		300		1 000
1 kg	0.5	1.6	5.0	16	50		160		500
500 g	0.25	0.8	2.5	8.0	25		80		250
200 g	0.10	0.3	1.0	3.0	10		30		100
100 g	0.05	0.16	0.5	1.6	5.0		16		50
50 g	0.03	0.10	0.3	1.0	3.0		10		30
20 g	0.025	0.08	0.25	0.8	2.5		8.0		25
10 g	0.020	0.06	0.20	0.6	2.0		6.0		20
5 g	0.016	0.05	0.16	0.5	1.6		5.0		16
2 g	0.012	0.04	0.12	0.4	1.2		4.0		12
1 g	0.010	0.03	0.10	0.3	1.0		3.0		10
500 mg	0.008	0.025	0.08	0.25	0.8		2.5		
200 mg	0.006	0.020	0.06	0.20	0.6		2.0		
100 mg	0.005	0.016	0.05	0.16	0.5		1.6		
50 mg	0.004	0.012	0.04	0.12	0.4				
20 mg	0.003	0.010	0.03	0.10	0.3				
10 mg	0.003	0.008	0.025	0.08	0.25				
5 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				
2 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				
1 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				

102

103

Result				
Description	Deviation	Conventional	Uncertainty	Tolerance
	(mg)	Mass	(mg)	OIML E2
		(g)		(mg)
1 mg	0.0028	0.0010028	0.0015	± 0.006
2 mg	0.0022	0.0020022	0.0015	± 0.006
2 mg ▵	0.0023	0.0020023	0.0015	± 0.006
5 mg	0.0030	0.0050030	0.0015	± 0.006
10 mg	0.0034	0.0100034	0.0015	± 0.008
20 mg	0.0059	0.0200059	0.0015	± 0.01
20 mg ▵	0.0047	0.0200047	0.0015	± 0.01
50 mg	-0.0040	0.0499960	0.0020	± 0.012
100 mg	0.0090	0.1000090	0.0026	± 0.016
200 mg	0.0088	0.2000088	0.0031	± 0.02
200 mg ▵	0.0051	0.2000051	0.0031	± 0.02
500 mg	0.0096	0.5000096	0.0041	± 0.025
1 g	0.0082	1.0000082	0.0051	± 0.03
2 g	0.0196	2.0000196	0.0061	± 0.04
2 g •	0.0195	2.0000195	0.0061	± 0.04
5 g	0.0168	5.0000168	0.0082	± 0.05
10 g	0.018	10.000018	0.010	± 0.06
20 g	0.027	20.000027	0.013	± 0.08
20 g •	0.034	20.000034	0.013	± 0.08
50 g	0.064	50.000064	0.016	± 0.1
100 g	0.077	100.000077	0.026	± 0.16
200 g	0.118	200.000118	0.039	± 0.3
200 g •	0.144	200.000144	0.039	± 0.3

nfi
national food institute
division of quality

Object / Equipment : Weights set 1 g - 500 g

Manufacturer: METTLER TOLEDO

Calibration : Conventional Mass

Type / Model : F1

Serial No.: 11119517

ID No.: ---

(Provide by customer)

Data Sheet Conventional Mass Value

Nominal Value	Marking	Conventional Mass	Uncertainty	MPE
1 g	Dot	1 g + 0.027 mg	0.030 mg	± 0.10 mg
2 g		2 g + 0.052 mg	0.040 mg	± 0.12 mg
2 g		2 g + 0.036 mg	0.040 mg	± 0.12 mg
5 g		5 g + 0.044 mg	0.050 mg	± 0.16 mg
10 g		10 g + 0.040 mg	0.060 mg	± 0.20 mg
20 g	Dot	20 g + 0.039 mg	0.080 mg	± 0.25 mg
20 g		20 g + 0.081 mg	0.080 mg	± 0.25 mg
50 g		50 g + 0.09 mg	0.10 mg	± 0.30 mg
100 g		100 g + 0.04 mg	0.16 mg	± 0.5 mg
200 g		200 g + 0.09 mg	0.30 mg	± 1.0 mg
200 g	Dot	200 g + 0.26 mg	0.30 mg	± 1.0 mg
500 g		500 g + 0.56 mg	0.80 mg	± 2.5 mg

104


nfi
national food institute
division of quality



105

THANK YOU

นายพีระพัฒน์ เตือนจิตร (โด่ง)

02-8868088 # 5401

pheraphat@nfi.or.th

106