

การวัดและการควบคุมเครื่องมือวัดอุณหภูมิตาม มาตรฐานคุณภาพการขนส่งสินค้าเกษตรและอาหารด้วย รถบรรทุกแบบควบคุมอุณหภูมิ (Q Cold Chan) ในมุมมองมาตรวิทยา



20 พฤษภาคม 2567

มาตรวิทยาอุณหภูมิและแสง
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

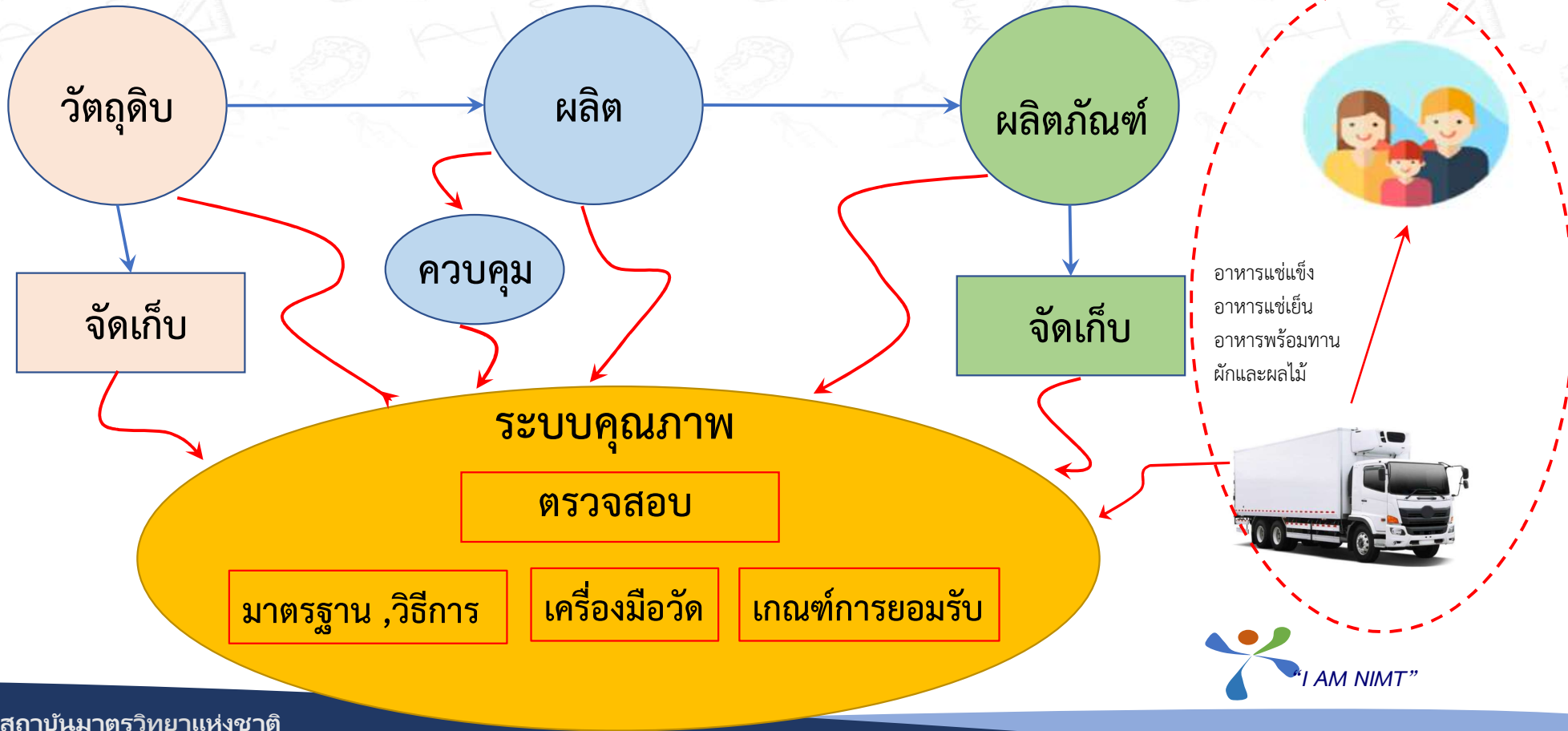


NIMT Thermometry
Department



สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
National Institute of Metrology (Thailand)

การวัดอุณหภูมิในกระบวนการผลิตอาหารแปรรูป





การวัดอุณหภูมิในกระบวนการผลิตอาหารแปรรูป



- Air Temperature Monitoring
- Product Temperature Monitoring

CODEX: CAC/RCP 8-1976, Rv-2004



NIMT Thermometry
Department



สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
National Institute of Metrology (Thailand)



คู่มือมาตรฐานคุณภาพการขนส่ง
สินค้าเกษตรและอาหารด้วยรถบรรทุก
แบบควบคุมอุณหภูมิ (Q Cold Chain)

ข้อกำหนดการวัดอุณหภูมิ

ตามคู่มือมาตรฐานคุณภาพการขนส่งสินค้าเกษตร
และอาหารด้วยรถบรรทุกแบบควบคุมอุณหภูมิ





วัตถุประสงค์

มาตรฐานคุณภาพการขนส่งสินค้าเกษตรและอาหารด้วยรถบรรทุกแบบควบคุมอุณหภูมิ (Cold Chain Quality Standard for Truck Operation: Q Cold Chain) เป็นการยกระดับการบริการขนส่งของประเทศให้มีมาตรฐาน เพื่อส่งเสริมความปลอดภัยและรักษาคุณภาพของ สินค้า เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาศักยภาพและสร้างโอกาสทางการแข่งขันให้ระบบการบริหารจัดการ ในการดำเนินธุรกิจการขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมามีประสิทธิภาพและเกิดความยั่งยืน



<https://www.phtnet.org/2015/07/150/>



NIMT Thermometry
Department



สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
National Institute of Metrology (Thailand)



สินค้าเกษตรและอาหารกับการควบคุมอุณหภูมิในการขนส่งหรือการจัดเก็บ



- ⊗ ผักและผลไม้สด จัดเก็บที่อุณหภูมิ 0 °C ถึง 15 °C
- ⊗ อาหารแช่เย็น (Chilled) จัดเก็บที่อุณหภูมิ 0 °C ถึง 15 °C
- ⊗ อาหารพร้อมรับประทาน (Ready to Eat) ไม่ควรเกิน 5 °C
- ⊗ อาหารแช่แข็ง (Frozen) จัดเก็บที่อุณหภูมิ - 18 °C หรือต่ำกว่า

การจัดเก็บและขนส่งสินค้า ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อสินค้า อายุการจัดเก็บ และอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

การมีระบบควบคุมความเย็นที่ดี จะช่วยให้อุณหภูมิในการจัดเก็บมีความเสถียร ควบคุมอุณหภูมิได้ง่าย ส่งผลดีต่อผลิตภัณฑ์ที่จัดเก็บ



ค่าความไม่แน่นอนของการวัด



NIMT Thermometry Department





สรุปข้อกำหนดของมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ

มาตรฐานคุณภาพการขนส่งสินค้าเกษตร และอาหารด้วยรถบรรทุกแบบควบคุมอุณหภูมิ (COLD CHAIN FOR TRUCK OPERATION) ประกอบด้วยกิจกรรม 4 ด้าน ได้แก่

- 1. ด้านปฏิบัติการขนส่ง
- 2. ด้านความสะอาด
- 3. ด้านมาตรฐานห้องเย็น และการบำรุงรักษา
- 4. ด้านพัฒนาทรัพยากรบุคคล

3.1 มีการติดตั้ง และตรวจสอบสภาพความพร้อมอุปกรณ์ตรวจวัดและบันทึกอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมในการรักษาอุณหภูมิภายในห้องเย็น





สรุปข้อกำหนดของมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ

3.2 มีแผนและการทำงานของเครื่องทำความเย็น และอุปกรณ์ตรวจวัดและบันทึกผลอุณหภูมิให้มีความเหมาะสมในการรักษาอุณหภูมิ

- ⊗ มีแผนและผลการบำรุงรักษา เครื่องทำความเย็นและอุปกรณ์ตรวจวัดและบันทึกผลอุณหภูมิ
- ⊗ มีแผนและผลการสอบเทียบ (Calibration) หรือ ทวนสอบ (Verification) อุปกรณ์ตรวจวัดและบันทึกอุณหภูมิ
- ⊗ กรณีผู้ประกอบการใช้วิธีการทวนสอบ (Verification) ในการวัดประสิทธิภาพของอุปกรณ์ตรวจวัดและบันทึกอุณหภูมิ จะต้อง **มีคู่มือที่แสดงถึงขั้นตอนวิธีการทวนสอบ** ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ตรวจวัดและบันทึกอุณหภูมิ
- ⊗ กรณีผลสอบเทียบหรือทวนสอบอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิไม่อยู่ใน **ช่วงที่ยอมรับได้** ต้องมีการปรับหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ตามความเหมาะสม



NIMT Thermometry
Department



สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
National Institute of Metrology (Thailand)



สรุปข้อกำหนดของมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ

การสอบเทียบและทวนสอบอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ

- ⊗ กรณีสอบเทียบ (Calibration) ผู้ประกอบการขนส่งสามารถนำอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ (Data Logger) ทั้งหมดไปส่งให้หน่วยงานภายนอกทำการสอบเทียบความสามารถในการตรวจวัดอุณหภูมิปีละ 1 ครั้ง
- ⊗ กรณีทวนสอบ (Verification) ผู้ประกอบการขนส่งสามารถนำอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ (Data Logger) ตัวมาสเตอร์ที่ได้รับการรับรองจากหน่วยงานภายนอกไปทำการทวนสอบกับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ (data Logger) อื่นๆ ของบริษัท ทั้งนี้ ตัวมาสเตอร์ต้องไม่นำไปใช้งานและเก็บไว้สำหรับทวนสอบเท่านั้น โดยผู้ประกอบการขนส่งควรทำอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง

ทั้งนี้ ผู้ประกอบการขนส่งควรกำหนดค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่วัดได้จากการสอบเทียบ/ทวนสอบที่สามารถยอมรับได้ เช่น กำหนดให้อุณหภูมิที่วัดได้จาก data logger ตัวมาสเตอร์กับอุณหภูมิที่วัดได้จาก data logger ของบริษัทที่นำมาทวนสอบ ไม่ควรแตกต่างกันเกิน 1 องศาเซลเซียส

กรณีผลการสอบเทียบหรือทวนสอบอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ ไม่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ผู้ประกอบการต้องมีการปรับหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ตามความเหมาะสม



NIMT Thermometry
Department



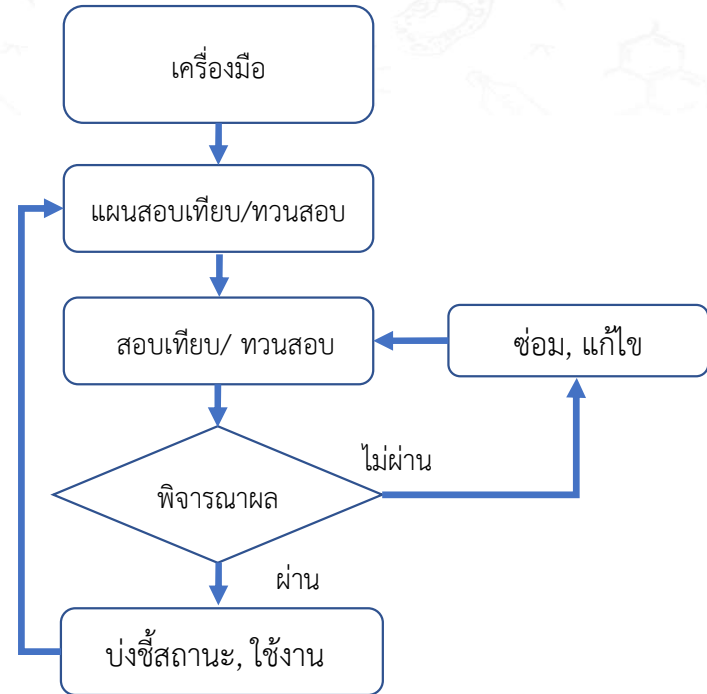


สรุปข้อกำหนดของมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ

การสอบเทียบ



การทวนสอบ



NIMT Thermometry Department





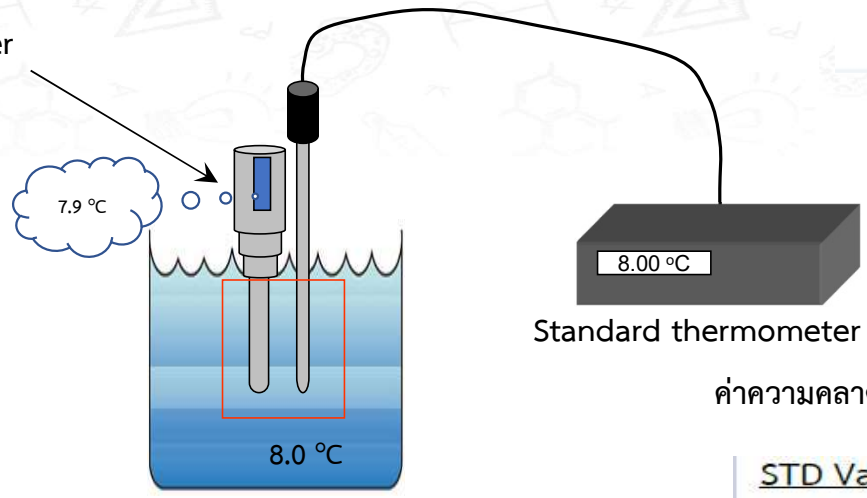
สอบเทียบ (Calibration)



ISO/IEC17025
Accredited Laboratory



Data Logger



$$\begin{aligned} \text{Error} &= 7.9 \text{ °C} - 8.0 \text{ °C} \\ &= -0.1 \text{ °C} \end{aligned}$$

ค่าความคลาดเคลื่อน (Error) = Data Logger - Standard thermometer

STD Value (°C)	UUC Reading (°C)	Error (°C)	Uncertainty (±) (°C)
2.00	1.9	-0.10	0.15
8.00	7.9	-0.10	0.15
15.00	14.8	-0.20	0.15
20.00	19.8	-0.20	0.15
25.00	24.8	-0.20	0.15

UUC = Unit Under Calibration

ช่วงที่ยอมรับได้ ของอุปกรณ์ตรวจวัด ???





การใช้ผลของการวัด

Calibration Results

STD (°C)	UUC (°C)	Error (°C)	Uncertainty (±°C) (k=2)
-18.000	-17	1	0.5

เมื่อนำไปใช้งานจริง เครื่องมืออ่านค่าได้ -17 °C หมายถึง
 ค่าอุณหภูมิจริง = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ - ผลการวัด (error)
 = -17 - 1
 = (-18) °C



W-TC5
 Digital Temperature
 Code : 2005

$$\text{ค่าความคลาดเคลื่อน (Error)} = \text{UUC} - \text{STD}$$

นำไปใช้งาน

$$\text{ค่าอุณหภูมิจริง} = \text{ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ} - \text{Error}$$



**NIMT Thermometry
 Department**



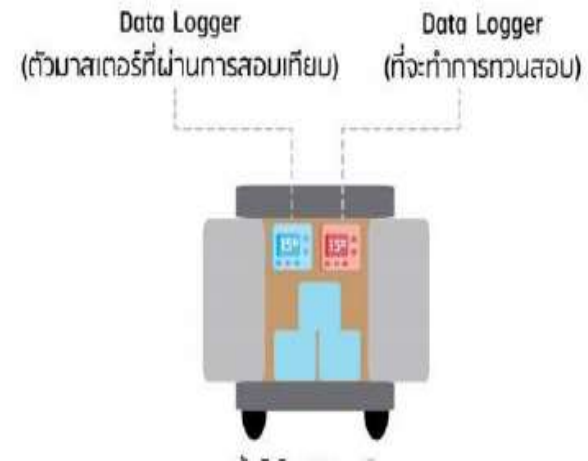


ทวนสอบ (Verification) เทอร์โมมิเตอร์

1. ทำการตรวจสอบค่ากับเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานที่ผ่านการสอบเทียบมาแล้ว ณ อุณหภูมิห้อง/
แหล่งกำเนิดอุณหภูมิ/ ณ จุดใช้งาน
2. ทำการตรวจสอบเครื่องมือ กับ Ice Point (0°C)



ที่มา: *Cold chain Management: Temperature Monitoring solution* from www.nist.gov



NIMT Thermometry
Department





อุปกรณ์สำหรับทำ Ice Point



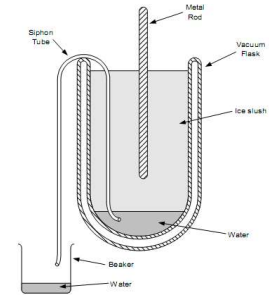
ภาชนะบรรจุ



แหล่งน้ำ



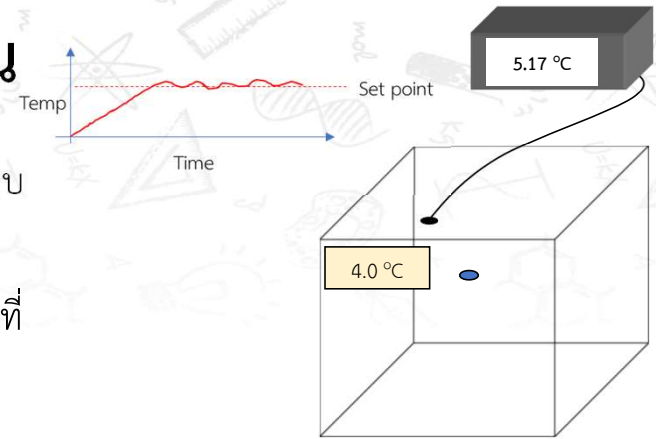
น้ำแข็ง





ทวนสอบ (Verification) สำหรับห้องเย็น

- ✓ ติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบโดยให้หัววัดอยู่บริเวณที่จะทำการทวนสอบ
- ✓ ตั้งอุณหภูมิในจุดที่ต้องการทวนสอบ
- ✓ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในตู้ว่าอยู่ในสภาวะนิ่ง ทำการบันทึกผลค่าที่อ่านได้จากตู้อบและเทอร์โมมิเตอร์ (สภาวะนิ่งอาจพิจารณาจากแนวทางมาตรฐาน เช่น เข้าสู่ stability cycle อย่างน้อย 30 นาที)
- ✓ พิจารณา ผลที่ได้จากการตรวจสอบ ณ ตำแหน่งที่ระบุ เปรียบเทียบกับค่าที่ยอมรับได้



เครื่องมือแสดงค่าอุณหภูมิ = 4.0 °C
 เทอร์โมมิเตอร์มาตรฐาน (@ 2) = 5.17 °C
 ค่าอุณหภูมิจากการสอบเทียบ (@ 2) = 5.07 °C

เครื่องมือสามารถ
 ใช้งานได้ ใช้งานไม่ได้

Table 1

Calibration Temperature (°C)	Setting Temperature (°C)	Indicating Temperature (°C)	Measured Stability ¹ (°C)	Measured Uniformity ² (°C)	Overall Variation ³ (°C)
4	4	4	1.36	1.72	4.06

Without adjustment

Table 2

Calibration Temperature (°C)	Standard Reading (°C), Probe No. 9 is Reference Probe									Uncertainty ⁴ (±°C)
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	
4	4.36	5.07	3.87	3.99	2.92	3.16	2.89	3.09	3.86	1.8

Setting Air Fresh No. -



NIMT Thermometry Department

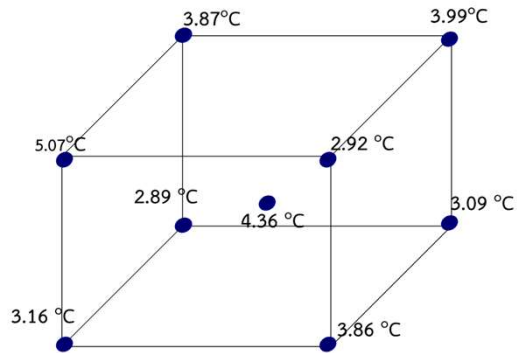
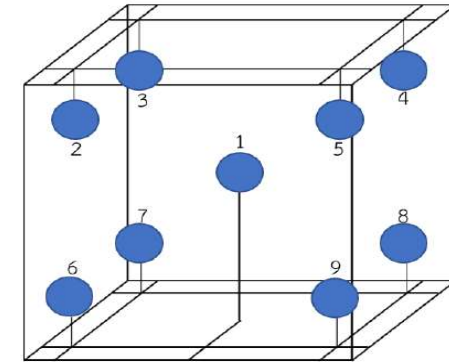




ทวนสอบ (Verification) สำหรับห้องเย็น

**** การทวนสอบการกระจายความเย็นภายในตู้ห้องเย็น (ข้อแนะนำเพิ่มเติม)****

- ⊗ ติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิภายในตู้ห้องเย็น 9 จุด
- ⊗ ทำความเย็นภายในตู้ห้องเย็นให้ได้ตามอุณหภูมิที่ใช้ในการขนส่ง
- ⊗ ทำการบันทึกอุณหภูมิที่วัดได้ในอุปกรณ์แต่ละเครื่อง
- ⊗ ผลการบันทึกอุณหภูมิในแต่ละจุดไม่ควรต่างกันเกิน 3 องศาเซลเซียส



ค่าอุณหภูมิสูงสุด = (5.07 °C)

ค่าอุณหภูมิต่ำสุด = (2.89 °C)

ค่าอุณหภูมิที่ต่าง = **2.18 °C**

เครื่องมือสามารถ

ใช้งานได้

ใช้งานไม่ได้

Table 1

Calibration Temperature (°C)	Setting Temperature (°C)	Indicating Temperature (°C)	Measured Stability ¹ (°C)	Measured Uniformity ² (°C)	Overall Variation ³ (°C)
4	4	4	1.36	1.72	4.06

Without adjustment

Table 2

Calibration Temperature (°C)	Standard Reading (°C), Probe No. 9 is Reference Probe									Uncertainty ⁴ (±°C)
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8	No. 9	
4	4.36	5.07	3.87	3.99	2.92	3.16	2.89	3.09	3.86	1.8

Setting Air Fresh No. -

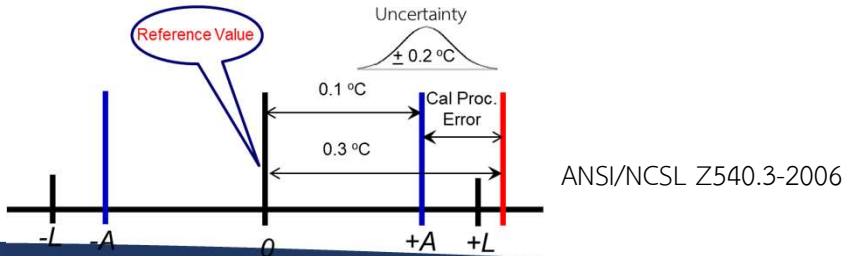
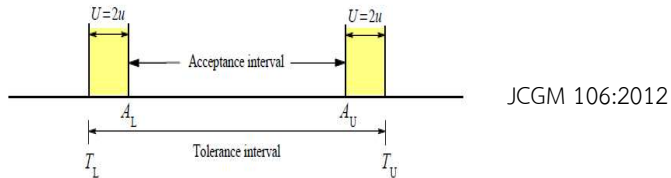




ช่วงที่ยอมรับได้ ??

“ช่วงที่ยอมรับได้ / เกณฑ์การยอมรับ” คือค่าที่ใช้ในการตัดสินว่าผลการวัดนั้นๆ สอดคล้องกับข้อกำหนด/ค่าควบคุมหรือไม่

ช่วงที่ยอมรับได้ “เทียบค่ากับ” (ผลการวัด + ค่าความไม่แน่นอนของการวัด)



******ผู้ประกอบการขนส่งควรกำหนดค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่วัดได้จากการสอบเทียบ/ทวนสอบที่สามารถยอมรับได้ ไม่ควรแตกต่างกันเกิน 1 องศาเซลเซียส ******

Calibration Results

STD (°C)	UUC (°C)	Error (°C)	Uncertainty (±°C) (k=2)
-18.000	-17	1	0.5

ไม่ควรแตกต่างกันเกิน 1 องศาเซลเซียส

ช่วงที่ยอมรับได้ (1 °C) > ผลการวัด (error) ± ค่าความไม่แน่นอน

(1 °C) < 1.5 °C

เครื่องมือสามารถ
ใช้งานได้ ใช้งานไม่ได้

**** หมายเหตุ :** การให้ความเห็นในการพิจารณาผล อาจใช้เอกสาร ILAC-G8:03/2009 เป็นเอกสารอ้างอิง เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจหรือการให้ความเห็น





ILAC-G8:03/2009 :Guidelines on the Reporting of Compliance with Specification

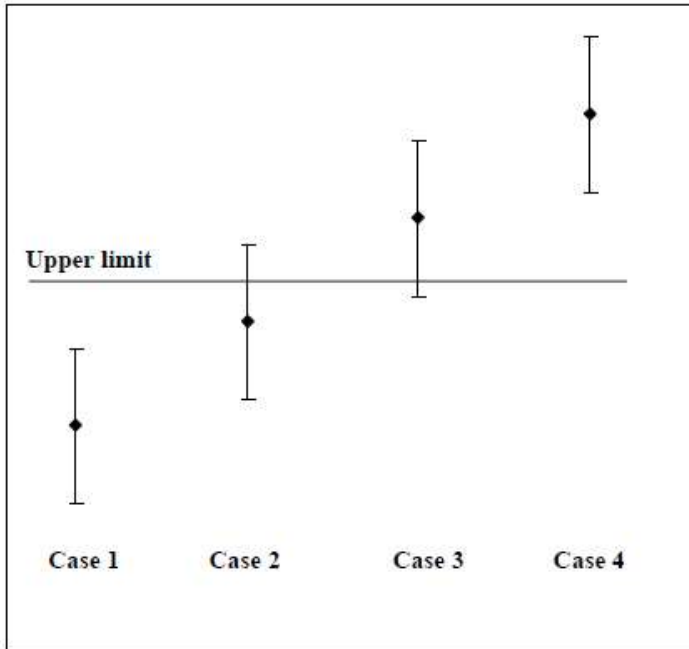


Fig.1 Compliance with specification for an upper limit. Compliance statements may be expanded to explicitly state whether compliance concerns an upper or a lower limit of specification using a coverage probability of 95 %.

- (a) “All measured values comply with the specification limit(s)” or “The item/sample complies with the requirements”. This covers situations where all measurements comply with specification (Case 1 of Fig.1).
- (b) “For some of the measured values it is not possible to make a statement of compliance with specification”. This covers situations where some of the measurements demonstrate neither compliance nor non-compliance with specification (Case 2 and 3 of Fig.1).
- (c) “Some of the measured values do not comply with specifications” or “The item/sample does not comply with the requirements”. This covers situations where one or more measurements are in non-compliance with specifications (Case 4 of Fig.1).



NIMT Thermometry
Department



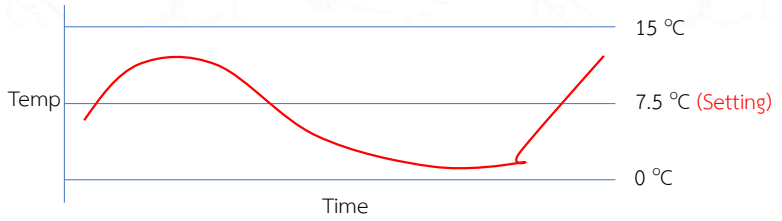


การตั้งค่าอุณหภูมิเพื่อควบคุม

<https://www.primusthai.com/primus/product?productID=1260>

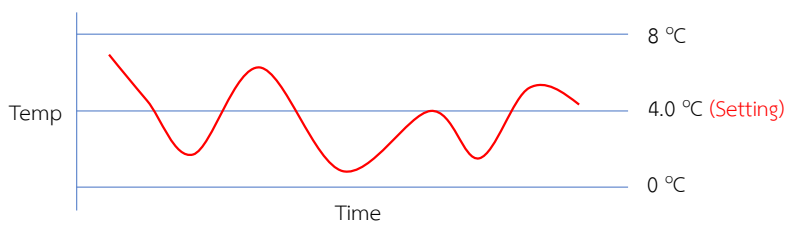
ผักและผลไม้ : ช่วง (0) °C – (15) °C

ตั้งค่าอุณหภูมิเพื่อควบคุม = 7.5 °C ??



สินค้าแช่เย็น : ช่วง (0) °C – (8) °C

ตั้งค่าอุณหภูมิเพื่อควบคุม = 4 °C ??



ลำดับ	ประเภทสินค้า	อุณหภูมิที่เหมาะสม (°C)
1	ผักและผลไม้	(0)°C – (15)°C
2	สินค้าแช่เย็น	(0)°C – (8)°C
3	สินค้าแช่แข็ง	น้อยกว่าหรือเท่ากับ (-18)°C
4	ไอศกรีม	น้อยกว่าหรือเท่ากับ (-25)°C



ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิที่เหมาะสม (°C)	ค่าความชื้น (%RH)	ระยะเวลาการเก็บรักษา
เนื้อวัวแช่แข็ง	(-23) - (-18)	90-95	6-12 เดือน
เนื้อหมูแช่แข็ง	(-23) - (-18)	90-95	4-8 เดือน
ปลาทุกชนิดแช่แข็ง	(-29) - (-20)	90-95	6-12 เดือน
หอย กุ้ง ปู แช่แข็ง	(-29) - (-20)	90-95	3-8 เดือน
ปลาทูน่า	0-2.2	95-100	14 วัน
ปลาแซลมอน	0-1	95-100	18 วัน
กุ้ง	0-1	95-100	12-14 วัน
เนื้อวัวสด	0-1	88-92	1-6 สัปดาห์
เนื้อหมูสด	0-1	85-90	3-7 วัน
แฮม	0-1	80-85	3-5 วัน
สไลด์สเตอร์	5-10	95-100	5-7 วัน
หอย	5-10	95-100	5 วัน

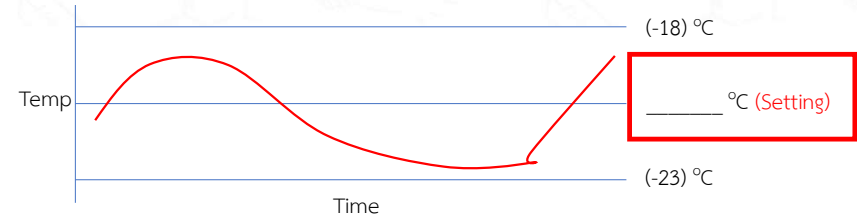




การตั้งค่าอุณหภูมิเพื่อควบคุม

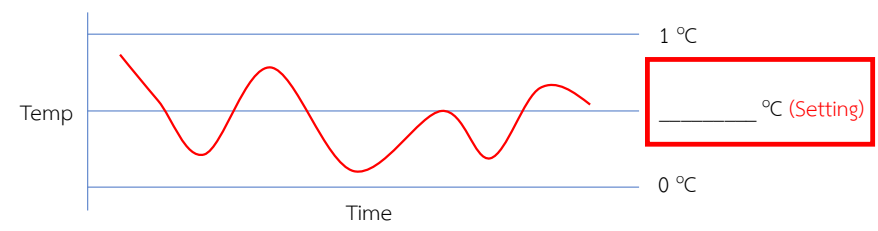
เนื้อวัวแช่แข็ง : ช่วง $(-23) ^\circ\text{C} - (-18) ^\circ\text{C}$

ตั้งค่าอุณหภูมิเพื่อควบคุม = _____ $^\circ\text{C}$??



กุ้ง : ช่วง $(0) ^\circ\text{C} - (1) ^\circ\text{C}$

ตั้งค่าอุณหภูมิเพื่อควบคุม = _____ $^\circ\text{C}$??



ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิที่เหมาะสม ($^\circ\text{C}$)	ค่าความชื้น (%RH)	ระยะเวลาการเก็บรักษา
เนื้อวัวแช่แข็ง	$(-23) - (-18)$	90-95	6-12 เดือน
เนื้อหมูแช่แข็ง	$(-23) - (-18)$	90-95	4-8 เดือน
ปลาทุกชนิดแช่แข็ง	$(-29) - (-20)$	90-95	6-12 เดือน
หอย กุ้ง ปู แช่แข็ง	$(-29) - (-20)$	90-95	3-8 เดือน
ปลาทูน่า	0-2.2	95-100	14 วัน
ปลาแชลมอน	0-1	95-100	18 วัน
กุ้ง	0-1	95-100	12-14 วัน
เนื้อวัวสด	0-1	88-92	1-6 สัปดาห์
เนื้อหมูสด	0-1	85-90	3-7 วัน
แฮม	0-1	80-85	3-5 วัน
ล็อบสเตอร์	5-10	95-100	5-7 วัน
หอย	5-10	95-100	5 วัน

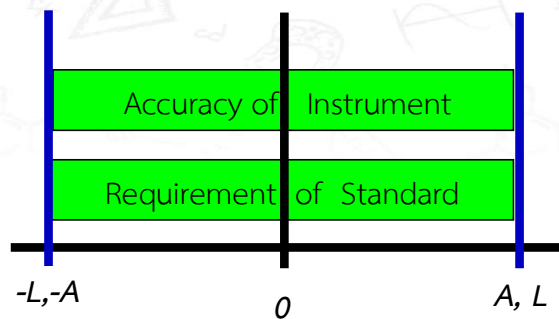


NIMT Thermometry Department

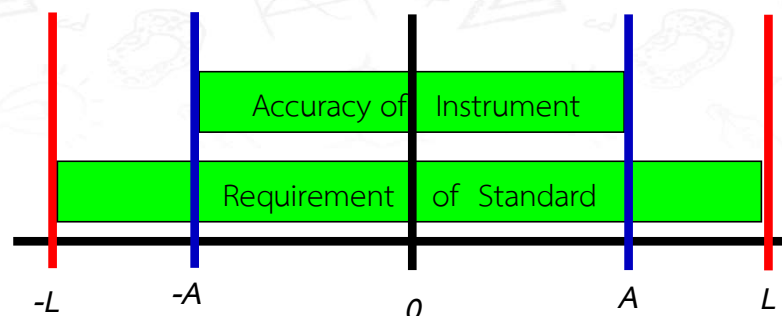




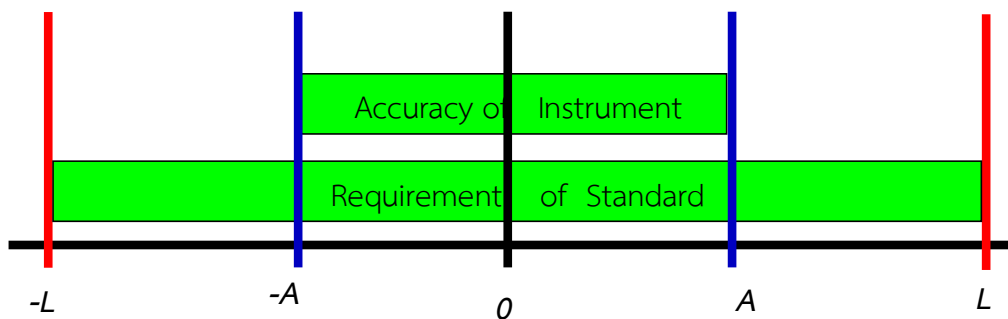
ความสามารถของเครื่องมือวัดกับช่วงที่ยอมรับได้



รูปที่ 1



รูปที่ 2



รูปที่ 3

A = Accuracy
L = Tolerance



NIMT Thermometry Department



Q&A

เอกสารอ้างอิง

- กรมการขนส่งทางบก, คู่มือมาตรฐานคุณภาพการขนส่งสินค้าเกษตรและอาหารด้วยรถบรรทุกแบบควบคุมอุณหภูมิ, 2564.
- AUSTRALIAN COLD CHAIN GUIDELINES 2017.
- JCGM 200:2008,
- JCGM 106:2012,
- D.R. White and J.V. Nicholas, *Traceable temperatures* : An Introduction to temperature measurement and calibration , 2nd ed., John Wiley& Sons Ltd., England, 2001.
- R. E. Bentley, *Temperature Measurement (series)*, Sydney: CSIRO Australia, 2003.
- ILAC G8 : 09/2019 –Guidelines on decision rules and statement of conformity, 2019.



NIMT Thermometry
Department



สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
National Institute of Metrology (Thailand)