
การเตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอล สำหรับสอบเทียบเครื่องวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ

จิรพรรณ บุญสูง และธรรมรัตน์ บุญสูง

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 1 เชียงใหม่ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ อำเภอแมริม เชียงใหม่ 50180

บทคัดย่อ ได้ทำการศึกษาเพื่อเตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอลสำหรับใช้สอบเทียบเครื่องวัดปริมาณเอทานอลจากลมหายใจ โดยมีปริมาณเอทานอลเท่ากับ 0.045, 0.050 และ 0.055 กรัมเปอร์เซ็นต์ แบ่งบรรจุ 500 มิลลิลิตร ในขวดพลาสติกปิดด้วยฝาลูมิเนียมและปิดทับด้วยฝาเกลียวพลาสติกอีกชั้นหนึ่ง ทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน ความเสถียร และปริมาณเอทานอลโดยเทคนิค Static Headspace Gas Chromatography-FID พบว่าสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมขึ้นมานั้นเป็นเนื้อเดียวกัน ($p > 0.05$) เสถียรที่อุณหภูมิห้องนาน 24 เดือน ($p = 0.59$) มีปริมาณเอทานอลที่ 3 ระดับความเข้มข้น และความไม่แน่นอนจากการวิเคราะห์เท่ากับ 0.0466 ± 0.0022 , 0.0508 ± 0.0024 และ 0.0562 ± 0.0024 กรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สามารถสอบกลับไปยังวัสดุอ้างอิงมาตรฐาน NIST SRM[®] 1828b Ethanol-water solutions ซึ่งให้เห็นว่าสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมได้นี้เป็นประโยชน์กับงานประจำของห้องปฏิบัติการสอบเทียบเครื่องวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ และใช้ทดแทนวัสดุอ้างอิงมาตรฐานจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง

คำสำคัญ : สารละลายมาตรฐานเอทานอล, เครื่องวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ, ห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

Corresponding e mail: Jirapun.b@dmasc.mail.go.th

Received: 3 October 2018

Revised: 8 May 2019

Accepted: 15 May 2020

บทนำ

สารละลายมาตรฐานเอทานอลที่ใช้ในการสอบเทียบเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจชนิดตรวจยืนยันผล (Evidential Breath Alcohol Analyzer : EBA) โดยวิธีจำลองไอสารละลาย (wet bath simulator) มีผลิตจำหน่ายในต่างประเทศ เช่น Guth Certified Premixed Alcohol Reference Solution⁽¹⁾ และ Alcohol Reference Solution (ARS) ยี่ห้อ ALCOLOCK⁽²⁾ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศอเมริกา ในรูปแบบขวดบรรจุ 500 มิลลิลิตร เปิดใช้ทันที มีปริมาณเอทานอลในช่วง 0.02 – 0.4 กรัมเปอร์เซ็นต์ (g%) และแบบหลอด (ampoule) ซึ่งต้องเจือจางให้ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตรก่อนใช้ มีปริมาณเอทานอลในช่วง 0.05–0.15 g% ในประเทศไทยยังไม่มีผู้ผลิตสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่ใช้ในการสอบเทียบเครื่องวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ

เครื่องวัดแอลกอฮอล์แบบตรวจยืนยันผล (Evidential Breath Alcohol Analyzer : EBA) ใช้สำหรับตรวจจับผู้ขับขี่ยานพาหนะที่เมาสุราในประเทศไทยเป็นชนิดที่มีตัวตรวจจับแบบเซลล์ไฟฟ้าเคมี ต้องสอบเทียบเครื่องทุก 6 เดือน เพื่อความถูกต้องในการวัดปริมาณแอลกอฮอล์^(3, 4) การสอบเทียบเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ฯ โดยวิธีจำลองไอสารละลายตามข้อกำหนดของ OIML R 126:2012⁽⁵⁾ นั้น จะวัดปริมาณไอแอลกอฮอล์เทียบเป็นปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดโดยใช้ค่า Blood Breath Ratio เท่ากับ 2000:1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอลสำหรับให้เครื่องวัดแอลกอฮอล์ฯ อ่านค่าเป็นปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดสามารถคำนวณปริมาณแอลกอฮอล์ในสารละลายได้โดยใช้สมการ Dubowski's formula⁽⁵⁾ ดังนี้

$$\begin{aligned} C_{\text{air}} &= 0.04145 \times 10^{-3} \times C_{\text{H}_2\text{O}} \times \exp(0.06583t) \\ C_{\text{H}_2\text{O}} &= \text{ปริมาณเอทานอลในสารละลาย (g\%)} \\ C_{\text{air}} &= \text{ปริมาณไอเอทานอล (g\%)} \\ t &= \text{อุณหภูมิ (34 องศาเซลเซียส)} \\ C_{\text{air}} &= 0.38866 \times 10^{-3} \times C_{\text{H}_2\text{O}} \end{aligned}$$

ขั้นตอนการสอบเทียบเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ฯ โดยวิธีจำลองไอสารละลาย^(5, 6) ทำได้โดยใช้สารละลายมาตรฐานเอทานอลปริมาณ 0.05 g% ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ใส่ใน Breath Alcohol Simulator ปิดฝาให้สนิท เปิดเครื่องนาน 60 นาที รอให้อุณหภูมิอยู่ในช่วง 34 ± 0.5 องศาเซลเซียส ตั้งค่าอัตราการไหลของ Gas Flow Meter ตามที่กำหนดในคู่มือของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ฯ แล้ววัดปริมาณไอเอทานอลที่ความเข้มข้นสารละลายต่างกัน 3 ระดับคือ 0.045, 0.050, 0.055 g% ทำซ้ำ 3 – 5 ครั้ง รายงานผลสอบเทียบโดยใช้เกณฑ์ในการประเมินผลการสอบเทียบตาม OIML R 126:2012 ซึ่งกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดไม่เกิน 7.5% ของค่ากำหนด

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 1 เชียงใหม่เปิดบริการสอบเทียบเครื่องวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจโดยวิธีจำลองไอสารละลายที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส ตามข้อกำหนดของ OIML R 126:2012 ห้องปฏิบัติการของศูนย์ฯ ขอการรับรองห้องปฏิบัติการสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2017⁽⁷⁾ จากสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ในขอบข่ายที่ระดับปริมาณเอทานอล 0.05 g% เพื่อให้สอดคล้องกับกฎกระทรวง ฉบับที่ 16 พ.ศ. 2537 ตามความในพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 กระทรวงมหาดไทย ที่กำหนดไว้ว่าระดับเอทานอลในเลือดที่เกิน 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (mg%) ถือเป็นผู้ขับขี่ยานพาหนะที่เมาสุรา⁽⁸⁾ ในการรับรองห้องปฏิบัติการครั้งนี้ หน่วยรับรองได้กำหนดให้วัดปริมาณเอทานอลครอบคลุมปริมาณ 0.05 g% ด้วย ดังนั้น จึงทำการศึกษาเพื่อเตรียมสารละลายเอทานอลชนิดพร้อมใช้งานปริมาตร 500 มิลลิลิตร จำนวน 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0.045, 0.050, 0.055 g% เพื่อใช้ภายในห้องปฏิบัติการ และทดแทนการนำเข้าวัสดุอ้างอิงมาตรฐานจากต่างประเทศที่มีราคาแพง

วัสดุและวิธีการ

เครื่องมือ

เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ ผลิตภัณฑ์ของ Varian สหรัฐอเมริกา รุ่น star 3400 CX ประกอบด้วยเครื่องตรวจวัดชนิด Flame Ionization Detector คอลัมน์ RTX[®] Volatile 30 m × 0.53 mm, 2 µm film thickness ของบริษัท Restek ตั้งอุณหภูมิ ของ column, injector และ detector ที่อุณหภูมิ 65, 210 และ 220 องศาเซลเซียส ตามลำดับ อัตราการไหลของไนโตรเจน 10 มิลลิลิตรต่อนาที และใช้ split ratio 20:1

เครื่อง Headspace Auto sampler ผลิตภัณฑ์ของ Varian สหรัฐอเมริกา รุ่น Genesis ตั้งสภาวะทำงาน ดังนี้ sample loop 500 µl, plate temperature 50 องศาเซลเซียส, sample equilibration time 4 นาที, sample mix time 7 นาที, loop temperature 150 องศาเซลเซียส และ transfer line temperature 200 องศาเซลเซียส

สารเคมีและสารมาตรฐาน

วัสดุอ้างอิงมาตรฐาน (Standard Reference Material, SRM) NIST SRM[®] 1828b Ethanol-water solutions ผลิตภัณฑ์ของ National Institute Standard and Technology (NIST) สหรัฐอเมริกา ที่ความเข้มข้น 0.01951 ± 0.00018 , 0.03900 ± 0.00046 , 0.08023 ± 0.00074 และ 0.10084 ± 0.00083 g%, Ethyl alcohol 99.99% (HPLC grade) และ Isopropanol 99.99% (HPLC grade) ผลิตภัณฑ์ของ Merck เยอรมนี

การเตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอล

เตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอล 3 ระดับความเข้มข้น (0.045, 0.050 และ 0.055 g%) จาก Dubowski's Equation โดยชั่ง Ethyl alcohol (99.99%) ปริมาณ 29.01, 32.23 และ 35.45 กรัม ตามลำดับ ปรับปริมาตรเป็น 50 ลิตร ด้วยน้ำกรอง 18.2 เมกกะโอห์ม ผสมในถังพลาสติกที่มีฝาปิดโดยใช้เครื่องกวนนานอย่างน้อย 8 ชั่วโมง แบ่งบรรจุใส่ขวดพลาสติกปริมาตร 500 มิลลิลิตร โดยใช้ dispenser จำนวน 80 ขวด ปิดด้วยแผ่นอลูมิเนียมตามด้วยฝาเกลียวพลาสติกและแผ่นพลาสติกอีกชั้นหนึ่ง เรียงลำดับตามการบรรจุ ติดฉลากระบุชื่อ ความเข้มข้น วันที่เตรียม และวันหมดอายุ

การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในสารละลายมาตรฐาน และค่าความไม่แน่นอนจากการวิเคราะห์ (u_{char})

สุ่มตัวอย่างโดยวิธีสุ่มแบบชั้นภูมิ (stratified random sampling) คือแบ่งตัวอย่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลแต่ละระดับความเข้มข้นออกเป็น 10 กลุ่มๆ ละ 8 ขวด จากนั้นสุ่มมากลุ่มละ 1 ขวด รวมได้ตัวอย่างระดับความเข้มข้นละ 10 ขวด หาปริมาณเอทานอลโดยใช้ Static Headspace Gas Chromatography-FID⁽⁹⁾ เทียบกับกราฟมาตรฐาน วิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ยและค่าความไม่แน่นอนจากการวิเคราะห์

การสร้างกราฟมาตรฐาน (calibration curve): ปิเปตสารละลายไอโซโพรพานอลความเข้มข้น 0.25% และ NIST SRM[®] 1828b Ethanol-water solutions อย่างละ 100 ไมโครลิตร ใส่ในขวดขนาด 20 มิลลิลิตร ปิดด้วยฝาอลูมิเนียมที่มี septa อยู่ด้านใน วิเคราะห์ด้วย Static Headspace Gas Chromatography-FID⁽⁹⁾ สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลกับอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคระหว่างเอทานอลและไอโซโพรพานอล โดยเตรียมอย่างน้อย 3 ความเข้มข้น

การเตรียมตัวอย่าง: ปิเปตสารละลายไอโซโพรพานอลความเข้มข้น 0.25% และตัวอย่างสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมไว้ อย่างละ 100 ไมโครลิตรใส่ในขวดขนาด 20 มิลลิตร ปิดด้วยฝาลูมิเนียมที่มี septa อยู่ด้านใน วิเคราะห์ด้วย Static Headspace Gas Chromatography-FID⁽⁹⁾ เทียบกับกราฟมาตรฐาน

คำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวิเคราะห์ (u_{char}) ตามแนวปฏิบัติการประมาณค่าความไม่แน่นอนในการวัดทางเคมี⁽¹⁰⁾ โดยใช้สมการดังนี้

$$U_{char} = 2 \cdot C \sqrt{RSU_{std}^2 + RSU_{pipett}^2 + RSU_{pre}^2 + RSU_{cal}^2}$$

เมื่อ U_{char} = standard uncertainty due to characterization

RSU_{std} = Relative standard uncertainty due to NIST SRM[®] 1828b Ethanol-water solutions จากใบรับรองค่าอ้างอิงมาตรฐานของ National Institute Standard and Technology (NIST)

RSU_{pipett} = Relative standard uncertainty due to micropipette จากใบรับรองการสอบเทียบไมโครปิเปต

$RSU_{precision}$ = Relative standard uncertainty due to precision จากการหาค่า precision ของการทำ 10 ซ้ำ

RSU_{cal} = Relative standard uncertainty due to calibration จากการสร้างกราฟมาตรฐาน

C = ปริมาณเอทานอล (g%)

การคำนวณปริมาณเอทานอล 0.05 g/100 g เป็นปริมาณเอทานอล 0.05 g/100 ml

ปริมาณเอทานอล 0.05 g/100 g มีปริมาณน้ำเท่ากับ 99.95 g คำนวณเป็นปริมาตรน้ำ 99.95 ml (ค่าความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1 g/ml)

ปริมาณเอทานอล 0.05 g/100 g มีปริมาณเอทานอล เท่ากับ 0.05 g คำนวณเป็นปริมาตรเอทานอล 0.063 ml (ค่าความหนาแน่นของเอทานอลเท่ากับ 0.79 g/ml)

ดังนั้นปริมาณเอทานอล 0.05 g/100g มีปริมาณเอทานอลเท่ากับ $0.05 \times 100 / (100.013) = 0.05 \text{ g/100 ml}$

การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของสารละลายมาตรฐานเอทานอล และความไม่แน่นอนจากการทดสอบ (u_{bb})

ทดสอบความแตกต่างของปริมาณเอทานอลแต่ละระดับความเข้มข้น ๗ ละ 10 ขวด โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) คำนวณความไม่แน่นอนจากการทดสอบตาม ISO Guide 35:2006⁽¹¹⁾ ดังนี้

$$u_{bb} = \sqrt{MS_{within} / n} \quad \sqrt[4]{2 / V_{MS_{within}}}$$

u_{bb} = standard uncertainty due to between bottle (in) homogeneity

MS_{within} = Mean square within group

n = 2 (duplicate)

$V_{MS_{within}}$ = degrees of freedom ของ Mean square within group

การทดสอบความเสถียรของสารละลายมาตรฐานเอทานอล และความไม่แน่นอนจากการทดสอบ (u_{its})

เตรียมสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่ระดับความเข้มข้น 0.055 g% จำนวน 80 ขวด เก็บที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) นาน 12 และ 24 เดือน ใช้วิธีสุ่มแบบชั้นภูมิโดยแบ่งตัวอย่างออกเป็น 5 กลุ่ม

กลุ่มละ 16 ขวด จากนั้นสุ่มมากลุ่มละ 1 ขวด รวมได้ตัวอย่างที่เก็บในแต่ละช่วงเวลามากกลุ่มละ 5 ขวด หาปริมาณเอทานอลโดย Static Headspace Gas Chromatography-FID เทียบกับกราฟมาตรฐาน วิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ นำค่าที่ได้มาสร้างสมการถดถอย (regression) ระหว่างระยะเวลา (x_i) กับความเข้มข้นของเอทานอล (y) ดังสมการ $y = b_0 + b_1 x$ โดย x_i มีค่าเท่ากับ 0 (วันที่เตรียมเสร็จ), 12 และ 24 เดือน หาค่าเฉลี่ยและความไม่แน่นอนจากการทดสอบตาม ISO Guide 35:2006 ดังนี้

$$u_{lts} = s(b_1) \cdot t$$

$$s(b_1) = \frac{s}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}$$

u_{lts} = standard uncertainty due to long-term (in) stability

b_1 = slope

b_0 = intercept

s = standard deviation of the point among the line

$s(b_1)$ = standard uncertainty with the slope

t = shelf life = 24 เดือน

การประมาณความไม่แน่นอนรวม (Expanded Measurement Uncertainty) ของสารละลายมาตรฐานเอทานอล

ความไม่แน่นอนรวมตามมาตรฐาน ISO Guide 35:2006 คำนวณได้โดยใช้สมการ

$$U_{std} = k \sqrt{u_{char}^2 + u_{bb}^2 + u_{lts}^2 + u_{sts}^2}$$

เมื่อ U_{std} = expanded uncertainty of a property value

u_{char} = standard uncertainty due to characterization

u_{bb} = standard uncertainty due to between bottle (in) homogeneity

u_{lts} = standard uncertainty due to long-term (in) stability

u_{sts} = standard uncertainty due to transport

k = coverage factor = 2 และสารละลายมาตรฐานเอทานอลเก็บไว้ใช้ในห้องปฏิบัติการของศูนย์ฯ ทำให้ค่าความไม่แน่นอนในการขนส่งไม่เพิ่มขึ้น ดังนั้น $u_{sts} = 0$

ผล

การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในสารละลายมาตรฐาน และความไม่แน่นอนจากการวิเคราะห์ (u_{char})

ผลวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในสารละลายมาตรฐานที่เตรียมขึ้น 3 ระดับความเข้มข้น ระดับละ 10 ซ้ำ มีค่าเท่ากับ 0.0466, 0.0508 และ 0.0562 g% และความไม่แน่นอน (u_{char}) เท่ากับ 0.0010570, 0.0011028 และ 0.0010984 g% ตามลำดับ คิดเป็นความไม่แน่นอนสัมพัทธ์เท่ากับ 2.27, 2.17 และ 1.95 % ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณไอเอทานอลในสารละลายมาตรฐานเอทานอล 3 ระดับความเข้มข้น และค่าความไม่แน่นอนสัมพัทธ์จากการวิเคราะห์

ขวดที่	ความเข้มข้นของเอทานอล (g%)					
	0.045		0.050		0.055	
1	0.0475	0.0468	0.0506	0.0506	0.0560	0.0564
2	0.0473	0.0466	0.0507	0.0509	0.0557	0.0564
3	0.0466	0.0461	0.0529	0.0517	0.0553	0.0560
4	0.0461	0.0462	0.0498	0.0523	0.0559	0.0554
5	0.0462	0.0469	0.0504	0.0511	0.0561	0.0565
6	0.0462	0.0462	0.0501	0.0503	0.0560	0.0563
7	0.0462	0.0463	0.0504	0.0508	0.0567	0.0575
8	0.0466	0.0467	0.0505	0.0508	0.0553	0.0570
9	0.0468	0.0467	0.0507	0.0502	0.0565	0.0565
10	0.0466	0.0466	0.0504	0.0507	0.0567	0.0558
เฉลี่ย	0.0466		0.0508		0.0562	
RSU _{std}	0.0050336		0.0050336		0.0050336	
RSU _{pipett}	0.0050336		0.0015880		0.0015880	
RSU _{precision}	0.0015880		0.0032490		0.0022507	
RSU _{cal}	0.0018594		0.0089123		0.0079104	
U _{char}	0.0010570		0.0011028		0.0010984	
U _{char} สัมพัทธ์	2.27%		2.17%		1.95%	

การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของสารละลายมาตรฐานเอทานอล และความไม่แน่นอนจากทดสอบ (u_{bb})

สารละลายมาตรฐานที่เตรียมขึ้น 3 ระดับความเข้มข้นเป็นเนื้อเดียวกัน ($p > 0.05$) มีค่า p-value เท่ากับ 0.09, 0.27 และ 0.41 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 ส่วนความไม่แน่นอนจากการทดสอบ (u_{bb}) มีค่าเท่ากับ 0.0001403, 0.0003146 และ 0.0002586 g% ตามลำดับ คิดเป็นความไม่แน่นอนสัมพัทธ์เท่ากับ 0.30, 0.62 และ 0.46% ตามลำดับ

ตารางที่ 2 การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของสารละลายมาตรฐานเอทานอล 3 ระดับความเข้มข้น และค่าความไม่แน่นอนสัมพัทธ์ของการทดสอบ

ความเข้มข้นของเอทานอล (g%)	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value	u_{bb} (g%)	$u_{bb}^{\text{สัมพัทธ์}}$ (%)
0.045	ระหว่างกลุ่ม	1.97×10^{-6}	9	2.19×10^{-7}	2.48	0.09	0.0001403	0.30
	ภายในกลุ่ม	8.8×10^{-7}	10	8.8×10^{-8}				
	รวม	2.85×10^{-6}	19					
0.050	ระหว่างกลุ่ม	5.92×10^{-6}	9	6.58×10^{-7}	1.49	0.27	0.0003146	0.62
	ภายในกลุ่ม	4.43×10^{-6}	10	4.43×10^{-7}				
	รวม	1.03×10^{-5}	19					
0.055	ระหว่างกลุ่ม	3.09×10^{-6}	9	3.43×10^{-7}	1.15	0.41	0.0002586	0.46
	ภายในกลุ่ม	2.99×10^{-6}	10	2.99×10^{-7}				
	รวม	6.08×10^{-6}	19					

การทดสอบความเสถียรของสารละลายมาตรฐานเอทานอล และความไม่แน่นอนจากการทดสอบ (u_{Its})

เมื่อทดสอบด้วยสถิติวิเคราะห์ความถดถอย (regression) พบว่าสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่ความเข้มข้น 0.055 g% มีความเสถียร ($p > 0.05$) มีค่า p-value เท่ากับ 0.59 แสดงว่าสามารถเก็บที่อุณหภูมิห้องได้นาน 24 เดือน และมีความไม่แน่นอนจากการทดสอบเท่ากับ 0.00039 g% คิดเป็นความไม่แน่นอนสัมพัทธ์เท่ากับ 0.66% ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความเสถียรของสารละลายมาตรฐานเอทานอล

เวลา (เดือน)	ปริมาณไอเอทานอล (g%)
0	0.0587
12	0.0582
24	0.0584
$s(b_1)$	0.00002
u_{Its}	0.00039
$u_{\text{Its}}^{\text{สัมพัทธ์}}$	0.66%

การประมาณความไม่แน่นอนรวม (Expanded Measurement Uncertainty) ของสารละลายมาตรฐานเอทานอล

สารละลายมาตรฐานจำนวน 3 ระดับความเข้มข้น มีปริมาณเอทานอล $\pm$ ความไม่แน่นอนรวมเท่ากับ 0.0466 ± 0.0022 , 0.0508 ± 0.0024 และ 0.0562 ± 0.0024 g% ตามลำดับ คิดเป็นความไม่แน่นอนสัมพัทธ์ เท่ากับ 4.77, 4.70 และ 4.23% ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณไอเอทานอลในสารละลายมาตรฐาน 3 ระดับความเข้มข้น และค่าความไม่แน่นอนรวม

Ethanol concentration (g%)	Certified Concentration (g%)	U _{std} (g%)	U _{std} สัมพัทธ์ (%)
0.045	0.0466	0.0022	4.77
0.050	0.0508	0.0024	4.70
0.055	0.0562	0.0024	4.23

วิจารณ์

สารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมขึ้นมาแบบเปิดใช้งานทันที บรรจุในขวดพลาสติก ขนาด 500 มิลลิลิตร มีความสะดวกในการใช้สอบเทียบเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ ผลวิเคราะห์โดยเทคนิค Static Headspace Gas Chromatography-FID พบว่าสารละลายมาตรฐาน 3 ระดับความเข้มข้น มีปริมาณเอทานอลอยู่ในช่วง 0.0466 – 0.0562 g% ห้องปฏิบัติการสามารถนำสารละลายดังกล่าวไปใช้ในการสอบเทียบเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ที่ระดับ 0.05 g% ได้ ซึ่งเป็นปริมาณเอทานอลในเลือดตามที่กฎหมายกำหนด⁽⁸⁾ และสามารถเตรียมสารละลายที่มีปริมาณเอทานอลได้สูงถึง 0.3 g% เทียบจาก NIST SRM[®] 1828b Ethanol-water solutions ค่าความไม่แน่นอนสัมพัทธ์มีค่าอยู่ในช่วง 1.95–2.27% ซึ่งสามารถลดค่าความไม่แน่นอนได้ด้วยการใช้วิธีมาตรฐานการวัดปฐมภูมิ (Primary Measurement Standard) เช่น gravimetric หรือ titrimetric ในการหาปริมาณเอทานอล อย่างไรก็ตามสารละลายมาตรฐานเอทานอลที่เตรียมขึ้น สามารถนำมาใช้ในการสอบเทียบเครื่องวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจตามเกณฑ์ของ OIML R 126:2012 มีความเป็นเนื้อเดียวกัน เนื่องจากเตรียมด้วยน้ำกรองและบรรจุในระบบปิดสนิทป้องกันการระเหย อีกทั้งยังเสถียรเมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้องนานถึง 24 เดือน เทียบกับผลการศึกษาในปี พ.ศ. 2551⁽¹²⁾ ที่สามารถเก็บที่สภาวะเดียวกันนานเพียง 12 เดือนเท่านั้น

สรุป

สารละลายมาตรฐานเอทานอลชนิดพร้อมใช้งานขนาดบรรจุ 500 มิลลิลิตรที่เตรียมขึ้น มีความสะดวกในการใช้และเก็บได้นาน เหมาะกับงานประจำของห้องปฏิบัติการสอบเทียบเครื่องวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ และใช้ทดแทนการนำเข้าวัสดุอ้างอิงมาตรฐานจากต่างประเทศได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายสังคม วิทยนันท์ ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 1 เชียงใหม่ ที่ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการดำเนินงาน

เอกสารอ้างอิง

1. Guth certified premixed alcohol reference solution. [online]. 2018; [cited 2019 Sep 12]; [1 screen]. Available from: URL: <https://www.guthlabs.com/product/premix-alcohol-reference-solution>.
2. Alcohol reference solution. [online]. 2018; [cited 2019 Sep 12]; [2 screens]. Available from: URL: <https://alcolock.ca/alcohol-reference-solution>.

3. สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์. คู่มือสำหรับประชาชน: การสอบเทียบเครื่องวัดแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจ. [ออนไลน์]. 2561; [สืบค้น 23 พ.ย. 2561]; [3 หน้า]. เข้าถึงได้ที่: URL: <https://info.go.th/Intro?returnUrl=%2FGuide%2FGenerateCitizenGuideFront%2F782437>.
4. ชัยยศ อินทรติยะ, สาธิตา ปานขวัญ, ธัญจิรา เพ็ญศิริกุล. คุณภาพเครื่องวัดแอลกอฮอล์ในเลือดโดยวิธีเป่าลมหายใจ. [ออนไลน์]. 2558; [สืบค้น 15 ก.พ. 2561]; [1 หน้า]. เข้าถึงได้ที่ URL: <http://e-library.dmsc.moph.go.th/view.asp?id=224>.
5. OIML R 126:2012. Evidential breath analyzers. France: International Organization of Legal Metrology; 2012.
6. Anghel MA. Quality assurance in breath-alcohol analysis. UPB Sci Bull, Series A 2006; 68(2): 61-70.
7. ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 2017.
8. กฎกระทรวง ฉบับที่ 16 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 54 ก (วันที่ 8 ธันวาคม 2537).
9. จิรพรรณ บุญสูง. การวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลในเลือดโดยวิธี Static headspace GC. ว กรมวิทย พ 2543; 42(2): 133-9.
10. สุวรรณ จารุณข และคณะ. แนวปฏิบัติการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดทางเคมี. นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข; 2550.
11. ISO Guide 35:2006. Reference material-general and statistical principle for certification. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 2006.
12. ธรรมรัตน์ บุญสูง, จิรพรรณ บุญสูง. การผลิตวัสดุอ้างอิงรับรองสำหรับสอบเทียบเครื่องวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจ. ว เทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2551; 41(1): 32-8.

Preparation of Ethyl Alcohol Standard Solution for Breath Analyzer Calibration

Jirapun Bunsoong and Thamarat Bunsoong

Regional Medical Sciences Center 1 Chiang Mai, Department of Medical Sciences, Amphoe Mae Rim, Chiang Mai 50180, Thailand

Abstract This study was to prepare ethanol standard solution for breath analyzer calibration at the concentrations of 0.045, 0.050 and 0.055 g%. A 500 ml aliquot was filled in plastic bottle with aluminium and plastic screw cap. The prepared solutions were tested for homogeneity, stability and alcohol content using Static Headspace Gas Chromatography-FID. The results showed that 3 different concentration levels of solution are homogeneous ($p > 0.05$) and stable at room temperature for 24 months ($p = 0.59$). The alcohol contents in each concentration level were 0.0466 ± 0.0022 , 0.0508 ± 0.0024 and 0.0562 ± 0.0024 g%, respectively, and was traceable to NIST SRM[®] 1828b Ethanol-water solutions. Our study indicated that the prepared solution helped support the routine work of breath analyzer calibration laboratory and can be used as a substitute for imported certified reference material.

Keywords: ethanol standard solution, breath alcohol analyzer, calibration laboratories