การประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำทางเคมี ปี พ.ศ. 2550

กัญญา พุกสุ่น กรรณิกา จิตติยศรา และทิพวรรณ นิ่งน้อย

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ถนนติวานนท์ นนทบุรี 11000

บทคัดย่อ คุณภาพน้ำโดยเฉพาะน้ำบริโภคมีความสำคัญอย่างมากต่อสุขภาพ การตรวจวิเคราะห์คุณภาพและความปลอดภัยของน้ำบริโภคจึงเป็นเรื่องสำคัญโดยผลการวิเคราะห์จะต้องมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ เนื่องจากในประเทศไทยมีห้องปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำเป็นจำนวนมากกระจายอยู่ทั่วประเทศ สำหรับในปี พ.ศ. 2550 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร จึงได้ดำเนินการประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในการทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์ ฟลูออไรด์ ไนเตรท และซัลเฟต รวม 7 รายการ โดยส่งตัวอย่างที่แบ่งมาจากตัวอย่างที่เป็นเนื้อเดียวกันให้ห้องปฏิบัติการที่สมัครเข้าร่วมการทดสอบ เพื่อวิเคราะห์และส่งผลวิเคราะห์กลับภายในเวลาที่กำหนด จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และประเมินด้วยคะแนนมาตรฐาน (*z*-score) มีห้องปฏิบัติการเข้าร่วมจำนวน 45 แห่ง ในจำนวนนี้ 19 แห่งรายงานผลครบทั้ง 7 รายการ โดยมีผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจทุกรายการ 8 แห่ง ส่วนอีก 26 แห่งรายงานตั้งแต่ 1 - 6 รายการ ผลการประเมินความสามารถในการทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่างและการวิเคราะห์ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์ ฟลูออไรด์ ไนเตรท และซัลเฟต มีห้องปฏิบัติการที่ทดสอบตามรายการต่างๆ ดังกล่าว จำนวน 43, 40, 40, 39, 28, 31 และ 28 แห่ง ตามลำดับ พบว่า มีห้องปฏิบัติการที่อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจคิดเป็นร้อยละ 90.7, 85.0, 80.0, 76.9, 89.3, 87.1 และ 85.7 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ที่น่าสงสัยร้อยละ 0, 10.0, 5.0, 7.7, 3.6, 3.2 และ 10.7 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ไม่น่าพอใจร้อยละ 9.3, 5.0, 15.0, 15.4, 7.1, 9.7 และ 3.4 ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ที่อยู่ในเกณฑ์น่าสงสัยและไม่น่าพอใจนี้ อาจเกิดจากสาเหตุต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี เครื่องมือ การปฏิบัติตามขั้นตอนการวิเคราะห์ การโอนถ่ายข้อมูล การรายงานผล เป็นต้น ซึ่งห้องปฏิบัติการต้องค้นหาสาเหตุและแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำส่วนใหญ่มีความสามารถในการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องและใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังสามารถเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการได้ การจะคงไว้ซึ่งศักยภาพของห้องปฏิบัติการให้ได้มาตรฐาน จำเป็นต้องดำเนินการประเมินความสามารถอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง

บทนำ

น้ำเป็นปัจจัยหลักอย่างหนึ่งสำหรับการดำรงชีวิต มนุษย์ใช้น้ำด้วยวัตถุประสงค์ต่างๆ ที่สำคัญที่สุดคือใช้บริโภค และปรุงอาหาร ดังนั้นนอกจากมีปริมาณที่เพียงพอแล้วน้ำจะต้องมีคุณภาพดีด้วย โดยเฉพาะน้ำบริโภคจะต้องมีคุณภาพดีและมีความปลอดภัยสูง แร่ธาตุหรือสารต่างๆ ที่มีอยู่จะต้องไม่ก่อให้เกิดโทษต่อร่างกาย ไม่มีการปนเปื้อนจากสารพิษหรือเชื้อจุลินทรีย์ในระดับที่ทำให้เกิดโรค น้ำที่ใช้ทำน้ำบริโภคอาจมาจากแหล่งน้ำใต้ดิน (น้ำบ่อ น้ำบาดาล น้ำแร่) หรือแหล่งน้ำผิวดิน (แม่น้ำ อ่างเก็บน้ำ) น้ำเหล่านี้มีส่วนประกอบที่แตกต่างกันบ้างตามธรรมชาติของ

Accepted for publication, 27 February 2009

แหล่งน้ำ หรือจากการปนเปื้อนต่าง ๆ จึงต้องผ่านกระบวนการกำจัดสารพิษ และปรับสภาพน้ำให้เหมาะสมกับการบริโภค หรือการใช้ในกิจกรรมอื่น สำหรับน้ำบริโภคองค์การอนามัยโลก[1,2] ได้จัดทำแนวทางสำหรับคุณภาพน้ำดื่มขึ้น เพื่อให้ประเทศต่าง ๆ ใช้ในการกำหนดมาตรฐานที่เหมาะสมกับประเทศนั้น ๆ สำหรับประเทศไทยมีมาตรฐานเกี่ยวกับน้ำดื่ม เช่น มาตรฐานน้ำบริโภค[3,4,5] มาตรฐานน้ำชนบท[6] และมาตรฐานน้ำบาดาล[7] เป็นต้น โดยมีการกำหนดค่าของสารต่าง ๆ ในน้ำที่มีผลต่อคุณภาพ ความปลอดภัย ตลอดจนรสชาติของน้ำ เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์ ฟลูออไรด์ ไนเตรท และซัลเฟต นอกจากนี้ยังมีโลหะ แร่ธาตุ สารตกค้าง และจุลินทรีย์ต่าง ๆ เป็นต้น การที่จะมั่นใจว่าน้ำที่ใช้บริโภคมีคุณภาพตามข้อกำหนดดังกล่าว จำเป็นต้องมีการยืนยันด้วยกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

ประเทศไทยมีห้องปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำกระจายอยู่ทั่วประเทศ ซึ่งมีทั้งของราชการ และของเอกชน โดยอาจเป็นห้องปฏิบัติการอิสระที่บริการตรวจวิเคราะห์ทั่วไป หรือห้องปฏิบัติการในโรงงานอุตสาหกรรม ผลการตรวจวิเคราะห์น้ำที่ได้รับจากห้องปฏิบัติการเหล่านี้ ผู้ผลิตได้นำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพการผลิตน้ำดื่ม น้ำแร่ธรรมชาติ อาหารและเครื่องดื่ม เครื่องสำอางและเวชภัณฑ์ต่าง ๆ สำหรับเจ้าหน้าที่ตามกฎหมายจะนำไปใช้ในการควบคุมผู้ผลิตเพื่อการคุ้มครองผู้บริโภค รายงานผลการตรวจวิเคราะห์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง จะต้องถูกต้อง ชัดเจน

การประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการทำได้หลายวิธี วิธีที่ยอมรับโดยทั่วไปคือการทดสอบความชำนาญหรือทดสอบความสามารถห้องปฏิบัติการ (proficiency testing)[8] วิธีนี้ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งสามารถเปรียบเทียบการปฏิบัติงานของตนเองกับมาตรฐานอ้างอิงจากภายนอกและเปรียบเทียบกับห้องปฏิบัติการอื่น ๆได้ และนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพการปฏิบัติงานให้เป็นที่ยอมรับยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังจัดเป็นการควบคุมคุณภาพจากภายนอกซึ่งเป็นข้อกำหนดตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025[9] และเป็นเครื่องมือในการตรวจรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการอีกด้วย[10]

การประเมินความสามารถการตรวจวิเคราะห์หน่วยงานที่เป็นผู้ดำเนินการจะจัดทำแผนทดสอบพร้อมรายละเอียด และจัดส่งไปพร้อมกับตัวอย่างให้ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการเพื่อตรวจวิเคราะห์และส่งผลภายในระยะเวลาที่กำหนด จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติที่เหมาะสม[11,12,13] สำหรับเกณฑ์ที่นิยมใช้ในการตัดสินจะใช้คะแนนมาตรฐาน (z-score) ที่คำนวณจากความแตกต่างระหว่างผลวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการกับค่าอ้างอิง (bias) แบ่งความสามารถเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ค่า $|z\text{-score}| \leq 2$ จัดเป็นระดับที่น่าพอใจ ค่า $2 < |z\text{-score}| < 3$ จัดอยู่ในระดับที่น่าสงสัย ส่วนค่า $|z\text{-score}| \geq 3$ เป็นระดับที่ไม่น่าพอใจ[8] ห้องปฏิบัติการที่มีผลวิเคราะห์อยู่ในระดับนี้ควรหาสาเหตุและแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาซ้ำ

ในปี พ.ศ. 2550 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร ได้ทำการประเมินความสามารถของการวิเคราะห์น้ำ 7 รายการ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์ ฟลูออไรด์ ไนเตรท และซัลเฟต เพื่อรวบรวมและประเมินผลให้ห้องปฏิบัติการได้นำไปใช้ในการพัฒนาห้องปฏิบัติการให้มีความสามารถยิ่งขึ้น

วัสดุและวิธีการ

ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วม

ดำเนินการแผนทดสอบความสามารถโดยส่งแบบสอบถามไปยังห้องปฏิบัติการต่างๆ มีห้องปฏิบัติการสมัครเข้าร่วมจำนวน 48 แห่งทั่วประเทศ คือ ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ 13 แห่ง หน่วยงานราชการอื่นและห้องปฏิบัติการบริษัทเอกชน 35 แห่ง

ตัวอย่างสำหรับการทดสอบ

เตรียมตัวอย่างน้ำสำหรับการทดสอบความสามารถ จำนวน 3 ตัวอย่าง คือ

W 201 สำหรับทดสอบการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยเติม potassium dihydrogen orthophosphate (KH_2PO_4) และ disodium hydrogen orthophosphate (Na_2HPO_4) ลงในน้ำกลั่นให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 7.5

W 202 สำหรับทดสอบการวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด โดยการผสมน้ำประปาและน้ำกลั่นให้มีปริมาณสารทั้งหมดประมาณ 140 มิลลิกรัมต่อลิตร และความกระด้างทั้งหมดประมาณ 70 มิลลิกรัมต่อลิตร

W 203 สำหรับทดสอบการวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ ฟลูออไรด์ ไนเตรท ซัลเฟต โดยการเติม sodium fluoride (NaF), sodium chloride (NaCl), potassium nitrate (KNO_3) และ sodium sulphate (Na_2SO_4) ลงในน้ำกลั่น ให้มีปริมาณของคลอไรด์ ฟลูออไรด์ ไนเตรท และซัลเฟต ประมาณ 50, 1.5, 4.0 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

แต่ละตัวอย่างผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน แบ่งบรรจุในขวด high density polyethylene (HDPE) โดยตัวอย่าง W 201, W 202 และ W203 บรรจุในขวดขนาด 250, 500 และ 500 มิลลิลิตร ตามลำดับ

การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน

สุ่มตัวอย่างน้ำที่บรรจุในขวดตัวอย่างละ 10 ขวด แต่ละขวดวิเคราะห์ 2 ซ้ำแบบสุ่มโดยทุกรายการที่เกี่ยวข้องทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way Analysis of Variance)[10,12] สำหรับวิธีวิเคราะห์ที่ใช้ดังนี้คือ วัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วย pH meter หาปริมาณสารทั้งหมดด้วยวิธี Gravimetry หาปริมาณความกระด้างทั้งหมดด้วยวิธี Titration หาปริมาณคลอไรด์ ฟลูออไรด์ ไนเตรท และซัลเฟตด้วยวิธี Ion Chromatography โดยปฏิบัติตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2005[14]

การส่งตัวอย่างน้ำให้ห้องปฏิบัติการ

ส่งตัวอย่างน้ำ 3 ตัวอย่างให้ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งที่เข้าร่วมการทดสอบทางไปรษณีย์ด่วนพิเศษ (EMS) โดยบรรจุขวดตัวอย่างที่ปิดสนิทและผ่านการทดสอบการรั่วซึมลงในกล่องกระดาษมีวัสดุกันกระแทกพร้อมทั้งแนบเอกสารที่เกี่ยวข้องได้แก่ ข้อแนะนำต่างๆ แบบสำหรับตอบรับ และแบบรายงานผลการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลผลการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างทดสอบจากห้องปฏิบัติการที่ส่งผลตามเวลาที่กำหนดนำมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดค่า assigned (assigned values) สำหรับแต่ละรายการทดสอบ ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ robust statistics วิเคราะห์ โดยใช้ค่า median ของผลการวิเคราะห์ทั้งหมดเป็นค่า assigned และใช้ค่า normalized interquartile range (NIQR) เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบความสามารถ (standard deviation for proficiency assessment) ทั้งค่า assigned และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ

การทดสอบนี้ จะใช้ในการประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการ[11,12,13]

การประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการ

การประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง ใช้คะแนนมาตรฐานโรบัส (robust *z*-score) ซึ่งคำนวณจาก

$$\text{Robust } z\text{-score} = \frac{(\text{Result} - \text{Median})}{\text{NIQR}}$$

โดย Result = ค่าที่ห้องปฏิบัติการรายงาน

ค่า $|z\text{-score}| \leq 2$ แสดงว่าห้องปฏิบัติการมีความสามารถในระดับที่น่าพอใจ

ค่า $2 < |z\text{-score}| < 3$ จัดอยู่ในระดับที่น่าสงสัย

ค่า $|z\text{-score}| \geq 3$ เป็นระดับที่ไม่น่าพอใจ[8]

ผล

การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของแต่ละตัวอย่างด้วยสถิติ One-Way Analysis of Variance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$) พบว่าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกันทุกรายการที่ทดสอบ คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์ ฟลูออไรด์ ไนเตรท และซัลเฟต โดยมีค่า p เท่ากับ 0.783, 0.987, 0.580, 0.838, 0.480, 0.925 และ 0.857 ตามลำดับ

ห้องปฏิบัติการที่ส่งผลการวิเคราะห์กลับภายในระยะเวลาที่กำหนด จำนวน 45 แห่ง จึงได้รับการทดสอบความสามารถครั้งนี้รวม 45 แห่ง (ตารางที่ 1)

ห้องปฏิบัติการ 19 แห่งรายงานผลการวิเคราะห์ครบทั้ง 7 รายการ ส่วนอีก 26 แห่ง รายงานผลการวิเคราะห์ตั้งแต่ 1 - 6 รายการ (ตารางที่ 2) ค่า assigned และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับรายการวิเคราะห์ต่าง ๆ คำนวณจากผลของห้องปฏิบัติการที่ส่งผลในเวลาที่กำหนด (ตารางที่ 3 และ 4)

ผลการประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการด้วยค่า *z*-score ของรายการวิเคราะห์ต่าง ๆ มีดังนี้

ความเป็นกรด-ด่าง จำนวนห้องปฏิบัติการ 43 แห่งพบว่าผลการวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ 39 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 90.7 ไม่พบผลการวิเคราะห์ที่อยู่ในเกณฑ์ที่น่าสงสัย พบอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่าพอใจ 4 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 9.3 (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่า assigned, NIQR และ robust *z*-score ของแต่ละห้องปฏิบัติการ (No.)

assigned	7.44		128		69.0		49.1		1.48		3.97		40.1	
NIQR	0.03		12.79		1.82		2.00		0.16		0.53		2.70	
No.	ค่ากรด-ด่าง	*z*-score	ปริมาณสารฯ	*z*-score	ความกระด้างฯ	*z*-score	คลอไรด์	*z*-score	ฟลูออไรด์	*z*-score	ไนเตรท	*z*-score	ซัลเฟต	*z*-score
01	7.48	1.33	178	**3.91***	68.3	-0.38	50.0	0.45	1.25	-1.44	4.20	0.43	61.1	**7.78***
03	7.40	-1.33	120	-0.63	70.0	0.55	50.5	0.70	1.57	0.56	3.28	-1.30	39.2	-0.33
04	7.32	**-4.00***	134	0.47	71.5	1.37	48.2	-0.45	1.54	0.38	4.52	1.04	39.1	-0.37
05	7.46	0.67	138	0.78	68.8	-0.11	41.8	**-3.65***	-	-	3.32	-1.23	-	-
06	7.46	0.67	123	-0.39	57.1	**-6.54***	47.8	-0.65	1.32	-1.00	2.88	-2.06	36.4	-1.37
07	-	-	-	-	-	-	-	-	1.50	0.13	-	-	-	-
08	7.44	0.00	128	0.00	69	0.00	50.6	0.75	1.57	0.56	-	-	42.8	1.00
09	7.47	1.00	124	-0.31	66.5	-1.37	48.3	-0.40	1.37	-0.69	3.82	-0.28	40	-0.04
10	7.46	0.67	122	-0.47	18.5	**-27.75***	51.8	1.35	1.46	-0.13	3.14	-1.57	34.9	-1.93
11	7.47	1.00	140	0.94	72.0	1.65	-	-	-	-	4.09	0.23	-	-
12	7.44	0.00	145	1.33	67.8	-0.66	59.7	**5.30***	1.66	1.13	4.39	0.79	45.6	2.04
13	7.42	-0.67	130	0.16	69.3	0.16	48.0	-0.55	1.30	-1.13	3.83	-0.26	38.6	-0.56
15	7.44	0.00	-	-	-	-	47.6	-0.75	-	-	3.73	-0.45	-	-
16	7.47	1.00	124	-0.31	70.6	0.88	49.1	0.00	1.40	-0.50	3.36	-1.15	-	-
17	7.42	-0.67	130	0.16	68.8	-0.11	48.3	-0.40	1.52	0.25	4.51	1.02	40.1	0.00
18	7.44	0.00	163	2.74	69	0.00	48.7	-0.20	-	-	-	-	38.5	-0.59
19	7.41	-1.00	140	0.94	68.3	-0.38	44.5	-2.30	-	-	-	-	-	-
20	7.45	0.33	121	-0.55	68.0	-0.55	79.2	**15.05***	0.87	**-3.81***	8.53	**8.60***	46.4	2.33
21	7.39	-1.67	103	-1.95	68.1	-0.49	49.5	0.20	1.65	1.06	4.09	0.23	-	-
22	7.44	0.00	-	-	69.25	0.14	44.5	-2.30	-	-	-	-	-	-
23	7.44	0.00	104	-1.88	71.3	1.26	0.7	**-24.20***	-	-	0.3	**-6.92***	46.7	2.44
24	-	-	-	-	-	-	-	-	1.86	2.38	-	-	-	-

ตารางที่ 1 ค่า assigned, NIQR และ robust *z*-score ของแต่ละห้องปฏิบัติการ (No.) (ต่อ)

assigned	7.44		128		69.0		49.1		1.48		3.97		40.1	
NIQR	0.03		12.79		1.82		2.00		0.16		0.53		2.70	
No.	ค่ากรด-ด่าง	*z*-score	ปริมาณสารฯ	*z*-score	ความกระด้างฯ	*z*-score	คลอไรด์	*z*-score	ฟลูออไรด์	*z*-score	ไนเตรท	*z*-score	ซัลเฟต	*z*-score
25	7.46	0.67	142	1.09	46.2	**-12.53***	52.4	1.65	1.24	-1.50	3.46	-0.96	40.1	0.00
26	7.42	-0.67	130	0.16	68.8	-0.11	50.1	0.50	-	-	4.49	0.98	-	-
27	7.54	**3.33***	96.5	-2.46	64.2	-2.64	48.0	-0.55	-	-	4.56	1.11	44.4	1.59
28	7.44	0.00	125	-0.23	70.0	0.55	39.8	**-4.65***	-	-	-	-	-	-
29	7.44	0.00	145	1.33	69.2	0.11	47.9	-0.60	1.31	-1.06	-	-	40.1	0.00
30	7.39	-1.67	192	**5.00***	69	0.00	50.0	0.45	1.34	-0.87	-	-	43.2	1.15
31	7.44	0.00	115	-1.02	69.2	0.11	53.1	2.00	-	-	-	-	37.5	-0.96
32	7.45	0.33	124	-0.31	65.3	-2.03	51.4	1.15	2.19	4.44*	4.36	0.74	42.3	0.81
33	7.43	-0.33	102	-2.03	71.3	1.26	53.9	2.40	1.39	-0.56	4.00	0.06	39.8	-0.11
34	7.55	**3.67***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	7.49	1.67	131	0.23	71.1	1.15	51.4	1.15	-	-	4.25	0.53	-	-
36	7.46	0.67	128	0.00	70.0	0.55	49.6	0.25	1.51	0.19	4.07	0.19	39.3	-0.30
37	7.42	-0.67	150	1.72	-	-	-	-	1.47	-0.06	3.73	-0.45	-	-
38	7.58	**4.67***	124	-0.31	69.1	0.05	45.8	-1.65	-	-	-	-	43.8	1.37
39	7.44	0.00	123	-0.39	69.99	0.54	51.5	1.20	1.53	0.31	4.03	0.11	42.5	0.89
40	7.42	-0.67	112	-1.25	80	**6.04***	50.0	0.45	1.57	0.56	4.2	0.43	41.3	0.44
41	7.40	-1.33	140	0.94	66.5	-1.37	36.3	**-6.40***	-	-	3.97	0.00	-	-
42	7.42	-0.67	124	-0.31	69.2	0.11	48.1	-0.50	1.49	0.06	3.81	-0.30	39.1	-0.37
43	7.47	1.00	128	0.00	70.7	0.93	46.2	-1.45	1.29	-1.19	-	-	34.8	-1.96
45	7.45	0.33	127	-0.08	48.5	**-11.26***	48.2	-0.45	-	-	0.24	**-7.04***	-	-
46	7.42	-0.67	110	-1.41	68.2	-0.44	49.2	0.05	1.50	0.13	3.84	-0.25	37.7	-0.89
47	7.40	-1.33	140	0.94	34.0	**-19.23***	-	-	-	-	-	-	-	-
48	7.43	-0.33	163	2.74	66.8	-1.21	49.4	0.15	1.34	-0.87	3.58	-0.74	41.4	0.48

ตารางที่ 2 จำนวนห้องปฏิบัติการและจำนวนรายการที่ทดสอบ

จำนวนห้องปฏิบัติการ	รายการที่ทดสอบ	จำนวนรายการที่ทดสอบ
19	ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์ ฟลูออไรด์ ไนเตรท ซัลเฟต	7
4	ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์ ฟลูออไรด์ ซัลเฟต	6
2	ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์ ไนเตรท ซัลเฟต	6
2	ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์ ฟลูออไรด์ ไนเตรท	6
5	ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์ ไนเตรท	5
3	ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์ ซัลเฟต	5
1	ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ฟลูออไรด์ ไนเตรท	4
1	ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด ไนเตรท	4
2	ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์	4
1	ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด	3
1	ความเป็นกรด-ด่าง คลอไรด์ ไนเตรท	3
1	ความเป็นกรด-ด่าง ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์	3
2	ฟลูออไรด์	1
1	ความเป็นกรด-ด่าง	1

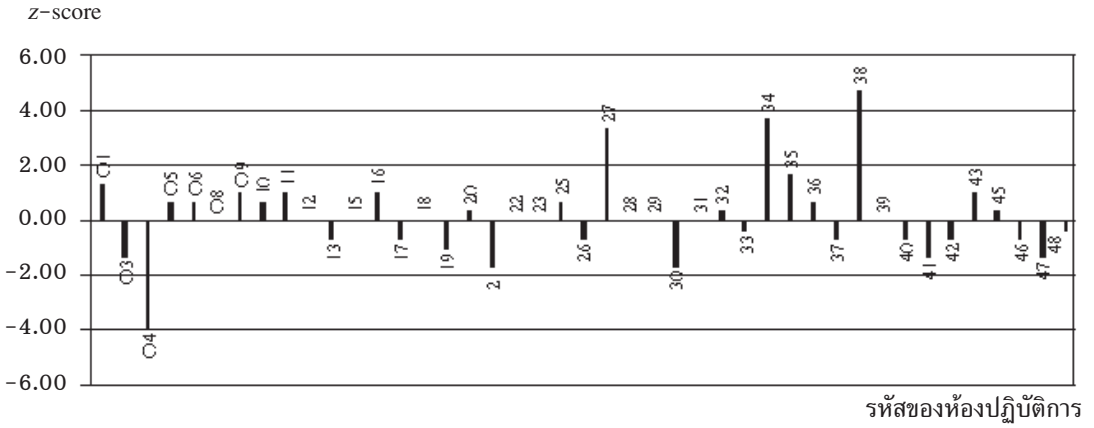
ตารางที่ 3 ค่า assigned, NIQR และ robust CV ของแต่ละรายการวิเคราะห์

รายการวิเคราะห์	จำนวนห้องปฏิบัติการ	ค่า assigned	ค่า NIQR	ค่า robust CV (%)
W 201				
ความเป็นกรด-ด่าง (pH unit)	43	7.44	0.03	0.40
W 202				
ปริมาณสารทั้งหมด (mg/L)	40	128	12.79	9.99
ความกระด้างทั้งหมด (mg/L)	40	69.0	1.82	2.63
W 203				
คลอไรด์ (mg/L)	39	49.1	2.00	4.10
ฟลูออไรด์ (mg/L)	28	1.48	0.16	11.0
ไนเตรท (mg/L)	31	3.97	0.53	13.4
ซัลเฟต (mg/L)	28	40.1	2.70	6.80

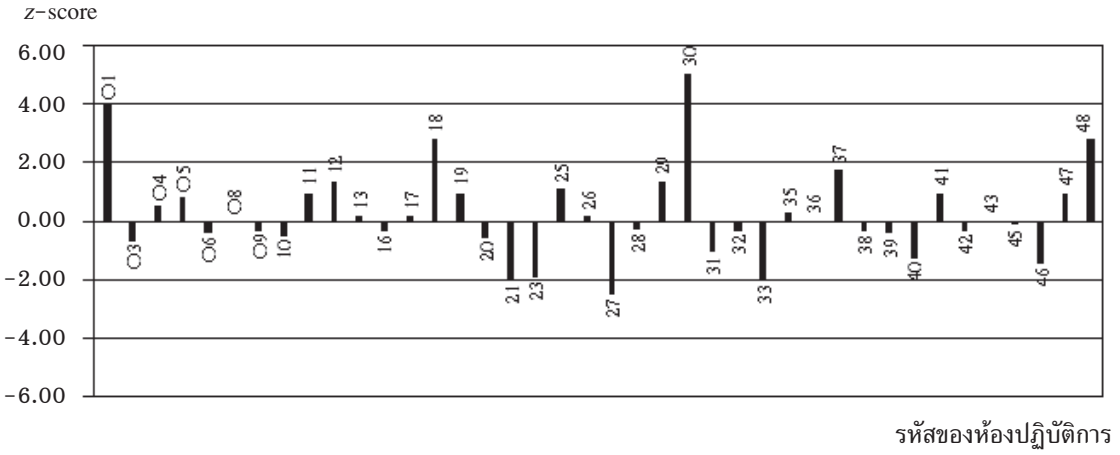
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างและวิธีที่ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ใช้ตรวจวิเคราะห์

รายการวิเคราะห์	จำนวนห้องปฏิบัติการ	ผลการวิเคราะห์	วิธีที่ใช้วิเคราะห์
W 201			
ความเป็นกรด-ด่าง	39	น่าพอใจ	pH meter, APHA 4500 H^+B, Electrical method, AOAC 973.41, Electrode, TIS257, ไม่ระบุ
	-	น่าสงสัย	-
	4	ไม่น่าพอใจ	AOAC 973.41, มอก.257, pH meter, APHA 4500 H^+B
W 202			
ปริมาณสารทั้งหมด	34	พอใจ	APHA 2540 B, gravimetry, drying, TDS meter, AOAC 920.193, standard method, ไม่ระบุ
	4	น่าสงสัย	APHA 2540 B, มอก.257
	2	ไม่น่าพอใจ	APHA 2540 B
ความกระด้างทั้งหมด	32	น่าพอใจ	APHA 2340 C, titrimetric, AOAC 973.52, ไม่ระบุ
	2	น่าสงสัย	APHA 2340 C, มอก.257
	6	ไม่น่าพอใจ	APHA 2340 C, ไม่ระบุ
W 203			
คลอไรด์	30	น่าพอใจ	APHA 4500 Cl B, APHA 4110 B titration, mercuric thiocyanate, Mohr method, Argentometric, มอก.257, ไม่ระบุ
	3	น่าสงสัย	Spectrometry, Argentometric, ไม่ระบุ
	6	ไม่น่าพอใจ	Argentometric, IC, APHA 4500 Cl B, ISE, ไม่ระบุ
ฟลูออไรด์	25	น่าพอใจ	APHA 4500 F D, SPADNS, ISE, IC, APHA, APHA 4110 B, Ion analyzer, APHA 4500 F C, ไม่ระบุ
	1	น่าสงสัย	ISE
	2	ไม่น่าพอใจ	APHA 4500 F D, APHA 4110 B
ไนเตรท	27	น่าพอใจ	Spectrophotometry, Photometric, BP 2001, APHA 4500 NO_3, AOAC 973.50, ISE, IC, Cadmium reduction, APHA 4110 B
	1	น่าสงสัย	APHA 4500 NO_3
	3	ไม่น่าพอใจ	Spectrophotometry, APHA 4500 NO_3 E, ไม่ระบุ
ซัลเฟต	24	น่าพอใจ	APHA 4500 SO_4 E, APHA 4110 B, มอก.257, Turbidimetry, Sulfa Ver 4, ไม่ระบุ
	3	น่าสงสัย	APHA 4500 SO_4 E, Sulfa Ver 4, IC
	1	ไม่น่าพอใจ	APHA 4500 E

ปริมาณสารทั้งหมด จำนวนห้องปฏิบัติการ 40 แห่ง พบว่าผลการวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ 34 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 85.0 อยู่ในเกณฑ์ที่น่าสงสัย 4 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 10.0 พบอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่าพอใจ 2 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 5.0 (ตารางที่ 1 และภาพที่ 2)

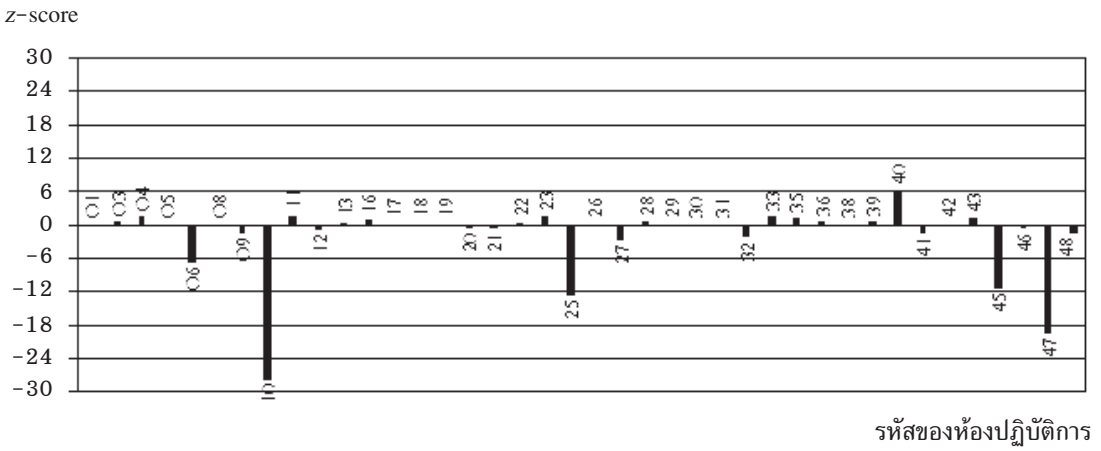


ภาพที่ 1 ค่า *z*-score ของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบความเป็นกรด-ด่างจำนวน 43 แห่ง



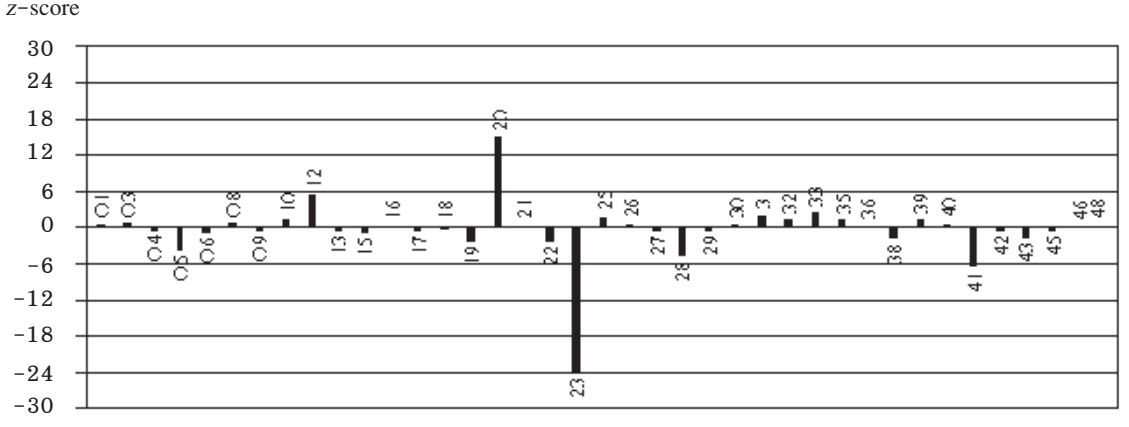
ภาพที่ 2 ค่า *z*-score ของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบปริมาณสารทั้งหมดจำนวน 40 แห่ง

ความกระด้างทั้งหมดจำนวนห้องปฏิบัติการ 40 แห่ง พบว่าผลการวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ 32 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 80.0 อยู่ในเกณฑ์ที่น่าสงสัย 2 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 5.0 พบอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่าพอใจ 6 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 15.0 (ตารางที่ 1 และภาพที่ 3)



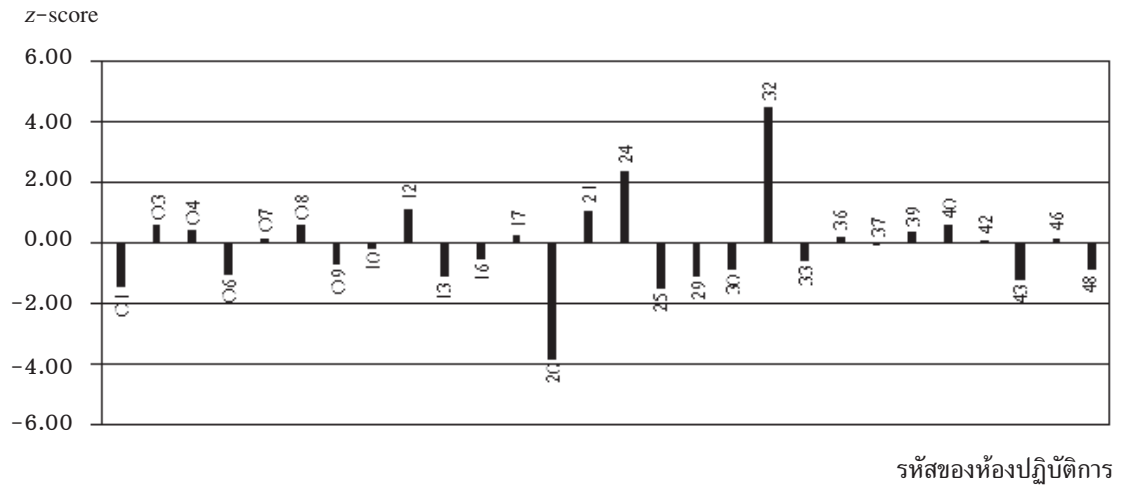
ภาพที่ 3 ค่า *z*-score ของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบความกระด้างทั้งหมดจำนวน 40 แห่ง

คลอไรด์ จำนวนห้องปฏิบัติการ 39 แห่ง พบว่าผลการวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ 30 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 76.9 อยู่ในเกณฑ์ที่น่าสงสัย 3 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 7.7 พบอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่าพอใจ 6 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 15.4 (ตารางที่ 1 และภาพที่ 4)



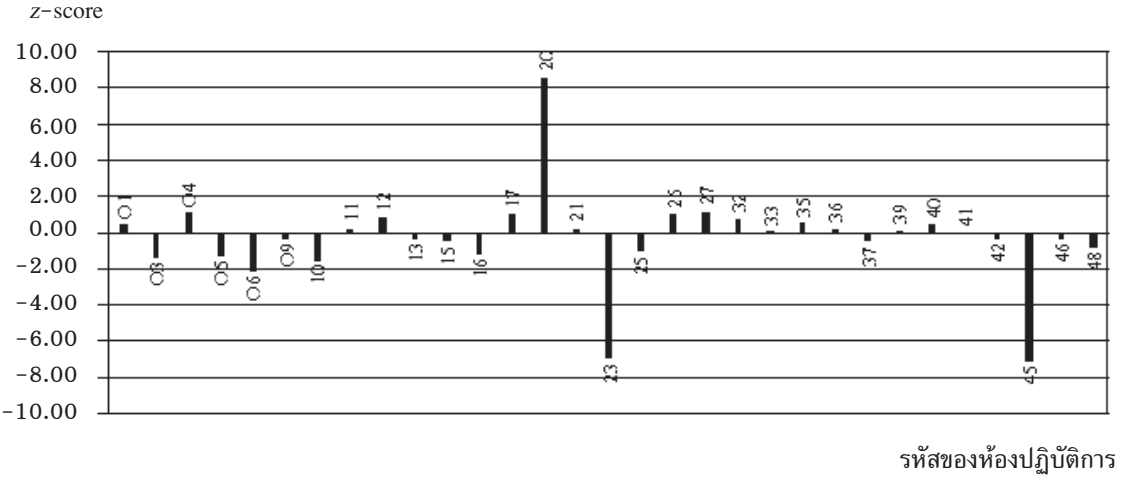
ภาพที่ 4 ค่า *z*-score ของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบคลอไรด์จำนวน 39 แห่ง

ฟลูออไรด์ จำนวนห้องปฏิบัติการ 28 แห่ง พบว่าผลการวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ25แห่ง คิดเป็นร้อยละ 89.3 อยู่ในเกณฑ์ที่น่าสงสัย 1 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 3.6 พบอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่าพอใจ 2 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 7.1 (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 5)



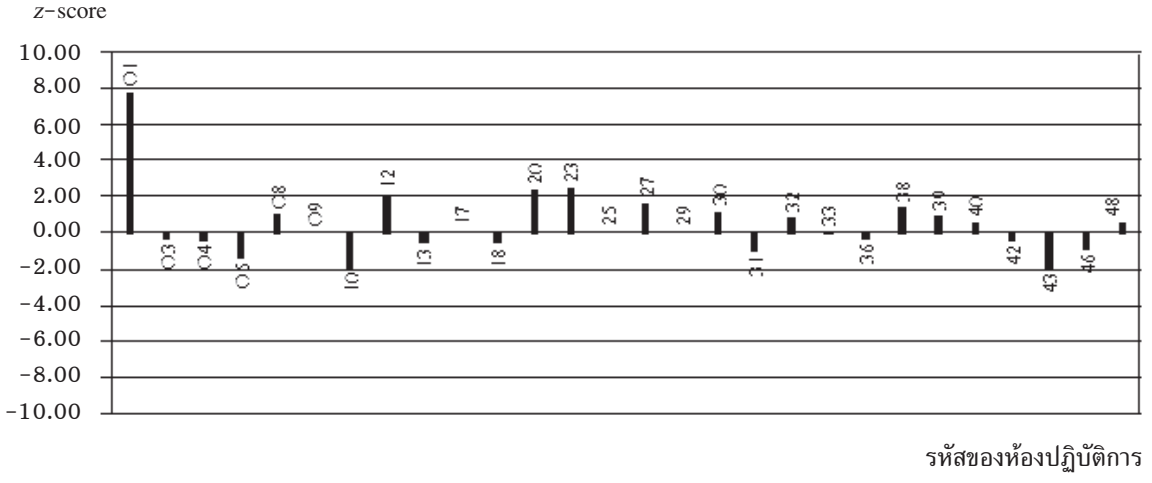
ภาพที่ 5 ค่า *z*-score ของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบฟลูออไรด์จำนวน 28 แห่ง

ไนเตรท จำนวนห้องปฏิบัติการ 31 แห่ง พบว่าผลการวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ27แห่ง คิดเป็นร้อยละ 87.1 อยู่ในเกณฑ์ที่น่าสงสัย 1 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 3.2 พบอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่าพอใจ 3 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 9.7 (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ค่า *z*-score ของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบไนเตรทจำนวน 31 แห่ง

ซัลเฟต จำนวนห้องปฏิบัติการ 28 แห่ง พบว่าผลการวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ 24 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 85.7 อยู่ในเกณฑ์ที่น่าสงสัย 3 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 10.7 พบอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่าพอใจ 1 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 3.4 (ตารางที่ 1 และภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ค่า *z*-score ของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบซัลเฟตจำนวน 28 แห่ง

สำหรับห้องปฏิบัติการที่ส่งผลครบทั้ง 7 รายการ จำนวน 19 แห่ง พบว่าผลวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์น่าพอใจทุกรายการ 8 แห่ง คือห้องปฏิบัติการรหัส 03 09 13 17 36 39 42 และ 46 ห้องปฏิบัติการที่มีผลวิเคราะห์ที่เป็น outlier 1 รายการ 7 แห่ง คือรหัส 04 06 10 12 25 32 และ 40 ตั้งแต่ 2 รายการขึ้นไป 2 แห่ง คือรหัส 01 และ 20 สำหรับผลที่น่าพอใจ 5 รายการ และน่าสงสัย 2 รายการ 1 แห่ง คือรหัส 33 ผลน่าพอใจ 6 รายการ และน่าสงสัย 1 รายการ 1 แห่ง คือรหัส 48

วิจารณ์

ในการประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการสิ่งสำคัญประการแรก คือ ตัวอย่างต้องมีความเป็นเนื้อเดียวกัน การศึกษาครั้งนี้ได้เตรียมตัวอย่างโดยผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันซึ่งเป็นสิ่งที่ทำได้ไม่ยุ่งยาก เนื่องจากตัวอย่างคือน้ำ เพื่อไม่ให้มีปัญหาโต้แย้งในกรณีที่ผลวิเคราะห์มีความแตกต่างกันมาก จึงได้ยืนยันความเป็นเนื้อเดียวกันทุกรายการ โดยการทดสอบด้วยสถิติ One-Way Analysis of Variance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นค่า *z*-score ที่เกิน ± 2 แสดงว่าผลวิเคราะห์นั้นอยู่นอกขอบเขตการยอมรับที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จึงไม่มีสาเหตุจากความแตกต่างในตัวอย่างน้ำ

การกำหนดค่า assigned และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบความสามารถอาจใช้ได้หลายวิธีโดยแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน เช่น ถ้าใช้ค่าที่ได้รับการรับรอง (certified value) จะใกล้เคียงกับค่าจริงและได้รับการยอมรับสูง แต่ข้อเสียคือ ค่าใช้จ่ายสูงมาก และบางรายการวิเคราะห์ไม่สามารถหาได้ การศึกษาครั้งนี้จึงได้ใช้

ค่าอิงกลุ่มซึ่งได้จากผลวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วม (participant's consensus) ซึ่งทำให้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม การใช้ค่าอิงกลุ่มนี้อาจใช้ได้หลายแบบ เช่น การกำหนดค่า assigned อาจกำหนดโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (arithmetic mean) หรือค่ามัธยฐาน (median) กรณีนี้พบว่าข้อมูลผลวิเคราะห์ที่ได้มีการกระจายค่อนข้างสูง ถ้าจะใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ซึ่งเป็นค่าที่ได้รับผลกระทบจากข้อมูลที่แตกต่างจากกลุ่มมาก ๆ (outlier) จำเป็นต้องกำจัดผลการวิเคราะห์หลายค่า ทำให้ห้องปฏิบัติการหลายแห่งไม่มีส่วนในการกำหนดค่านี้จึงได้เลือกใช้ค่ามัธยฐาน ซึ่งเป็นค่าที่มีความทนสูง (robust) เพราะไม่ได้รับผลกระทบจากการมีค่า outlier ทำให้ไม่จำเป็นต้องกำจัดค่าเหล่านั้น และเพื่อให้สอดคล้องกันจึงได้เลือกใช้ค่า NIQR เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบ ซึ่งค่า NIQR นี้จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานปกติ (standard deviation)

เนื่องจากค่า robust *z*-score จะบอกถึงผลวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ว่าห่างจากค่า median มากน้อยเพียงใดเมื่อเปรียบเทียบกัน ค่า *z*-score ที่ใกล้ 0 หมายความว่าผลวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการนั้นสอดคล้องกับห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ในกลุ่ม โดยรวมจะเห็นว่าค่า *z*-score ของห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ซึ่งเป็นค่าตัดสินความสามารถของห้องปฏิบัติการในช่วงเวลาที่ทดสอบ ส่วนใหญ่มีผลการวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจในการทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์ ฟลูออไรด์ ไนเตรท และซัลเฟต ของห้องปฏิบัติการที่ทดสอบตามรายการต่าง ๆ จำนวน 43, 40, 40, 39, 28, 31 และ 28 แห่ง ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 90.7, 85.0, 80.0, 76.9, 89.3, 87.1 และ 85.7 ตามลำดับ แสดงว่าห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีความสามารถในการวิเคราะห์ใกล้เคียงกัน ส่วนน้อยไม่อยู่ในกลุ่มมีผลการวิเคราะห์ยังน่าสงสัยหรือไม่น่าพอใจ ซึ่งจะทราบได้ว่าตนเองมีความสามารถในการตรวจวิเคราะห์รายการที่ทดสอบนั้น ๆ น้อยกว่าห้องปฏิบัติการอื่นในกลุ่ม ทำให้ต้องหาสาเหตุเพื่อแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้น จากข้อมูลวิธีวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการระบุไว้พบว่าวิธีวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการใช้ส่วนใหญ่อ้างอิงจาก Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA) ส่วนน้อยอ้างอิงจาก Association of Analytical Communities (AOAC) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) เป็นต้น ซึ่งวิธีเหล่านี้เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป ดังนั้นสาเหตุของการเป็น outlier จึงไม่น่าจะเกิดจากวิธีวิเคราะห์ที่ใช้เนื่องจากทุกรายการที่ทดสอบนั้นห้องปฏิบัติการที่มีผลการวิเคราะห์ที่น่าสงสัยหรือไม่น่าพอใจมักใช้วิธีวิเคราะห์เดียวกันกับห้องปฏิบัติการที่มีผลการวิเคราะห์ที่น่าพอใจ สำหรับค่า *z*-score ที่สูงหรือต่ำมากอย่างผิดปกติ เช่น ผลการทดสอบการวิเคราะห์ความกระด้างทั้งหมด มีห้องปฏิบัติการ 4 แห่งที่มีค่า *z*-score ต่ำมาก คือ -27.75, -19.23, -12.53 และ -11.26 ผลการวิเคราะห์คลอไรด์มีห้องปฏิบัติการ 2 แห่งที่มีค่า *z*-score ต่ำมาก คือ -24.20 และสูงมากคือ 15.05 กรณีเช่นนี้ห้องปฏิบัติการควรทบทวนว่าการวิเคราะห์เป็นไปอย่างครบถ้วนตามขั้นตอนมีคู่มือการวิเคราะห์ที่เขียนวิธีปฏิบัติไว้ชัดเจน การถ่ายโอนการบันทึกข้อมูล การคำนวณตลอดจนการใช้สูตร การควบคุมคุณภาพภายในเหล่านี้ครบถ้วนถูกต้องหรือไม่ หรือความสามารถของผู้วิเคราะห์ในรายการนั้นรวมทั้งสาเหตุอื่น ๆ เช่น สารเคมีที่ใช้ การทำงานของเครื่องมือ การปนเปื้อน เป็นต้น ซึ่งต้องหาสาเหตุให้พบเพื่อจะได้แก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้องต่อไป

สรุป

การประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการนี้ บ่งบอกว่าห้องปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำทางเคมีส่วนใหญ่มีความสามารถในการทดสอบและวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารทั้งหมด ความกระด้างทั้งหมด คลอไรด์ ฟลูออไรด์ ไนเตรท และซัลเฟต อยู่ในระดับที่น่าพอใจ นอกจากนี้ยังทำให้ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งทราบถึงสถานภาพของตนเอง เมื่อเปรียบเทียบกับห้องปฏิบัติการอื่น ๆ และข้อมูลต่าง ๆที่ได้ห้องปฏิบัติการสามารถนำไปใช้ในการพิจารณาทบทวนเพื่อพัฒนาการปฏิบัติการให้ดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามผลของการศึกษาครั้งนี้ยังไม่อาจใช้ยืนยันหรือสนับสนุนการตัดสินเกี่ยวกับความสามารถระยะยาวของห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ได้ การจะบอกถึงแนวโน้มในอนาคตจำเป็นต้องมีข้อมูลต่อเนื่องที่เพียงพอ จึงควรดำเนินการประเมินอย่างต่อเนื่องต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายประกาย บริบูรณ์ และนางกนกพร อธิสุข ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำจนการดำเนินงานในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality Vol. 1 : Recommendations. 2nd ed. Geneva : World Health Organization; 1993.
2. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality Vol. 2 : Health criteria and other supporting information. 2nd ed. Geneva : World Health Organization; 1996.
3. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 98 ตอนที่ 157 (ลงวันที่ 24 กันยายน 2524).
4. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 107 ตอนที่ 61 (ลงวันที่ 2 เมษายน 2534).
5. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำบริโภค (มอก.257-2549) ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3470 (พ.ศ. 2549) ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 123 ตอนที่ 64ง (ลงวันที่ 6 กรกฎาคม 2549).
6. คณะกรรมการบริหารโครงการจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททั่วราชอาณาจักร. มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท. กรุงเทพฯ : กระทรวงมหาดไทย; 2531.
7. มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2521) ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 95 ตอนที่ 66 (ลงวันที่ 27 มิถุนายน 2521).
8. International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission. ISO/IEC Guide 43-1 : Proficiency testing by interlaboratory comparisons- Part 1 : Development and operation of proficiency testing schemes. Geneva, Switzerland : ISO; 1997.
9. International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission. ISO/IEC 17025 : General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. Geneva, Switzerland : ISO; 2003.
10. International Laboratory Accreditation Cooperation. ILAC-G13 : Guidelines for the requirements for the competence of providers of proficiency testing schemes. NSW, Australia : ILAC; 2000.

11. International Standard. ISO 13528: Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons. Geneva, Switzerland : ISO; 2005.
12. Rosner B, Fundamentals of Biostatistics. 6th ed. United States of America: Thomson Brooks/ Cole; 2006. p. 557-65.
13. Thomson M, Ellison S, Wood R, The international harmonized protocol for the proficiency testing of analytical chemistry laboratories. *Pure Appl Chem* 2006; 78(1) : 145-196.
14. Eaton AD, Clesceri LS, Rice EW, Greenberg AE, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington DC: American Public Health Association; 2005. p. 2 - 37 - 56, 3 - 13 - 25, 4 - 3 - 90.

Evaluation of the Performance of Laboratories for Chemical Analysis of Water in the year 2007

Kanya Puksun Kannika Jittiyossara and Tipawan Ningnoi

Bureau of Quality and Safety of Food, Department of Medical Sciences, Tiwanond Road, Nonthaburi 11000, Thailand.

ABSTRACT The quality of drinking water is very important to health, analysis for quality and safety is, therefore, important in order to obtain the results that are accurate and reliable. Since there are a vast number of laboratories distributing countrywide that are capable of analysis of water including drinking water, in 2007, the Bureau of Quality and Safety of Food, Department of Medical Sciences, conducted a program to evaluate the competence of laboratories in determining pH, total solids, total hardness, chloride, fluoride nitrate and sulfate in water. In this study, portions of homogeneous water sample were distributed to participating laboratories to be analyzed. Then the analytical results from laboratories were analyzed and evaluated statistically. The value of *z*-score was used to evaluate the competence of the individual laboratories. There were 45 laboratories involved in this study. Among these, 26 laboratories submitted 1-6 tests results and 19 laboratories submitted the results of all tests, 8 of which reported all 7 results that are satisfactory. It was found that the percentage of laboratories that reported the satisfactory results for pH, total solids, total hardness, chloride, fluoride, nitrate and sulfate from 43, 40, 40, 39, 28, 31 and 28 laboratories were 90.7, 85.0, 80.0, 76.9, 89.3, 87.1 and 85.7 respectively, questionable results were 0, 10.0, 5.0, 7.7, 3.6, 3.2 and 10.7 respectively, unsatisfactory results were 9.3, 5.0, 15.0, 15.4, 7.1, 9.7 and 3.4 respectively. The results that are questionable or unsatisfactory might be caused by, for example, inappropriate chemicals and reagents, malfunctioning instrument, deviation from the procedure, transfer of data, reporting the wrong result. It is recommended that laboratories investigate the sources of problems and implement corrective action to prevent the recurring of problems and to improve the performance. In conclusion, most of participating laboratories were competent in analyzing water samples. Moreover, from this study, individual laboratories could compare itself with other laboratories. However, in order to predict the long term performance, more data from further studies are needed.

Key words : laboratory performance, drinking water, interlaboratory comparison, proficiency testing