

การเพิ่มขีดความสามารถในการวัดค่าความเป็นกรด - เบส ในน้ำ

รัชดา เหมปลู่วี



การวัดค่าความเป็นกรด-เบส เป็นรายการทดสอบที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลายประเภท เช่น ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด เครื่องสำอาง ผลิตภัณฑ์ยา เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีบทบาทต่อการควบคุมคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีการกำหนดค่ามาตรฐานเกณฑ์ควบคุมรายการค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำจากแหล่งต่าง ๆ ไว้อย่างชัดเจน

กระบวนการวัดค่าความเป็นกรด-เบสนั้นมีขั้นตอนการดำเนินงานที่ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับรายการทดสอบอื่น ๆ แต่ผลการทดสอบที่ได้นั้นจะใกล้เคียงจริงหรือมีความถูกต้องแม่นยำเพียงใดขึ้นกับทักษะหรือขีดความสามารถของห้องปฏิบัติการนั้น ๆ และการมีระบบควบคุมคุณภาพที่ดีของห้องปฏิบัติการ จะส่งผลต่อความน่าเชื่อถือในผลการทดสอบ จึงทำให้มีห้องปฏิบัติการจำนวนมากที่ประสงค์จะตรวจสอบสมรรถนะห้องปฏิบัติการของตนเอง โดยการเข้าร่วมกิจกรรมทดสอบความชำนาญของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ซึ่งดำเนินการโดยกลุ่มบริหารจัดการทดสอบความชำนาญ สำนักบริหารและ

รับรองห้องปฏิบัติการ ที่ได้เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี 2547 จนถึงปัจจุบัน โดยมีนโยบายในการกำหนดรูปแบบของกิจกรรมทดสอบความชำนาญ รายการค่าความเป็นกรด-เบสในน้ำ เพื่อสนับสนุนวัตถุประสงค์ของกลุ่มห้องปฏิบัติการลูกค้าด้านสิ่งแวดล้อมและด้านอุตสาหกรรมทั่วไป จึงทำให้มีห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรมจำนวนมาก จากผลการดำเนินกิจกรรมทดสอบความชำนาญ รายการค่าความเป็นกรด-เบสในน้ำ ในช่วงระยะเวลา 3 ปีที่ผ่านมาสามารถสรุปผลได้ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : แสดงผลสรุปการประเมินสมรรถนะห้องปฏิบัติการ รายการทดสอบค่าความเป็นกรด-เบส ในน้ำ

Z-score	ปี 2548		ปี 2549		ปี 2550	
	จำนวนห้องปฏิบัติการ	ร้อยละ	จำนวนห้องปฏิบัติการ	ร้อยละ	จำนวนห้องปฏิบัติการ	ร้อยละ
$ Z \leq 2$ (ผลเป็นที่น่าพอใจ)	84	85.7	86	83.5	121	82.4
$2 < Z < 3$ (ผลเป็นที่น่าสงสัย)	8	8.2	8	7.8	13	8.8
$ Z \geq 3$ (ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ)	6	6.1	9	8.7	13	8.8

จากตารางสรุปผลการดำเนินกิจกรรมทดสอบความชำนาญทั้ง 3 ปี จะเห็นได้ว่าสมรรถนะของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยมีค่า Z-score น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 โดยคิดเป็นร้อยละมากกว่า 80

สำหรับรูปแบบทางสถิติที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะของห้องปฏิบัติการนั้น คณะผู้ดำเนินการปฏิบัติตาม ISO 13528 :2005 และ ISO/IEC Guide 43-1:1997 โดยใช้ค่ากำหนดจากกลุ่มห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรม และได้ศึกษาเปรียบเทียบผลระหว่างค่ากำหนดจากกลุ่มห้องปฏิบัติการ กับค่าผลทดสอบจากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ปี พ.ศ.2549 และ ปี พ.ศ.2550 ค่าทดสอบจากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ ในปี พ.ศ.2549 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2 -3

ตารางที่ 2 : แสดงการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-เบส ในน้ำ ของกลุ่มห้องปฏิบัติการกับสถาบันมาตรฯ 2549

ปี 2549	ค่าความเป็นกรด - เบส		
	Sample A	Sample B	Sample C
กลุ่มห้องปฏิบัติการ	9.117 ±0.142	8.920 ±0.134	4.011 ±0.033
สถาบันมาตรฯ	9.176 ±0.006	8.939 ±0.006	4.003 ±0.006

ตารางที่ 3 : แสดงการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-เบส ของกลุ่มห้องปฏิบัติการกับสถาบันมาตรฯ 2550

ปี 2550	ค่าความเป็นกรด - เบส		
	Sample A	Sample B	Sample C
กลุ่มห้องปฏิบัติการ	4.885 ±0.050	9.174 ±0.078	9.179 ±0.078
สถาบันมาตรฯ	4.846 ±0.005	9.186 ±0.005	9.186 ±0.005

จากตารางที่ 2 และ 3 จะเห็นว่าค่ากำหนดจากกลุ่มห้องปฏิบัติการมีค่าใกล้เคียงกับผลทดสอบของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติซึ่งทำให้เกิดความมั่นใจในรูปแบบทางสถิติที่ใช้ในการประเมินสมรรถนะของห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ผู้ดำเนินกิจกรรมได้กำหนดให้ห้องปฏิบัติการรายงานค่าความไม่แน่นอนของการวัด (ถ้าสามารถรายงานค่าได้) ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนห้องปฏิบัติการที่รายงานค่าความไม่แน่นอนของการวัดค่าความเป็นกรด-เบส ในน้ำดังแสดงตารางที่ 4

ตารางที่ 4 : แสดงจำนวนห้องปฏิบัติการที่รายงานค่าความไม่แน่นอน ของการวัดค่าความเป็นกรด-เบส ในน้ำ

ปีที่ดำเนินการ	จำนวนห้องปฏิบัติการทั้งหมด	จำนวนห้องปฏิบัติการที่รายงานค่าความไม่แน่นอน
2548	98	11
2549	103	14
2550	148	26

จากตารางดังกล่าวจะเห็นได้ว่าห้องปฏิบัติการที่สามารถรายงานค่าความไม่แน่นอนได้มีจำนวนน้อย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความรู้ความเข้าใจแก่ห้องปฏิบัติการทดสอบเพื่อให้สามารถคำนวณหา ค่าความไม่แน่นอนของการวัดได้ เนื่องจากเป็นข้อกำหนดหนึ่งในการยื่นขอการรับรองระบบคุณภาพตาม มาตรฐาน ISO/IEC 17025 ที่จะต้องสามารถรายงานค่าความไม่แน่นอนในการวัด และเป็นตัวบ่งบอก ถึงระดับขีดความสามารถของกระบวนการวัดโดยห้องปฏิบัติการทดสอบนั้น ๆ จากการศึกษาวิเคราะห์ปัจจัย ที่มีผลกระทบต่อการวัดค่าความเป็นกรด-เบส สามารถจำแนกออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านเครื่องมือ - วัสดุอุปกรณ์
2. ด้านบุคลากรปฏิบัติงาน
3. ด้านการควบคุมสภาวะแวดล้อม

ด้านเครื่องมือ-วัสดุอุปกรณ์

พีเอชมิเตอร์ (pH-meter) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความเป็นกรด-เบส ซึ่งประกอบด้วย เครื่องพีเอชมิเตอร์ และอิเล็กโทรด ซึ่งสิ่งที่จะต้องพิจารณาเพื่อให้ผลการวัดค่าความเป็นกรด-เบส มีความถูกต้องแม่นยำ มีองค์ ประกอบดังต่อไปนี้

- ความละเอียดในการอ่านค่าของพีเอชมิเตอร์จะต้องสอดคล้องกับวิธีทดสอบ หรือเป็นไปตามวัตถุ ประสงค์ของระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ และมีค่า input impedance สูง ได้รับการสอบเทียบตามระยะเวลา ที่เหมาะสม และมีผลการสอบเทียบอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

- การเลือกใช้ชนิดของอิเล็กโทรด ให้เหมาะสมกับประเภทของตัวอย่างที่ต้องการวัด เช่น ควรใช้อิเล็ก โตรดที่ทำด้วย antimony สำหรับวัดตัวอย่างที่มีกรดไฮโดรฟลูออริก ซึ่งมีสมบัติในการกัดกร่อนแก้ว

- การดูแลรักษาอิเล็กโทรด จะต้องปฏิบัติตามคู่มือของอิเล็กโทรด เช่น อิเล็กโทรดรวม (combined electrode) จะต้องหมั่นตรวจสอบสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้เติม (filling solution) ว่าเสื่อมสภาพหรือไม่ อยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่แห้ง หรือ ตกผลึกเกลือ และจะต้องทำความสะอาดอิเล็กโทรดทันทีหลังการวัด สารละลาย โดยใช้น้ำกลั่น หรือน้ำดีไอออนไนซ์ หรือสารละลายที่เหมาะสมในกรณีที่ใช้วัดสารละลายตัวอย่าง ที่มีลักษณะพิเศษ เช่น มีปริมาณโปรตีนสูง ซึ่งจะทำให้เกิดการอุดตันที่เมมเบรน ให้ล้างอิเล็กโทรดด้วย 5% pepsin ใน 0.1 M HCl จุ่มแช่ทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที และล้างด้วยน้ำกลั่น หลังเลิกใช้งานควรเก็บรักษา อิเล็กโทรดในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (pH ประมาณ 4) ไม่ควรเก็บไว้ในน้ำกลั่น เพราะจะทำให้ อิเล็กโทรไลต์ออสโมสออกจากเมมเบรนที่หุ้มอยู่ที่ปลายอิเล็กโทรด ทำให้เสื่อมสภาพเร็วขึ้น

- การตรวจสอบสภาพของอิเล็กโทรดก่อนใช้งาน โดยการปรับตั้งค่าด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน 7 และ 4 ซึ่งสำหรับสารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่า pH เท่ากับ 7 ควรจะต้องมีค่าความต่างศักย์เท่ากับ 0 mV และสำหรับสารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่า pH เท่ากับ 4 ควรจะมีค่าความต่างศักย์เท่ากับ 178 mV กรณีที่ให้ค่า ต่างจากนี้จะต้องปรับสภาพอิเล็กโทรดก่อนการใช้งาน ส่วนค่าความชัน (slop) ของการปรับตั้งค่า ด้วยสาร ละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานนั้นจะต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดของวิธีทดสอบหรือระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการ

- กรณีที่เครื่องวัดมีระบบชดเชยอุณหภูมิ (temperature compensation) ได้อัตโนมัติ โดยใช้ ATC probe จะต้องมีการตรวจเช็คสภาพของ ATC probe ตามระยะเวลาที่กำหนด

- การเลือกใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานให้เหมาะสมกับงาน เนื่องจากสารละลายบัฟเฟอร์ มาตรฐานที่มีค่าความถูกต้องสูงหรือค่าความไม่แน่นอนต่ำ จะมีราคาแพงมาก ซึ่งเกณฑ์กำหนดของการ ทดสอบบางประเภทไม่จำเป็นต้องใช้เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย

- การเลือกใช้ภาชนะบรรจุสารละลายจะต้องเหมาะสม สารละลายที่มีสภาพเป็นเบสสูงไม่ควรใช้ภาชนะแก้วเนื่องจากจะเกิดการกัดกร่อนที่ผนังภาชนะ ความสะอาดของภาชนะที่ใช้บรรจุสารละลาย จะต้องระมัดระวังการปนเปื้อนของสารที่มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง เช่น สารใช้ทำความสะอาดภาชนะ ซึ่งจะทำได้ไม่หมดจด

ด้านบุคลากรปฏิบัติงาน

บุคลากรที่ปฏิบัติงานจะต้องมีทักษะในการปฏิบัติงาน มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิคการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง การเลือกชนิดและช่วงค่าความเป็นกรด-เบส ของสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่เหมาะสม การเตรียมตัวอย่าง และจะต้องปฏิบัติตามคู่มือระบบการควบคุมคุณภาพอย่างเคร่งครัดเพื่อให้ผลการทดสอบมีความถูกต้องแม่นยำเป็นที่น่าเชื่อถือ

ด้านการควบคุมสภาวะแวดล้อม

ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อการวัดค่าความเป็นกรด-เบส ได้แก่

- การควบคุมอุณหภูมิขณะวัดจะต้องคงที่หรืออยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด อุณหภูมิของสารละลายบัฟเฟอร์และสารละลายตัวอย่างควรมีค่าใกล้เคียงกัน เพื่อลดผลกระทบจากอุณหภูมิต่อค่าที่วัดได้
- การปนเปื้อนจากสภาวะแวดล้อมข้างเคียง เช่น ควรหลีกเลี่ยงการเตรียมสารละลายกรดในบริเวณใกล้เคียงกับการเตรียมตัวอย่างสำหรับวัดค่าความเป็นกรด-เบส เป็นต้น

ห้องปฏิบัติการที่มีระบบการควบคุมคุณภาพที่ดีและมีประสิทธิภาพ จะทำให้ผลการทดสอบของห้องปฏิบัติการมีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และเป็นที่ยอมรับ ทำให้ลดการสูญเสียค่าใช้จ่ายและเวลาในการวิเคราะห์ซ้ำ ซึ่งการเข้าร่วมกิจกรรมทดสอบความชำนาญเป็นวิธีการควบคุมคุณภาพจากภายนอก (external quality control) ที่ทำให้ห้องปฏิบัติการสามารถตรวจสอบสมรรถนะของตนเอง และเกิดการพัฒนาศักยภาพห้องปฏิบัติการของประเทศให้เป็นที่ยอมรับของนานาชาติ

เอกสารอ้างอิง

1. ASTM E70-97 " Standard Test Method for pH of Aqueous Solutions With the Glass Electrode"
2. T.Kawasaki, "Standard of pH and Verification for pH Meter" Japan Machinery and Metal Inspection Institute.
3. กรมวิทยาศาสตร์บริการ รายงานผลการทดสอบความชำนาญสาขาสิ่งแวดล้อม : รายงาน pH-value in water (PTEN-W03-0501)
4. กรมวิทยาศาสตร์บริการ รายงานผลการทดสอบความชำนาญสาขาสิ่งแวดล้อม : รายงาน pH-value in water (PTEN-W03-0601)
5. กรมวิทยาศาสตร์บริการ รายงานผลการทดสอบความชำนาญสาขาสิ่งแวดล้อม : รายงาน pH-value in water (PTEN-W03-0701)