บร.สาร

วารสารสำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ (บร.)
BUREAU OF LABORATORY ACCREDITATION (BLA)

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

- การรับรองความสามารถผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ
- บทบาทของกรมวิทยาศาสตร์บริการในด้านมาตรวิทยาเคมี ต่อการพัฒนาด้านเศรษฐกิจของประเทศ
- ข้อแนะนำในการจัดการสถานที่และสภาวะแวดล้อมสำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบด้านจุลชีววิทยา
- การใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Excel ในการทดสอบแบบเอฟ และ ที
- แนวทางการเลือกใช้โปรแกรมประยุกต์ทางสถิติ

อบรมเชิงปฏิบัติการ “Assessor Training Course”

วันที่ 27 เมษายน – 2 พฤษภาคม 2552

ณ โรงแรมอิงธารรีสอร์ท จ.นครนายก

ที่ปรึกษา
นายเกษม พิฤทธิ์บูรณะ
นางรวิวรรณ อาจสำอาง
นางจันทรัตน์ วรสรรพวิทย์

บรรณาธิการ
นางสาววนิดา ชุลิกาวิทย์

กองบรรณาธิการ
นางรัชดา เหมปฐวี
นางสาวพรพรรณ ปานทิพย์อำพร
นางสาวขนิษฐา อัศวชัยณรงค์

ถ่ายภาพ
นายปรีชา คำแหง

Contact

สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาคารหอสมุดวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้น 6
75/7 ถนนพระรามที่ 6
แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี
กรุงเทพมหานคร 10400
Bureau of Laboratory Accreditation
Department of Science Service
Ministry of Science and Technology
Science and Technology Information Building, 6 th floor
75/7 Rama VI Road,
Thungphayathai, Ratchathewi,
Bangkok 10400, Thailand
Tel. 0-2201-7178, 0-2201-7191
0-2201-7325, 0-2201-7333
Fax. 0-2201-7201
Website : http://www.dss.go.th

สวัสดี...สมาชิก

สำนัก บริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ มีนโยบายให้การรับรองหน่วยจัดกิจกรรมทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ ดังนั้น บร.สารฉบับนี้จึงมีบทความที่กล่าวถึงเรื่องราวของการรับรองความสามารถหน่วยจัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ และสิ่งที่ขาดเสียมิได้ คือ ความรู้ด้านสถิติพื้นฐาน ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบความแปรปรวนและค่าเฉลี่ยของข้อมูล 2 ชุด โดยใช้การทดสอบแบบ เอฟ และที และค่าดังกล่าวสามารถคำนวณได้โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Excel ซึ่งเป็นโปรแกรมพื้นฐานที่ทุกคนใช้กันอยู่ นอกจากนี้ยังมีบทความเกี่ยวกับวิธีหรือแนวทางการเลือกใช้โปรแกรมประยุกต์ทางสถิติ เพราะปัจจุบันมีโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติมากมาย การจัดหาโปรแกรมสำเร็จรูปเหล่านี้ มาใช้งานนั้นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลายประการ แต่ต้องสร้างขึ้นบนพื้นฐานที่ผู้ใช้ต้องมีความรู้ทางสถิติจึงสามารถเลือกใช้ในการคำนวณ วิเคราะห์ และทดสอบสมมุติฐานได้อย่างถูกต้อง

บร. สาร ฉบับที่ 14 นี้ ทุกท่านจะได้ทราบถึงบทบาทของกรมวิทยาศาสตร์บริการในด้านมาตรวิทยาเคมีต่อการพัฒนาด้านเศรษฐกิจของประเทศ รวมถึงข้อแนะนำ ในการจัดการสถานที่และสภาวะแวดล้อมสำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบด้านจุลชีววิทยา และสุดท้ายเก็บตกภาพกิจกรรมต่างๆ ของสำนักฯ มาฝากท่านสมาชิกให้ได้ชมกันอย่างทั่วถึง ขอให้ทุกท่านได้รับสารประโยชน์เหล่านี้เหมือนเช่นเคย แล้วพบกันฉบับหน้า

การรับรองความสามารถผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ

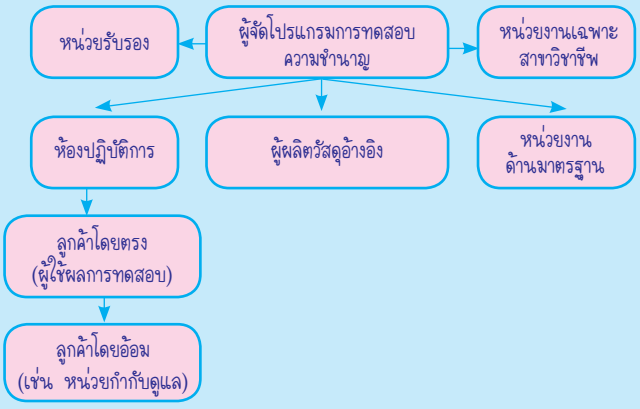
สุดา นันทวิทยา

การทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ (Proficiency testing, PT) เป็นวิธีการหนึ่งในการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการ และใช้สำหรับการเฝ้าระวังสมรรถนะในการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องของห้องปฏิบัติการ การเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญจึงมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อห้องปฏิบัติการ ด้วยห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ ได้แสดงถึงความสามารถในการทดสอบของห้องปฏิบัติการ ทำให้เกิดความเชื่อมั่นเป็นที่ยอมรับและเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025:2005, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories ทั้งนี้การเข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ ยังเป็นข้อกำหนดหนึ่งของหน่วยรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการ โดยระบุให้ห้องปฏิบัติการเข้าร่วมกิจกรรมทดสอบความชำนาญ หรือการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการที่เหมาะสม (ถ้ามี) อย่างน้อย 1 กิจกรรมในขอบข่ายที่ยื่นขอก่อนยื่นขอการรับรอง และทุก 4 ปี ภายหลังได้รับการรับรองฯ ห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจว่ากิจกรรมนั้นดำเนินการเป็นไปตามข้อกำหนดของ ISO/IEC Guide 43-1

ผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ (Proficiency Testing Provider, PT Provider) เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินการต่างๆ และประสานงานกับห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่การจัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ การแจกจ่ายตัวอย่างให้กับห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโปรแกรม เพื่อวิเคราะห์และส่งผลการทดสอบกลับภายในระยะเวลาที่กำหนด การประเมินผลการทดสอบของห้องปฏิบัติการที่ส่งกลับและรายงานผลเป็นคะแนน ในการรายงานผลจะมีการชี้บ่งห้องปฏิบัติการโดยใช้รหัสเพื่อรักษาความลับของห้องปฏิบัติการ และการคำนวณคะแนนจะยึดพื้นฐานเกณฑ์ความสามารถของห้องปฏิบัติการโดยใช้หลักสถิติที่เหมาะสม ผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ จึงต้องมีความสามารถในการดำเนินงานที่ถูกต้องและเป็นไปตามมาตรฐานสากลเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโปรแกรมและผู้ที่เกี่ยวข้อง

การรับรองความสามารถผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ (PT Provider accreditation) ดำเนินการโดยหน่วยรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการ (Laboratory accreditation body) ของแต่ละประเทศโดยพิจารณาจากความสามารถของผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการที่เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานสากล ILAC-G13 : 2007, ILAC Guidelines for the requirements for the competence of providers of proficiency testing schemes และ ISO/IEC Guide 43-1 : 1997, Proficiency testing by interlaboratory comparisons : Part 1 Development and operation of Proficiency testing schemes

การจัดทำโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการส่งผลต่อหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง จึงทำให้มีความต้องการผู้จัดโปรแกรมที่น่าเชื่อถือและได้รับการรับรองฯ ดังเช่นในแผนภูมิด้านล่าง



ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

สถานการณ์ปัจจุบันของการค้าโลกนอกจากมีการขยายตัวของสินค้าเพิ่มมากขึ้นแล้ว ยังมีความต้องการในเรื่องของมาตรฐานสินค้าที่สูงด้วยเช่นกัน ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้า ผลการทดสอบที่เชื่อถือได้จากห้องปฏิบัติการที่เป็นไปตามมาตรฐานสากลเป็นที่ยอมรับระหว่างประเทศ ทำให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพหรือมาตรฐานของสินค้านั้น จึงทำให้ความต้องการเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการและการรับรองความสามารถผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการมากขึ้นโดยมีสิ่งจูงใจได้แก่

- ความต้องการการยอมรับในความสามารถของแต่ละผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ
- ข้อมูลผลการเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการใช้ประกอบการพิจารณาการให้การรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการตาม ISO/IEC 17025 : 2005
- ความต้องการความเชื่อมั่นเป็นที่ยอมรับในผลการทดสอบระหว่างประเทศในระดับภูมิภาคและสากล

ทั้งนี้ในต่างประเทศที่มีการรับรองความสามารถผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการได้สำรวจข้อคิดเห็นผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการพบว่าการได้รับการรับรองความสามารถก่อให้เกิดประโยชน์ต่าง ๆ เช่น

- เพิ่มความเชื่อมั่นแก่ลูกค้าที่เข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ
- ผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ มีการปรับปรุงการดำเนินงานด้านวิชาการให้ถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneity) และความเสถียรภาพ (stability) ของตัวอย่าง
- ได้ประโยชน์จากการปฏิสัมพันธ์กับผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาการในคณะผู้ประเมินความสามารถผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ
- เป็นโอกาสในการสร้างเครือข่ายผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ เพื่อตระหนักในประเด็นต่าง ๆ ที่เสนอโดยผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองความสามารถแล้ว
- เป็นโอกาสในการขยายกลุ่มลูกค้าโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการทั้งภายในและต่างประเทศ
- เป็นที่ประจักษ์ของผู้บริหารว่าหน่วยจัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการของตนได้รับการยอมรับในความสามารถตามมาตรฐานสากล
- เพิ่มความน่าเชื่อถือในวัสดุอ้างอิง (reference material) ที่ระบุค่าที่กำหนด (assigned value) จากโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการที่จัดโดยหน่วยงานที่ได้รับการรับรองความสามารถแล้ว

ปัจจุบันองค์การภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกว่าด้วยการรับรองห้องปฏิบัติการ (Asia Pacific Laboratory Accreditation Cooperation, APLAC) และองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการรับรองห้องปฏิบัติการ (International Laboratory Accreditation Cooperation, ILAC) ได้ให้การสนับสนุนและผลักดันเพื่อให้เกิดการยอมรับร่วมในหน่วยรับรองความสามารถผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ และคณะทำงานของหน่วยงานด้านมาตรฐานระหว่างประเทศ ISO/CASCO/WG28 กำลังทบทวน ISO/IEC Guide 43 part 1 และ part 2 เพื่อจัดทำเป็นมาตรฐาน ปัจจุบันยังเป็นร่างมาตรฐาน DIS ISO/IEC 17043 แต่ในระหว่างที่ ISO/IEC 17043 ยังไม่ออกใช้ ILAC มีมติให้ใช้ข้อกำหนด ILAC-G13:2007 และ ISO/IEC Guide43-1:1997 ในการพิจารณาให้การรับรองความสามารถผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญไปก่อน รวมทั้งจัดให้มีกิจกรรมและการอบรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญแก่สมาชิกหน่วยรับรองห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง

สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นหน่วยรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการได้เล็งเห็นประโยชน์และความจำเป็นของการรับรองความสามารถผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการที่จะเป็นประโยชน์ต่อความเชื่อมั่นของผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการ และส่งผลต่อระบบการตรวจสอบรับรองสินค้าเพื่อรองรับความต้องการและการแข่งขันทางการค้าภายในหรือระหว่างประเทศ สำนักฯ จึงได้

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

ดำเนินการขยายขอบข่ายการรับรองไปยังผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ และได้ให้การรับรองความสามารถผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ 2 รายแรกแล้ว เมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2552 ปัจจุบันยังมีความต้องการโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการที่เชื่อถือได้อีกมากทั้งสาขาการทดสอบ การทดสอบทางการแพทย์ และการสอบเทียบ และยังมีผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการภายในประเทศทั้งภาครัฐและภาคเอกชนอีกหลายหน่วยงานที่ยังไม่ได้รับการรับรองฯ สำนักฯ จึงเห็นความจำเป็นที่จะส่งเสริมผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการภายในประเทศให้ได้รับการรับรองเพิ่มขึ้น และให้ความรู้แก่บุคลากรของห้องปฏิบัติการในการเลือกใช้ผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการภายในประเทศที่มีความสามารถต่อไป

ผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการสามารถขอข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ หรือที่เว็บไซต์ http://www.dss.go.th

เอกสารอ้างอิง

1. International Laboratory Accreditation Cooperation. ILAC Guidelines for the requirements for the competence of providers of proficiency testing schemes. **ILAC-G13:2007,** 2007.
2. Proficiency testing by interlaboratory comparisons: Part 1, Development and operation of Proficiency testing schemes. **ISO/IEC Guide 43-1,1997**
3. R. J. Russell. **Accreditation of PT providers-is it worth the money?.** Eurachem 5th Workshop "Proficiency testing in analytical chemistry, microbiology and laboratory medicine". Portoroz, Republic of Slovenia, 25-27 September 2005.

สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
โทร. 0-2201-7125

e-mail : *sudanan@dss.go.th*

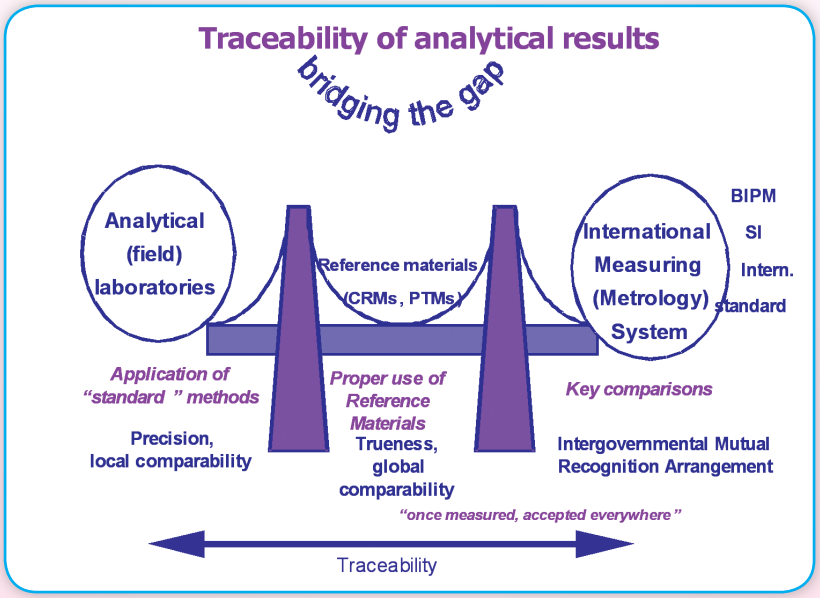
ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

บทบาทของกรมวิทยาศาสตร์บริการในด้านมาตรวิทยาเคมี ต่อการพัฒนาด้านเศรษฐกิจของประเทศ

รัชดา เหมปฐวี

จากสภาวะในปัจจุบันจะเห็นว่าการแข่งขันทางการค้าในโลกเสรีที่ไร้พรมแดนนั้น มีแนวโน้มที่จะเข้มข้นทวีคูณ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการส่งออกของผู้ผลิตภายในประเทศเป็นอย่างมาก นั่นคือสินค้าจำนวนมากที่ไม่สามารถส่งออกได้เนื่องจากถูกกีดกันทางการค้า สินค้าส่งออกต้องถูกตรวจสอบคุณภาพว่าเป็นไปตามข้อกำหนดทางคุณภาพของประเทศคู่ค้าหรือไม่ ซึ่งห้องปฏิบัติการทดสอบจะต้องดำเนินการทดสอบด้วยความรวดเร็วถูกต้อง แม่นยำ และน่าเชื่อถือ การดำเนินการซื้อขายสินค้านั้นประเทศคู่ค้ามักเลือกห้องปฏิบัติการที่ตนเชื่อถือเพื่อดำเนินการทดสอบซ้ำ ทั้งๆ ที่ ผู้ส่งสินค้าได้แนบผลการตรวจสอบคุณภาพไปกับสินค้า ทำให้การส่งมอบสินค้าเกิดความล่าช้าและกระทบต่อคุณภาพของสินค้า โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ทางด้านเกษตรที่มีมูลค่าส่งออกจำนวนมหาศาลของประเทศไทย สินค้าประเภทดังกล่าวมีช่วงอายุของคุณภาพตามเกณฑ์ข้อตกลงในการซื้อขายค่อนข้างสั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องลดขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพซ้ำของสินค้าโดยประเทศคู่ค้ายอมรับและเชื่อถือในผลการทดสอบของห้องปฏิบัติการจากประเทศไทย

บทบาทมาตรวิทยาเคมี (Metrology in chemistry) จะเป็นตัวบ่งบอกขีดความสามารถในการวิเคราะห์ทดสอบและการสอบย้อนกลับ (Traceability) ของห้องปฏิบัติการ โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ของผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการทดสอบทางเคมีอย่างต่อเนื่องไม่ขาดตอน (Unbroken chain) ไปยังมาตรฐานอ้างอิงระดับสากล (SI unit) ของระบบการวัดนั้นๆ แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ ดังรูปข้างล่าง



กระบวนการทดสอบที่มีระบบมาตรวิทยาการวัดที่ครบวงจร จะทำให้ผลการทดสอบที่ออกโดยห้องปฏิบัติการนั้น มีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับ ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างเร่งด่วนที่จะต้องดำเนินการกำหนดแผนแม่บทด้านการพัฒนามาตรวิทยาเคมีภายในประเทศไทยอย่างเป็นระบบและเข้มแข็ง เป็นที่ยอมรับในระดับสากลโดยการเข้าร่วมเปรียบเทียบผลการทดสอบ

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

(key-comparison) กับห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐานในระดับสากล ซึ่งระบบมาตรวิทยาเคมีที่เข้มแข็งจะทำให้ประเทศคู่ค้ายอมรับและเชื่อถือผลการทดสอบที่ออกโดยห้องปฏิบัติการของประเทศไทย ไม่จำเป็นที่จะต้องทดสอบซ้ำอีก ก่อให้เกิดความคล่องตัวและความรวดเร็วในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าตามข้อตกลงซื้อขาย อีกทั้งทำให้ต้นทุนของสินค้าลดลง สามารถแข่งขันในเวทีการค้าระดับสากลได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการช่วยพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศทางหนึ่งได้เป็นอย่างดี

สำหรับบทบาทมาตรวิทยาเคมีของประเทศไทยนั้นเป็นที่สนใจของกลุ่มประเทศสมาชิก Asia–Pacific Metrology Programme (APMP) เนื่องจากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติได้ดำเนินการจัดตั้งคณะกรรมการบริหารเครือข่ายมาตรวิทยาเคมีซึ่งประกอบด้วยผู้แทนจากหน่วยงานราชการ หน่วยกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัย ซึ่งในขณะนี้มีสมาชิกมากกว่า 35 หน่วยงาน โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะสนับสนุนให้เกิดการพัฒนามาตรวิทยาเคมีด้านการวัดต่างๆ ของประเทศให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลกและปกป้องการกีดกันทางการค้าด้วยเหตุทางเทคนิค (Technical Trade Barrier)

บทบาทมาตรวิทยาเคมีด้านการวัดค่าความเป็น กรด – เบส (pH – value) ของประเทศไทยนั้นเป็นการทดสอบที่มีขบวนการสอบย้อนกลับ (traceability) ไปยังมาตรฐานอ้างอิงระดับสากล (SI unit) ได้อย่างครบวงจร โดยสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติสามารถให้ค่า (reference value) ด้วย Harned cell ซึ่งจัดเป็น primary method และสามารถให้ค่าการวัดในระดับ secondary method ด้วย high accuracy pH – meter กระบวนการถ่ายค่าสามารถไปถึง calibration buffer solution ที่ห้องปฏิบัติการ ใช้งาน ซึ่งทำให้ห้องปฏิบัติการมีขบวนการสอบย้อนกลับ (traceability) ไปยังมารตฐานอ้างอิงสากล (SI unit) อย่างสมบูรณ์แบบ

การกิจกรรมทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการ: รายการ pH – value in water ของกรมวิทยาศาสตร์บริการได้เริ่มกิจกรรมดังกล่าวมาตั้งแต่ปี 2547 จนถึงปัจจุบัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการพัฒนาศักยภาพของกลุ่มห้องปฏิบัติการด้านสิ่งแวดล้อมและด้านอุตสาหกรรมทั่วไป ช่วงปี 2548 - 2551ห้องปฏิบัติการที่สนใจ เข้าร่วมกิจกรรมจำนวนมาก จากผลการดำเนินกิจกรรมทดสอบความชำนาญ รายการ pH – value in water ช่วงระยะเวลา 4 ปีที่ผ่านมาสามารถแสดงจำนวนห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมในแต่ละปีได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : แสดงจำนวนห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรมทดสอบความชำนาญรายการ pH – value in water

ห้องปฏิบัติการ	ปี 2548 PTEN – W03 – 0501	ปี 2549 PTEN – W03 – 0601	ปี 2550 PTEN – W03 – 0701	ปี 2551 PTEN – W03 – 0801
ราชการ	65	26	32	31
เอกชน	28	70	99	127
กำกับของรัฐ	5	7	16	14
ปากีสถาน	-	-	-	20
รวมทั้งหมด	**98**	**103**	**148**	**192**

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

สำหรับในปี 2551 นั้น กรมวิทยาศาสตร์บริการได้รับมอบหมายให้เป็นเจ้าภาพในการจัดกิจกรรมทดสอบความชำนาญรายการ pH – value in waterให้แก่กลุ่มประเทศสมาชิกภาคพื้นเอเชียแฟซิฟิก (APLAC) ภายใต้โครงการ APLAC / PTB Proficiency Testing Training course / planning workshop โดยได้รับเงินสนับสนุนจากหน่วยงาน Physikalisch - Technische Bundesanstalt (PTB) ประเทศเยอรมนี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อก่อให้เกิดการถ่ายทอดทักษะและประสบการณ์ภายในกลุ่มประเทศสมาชิกในการเรียนรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมทดสอบความชำนาญที่เป็นไปตามมาตรฐานสากล ซึ่งมีสมาชิกที่มาจากประเทศกำลังพัฒนาหลายประเทศที่ยังขาดประสบการณ์ในการดำเนินกิจกรรมทดสอบความชำนาญ กิจกรรมดังกล่าวมีห้องปฏิบัติการจากประเทศต่างๆ เข้าร่วมทั้งหมด 45 ห้องปฏิบัติการ จากกลุ่มประเทศสมาชิก APLAC จำนวน 17 ประเทศ ตัวอย่างสำหรับกิจกรรม APLAC / PTB : pH – value in water จะเป็นชุดเดียวกับ PTEN – W03 – 0801 โดยชุดตัวอย่างจะถูกวัดค่า pH – value เพื่อศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกันและความเสถียรโดยสถาบันมาตรวิทยาฯ และการประเมินสมรรถนะของห้องปฏิบัติการคณะผู้ดำเนินงานใช้สถิติโรบัสต์ในการคำนวณหาค่ากำหนด (assigned value) ที่ได้จากค่าเฉลี่ยโรบัสต์ (robust average, x*) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ (robust standard deviation, s*) ของกลุ่มห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรม ซึ่งค่าทั้งสองคำนวณโดยวิธี Algorithm A ตามมาตรฐาน ISO 13528:2005 ค่าสถิติที่ได้ของทั้ง 2 กลุ่มห้องปฏิบัติการเทียบกับค่าการวัดของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติสามารถสรุปผลได้ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : แสดงการเปรียบเทียบค่ากำหนด(assigned value)ของรายการ pH – value in water ที่ได้จากกลุ่มห้องปฏิบัติการกับค่าการวัดของสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

รายการ	Samples for pH-value		
	Sample A	Sample B	Sample C
PTEN-W03-0801 จำนวน 192 ห้องปฏิบัติการ	5.399 ± 0.042 (% CV=0.8)	9.331 ± 0.063 (% CV=0.7)	9.337 ± 0.063 (% CV=0.9)
APLAC/PTB จำนวน 43 ห้องปฏิบัติการ (จาก 17 ประเทศ)	5.400 ± 0.042 (% CV=0.8)	9.345 ± 0.064 (% CV=0.7)	9.345 0.063 (% CV=0.7)
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ	5.3878 ± 0.020 (% CV=0.4)	9.3237 ± 0.020 (% CV=0.2)	9.3237 0.020 (% CV=0.2)

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

จากข้อมูลในตารางที่ 2 จะเห็นว่าค่ากำหนดที่ได้จากกลุ่มห้องปฏิบัติการภายในประเทศนั้นใกล้เคียงกับกลุ่มห้องปฏิบัติการต่างประเทศและสถาบันมาตรวิทยาฯ ซึ่งบ่งบอกถึงขีดความสามารถในการทดสอบของกลุ่มห้องปฏิบัติการในประเทศไทย เป็นที่น่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล ในอนาคตรูปแบบการดำเนินกิจกรรมทดสอบความชำนาญรายการ pH – value in water ที่ดำเนินการโดยกลุ่มบริหารจัดการทดสอบความชำนาญ สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการจะใช้ค่าอ้างอิง (reference value) จากสถาบันมาตรวิทยาฯ เป็นค่ากำหนด ในการประเมินสมรรถนะของห้องปฏิบัติการ โดยห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรมจะต้องรายงานค่าความไม่แน่นอนของการวัด ซึ่งจัดทำให้ระบบมาตรวิทยาเคมีของการวัดค่า pH–value ของห้องปฏิบัติการภายในประเทศมีขบวนการสอบย้อนกลับ (traceability) ไปยังมาตรฐานอ้างอิงระดับสากลอย่างสมบูรณ์แบบ

จากการดำเนินกิจกรรมทดสอบความชำนาญรายการ pH – value in water ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ทำให้ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรมได้รับการพัฒนาศักยภาพในการทดสอบอย่างต่อเนื่องและเป็นการสนับสนุนระบบมาตรวิทยาเคมีด้านการวัดรายการดังกล่าวของประเทศไทยให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล เพื่อลดการกีดกันทางการค้าระหว่างประเทศและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาด้านเศรษฐกิจของประเทศต่อไป ถ้าสมาชิกต้องการข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อตามที่อยู่ด้านล่าง

สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
โทร. 0-2201-7332, 0-2201-7333
e-mail : rachada@dss.go.th

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

ข้อแนะนำในการจัดการสถานที่และสภาวะแวดล้อมสำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบด้านจุลชีววิทยา

ศันสนีย์ ชีระพันธ์

จุลินทรีย์ก็เหมือนสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่ต้องมีการเจริญเติบโต หรือเพิ่มจำนวน ซึ่งการเจริญเติบโต หรือเพิ่มจำนวนนี้ขึ้นกับสภาวะแวดล้อมที่จุลินทรีย์นั้นๆ อาศัยอยู่ ดังนั้นการจัดการสถานที่และสภาวะแวดล้อม จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญมากสำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบด้านจุลชีววิทยา เนื่องจากเป็นสิ่งที่มีผลกับปริมาณจุลินทรีย์โดยตรง ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิ ก๊าซที่เป็นองค์ประกอบในอากาศ ความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น ดังนั้นข้อแนะนำที่ควรนำมาพิจารณาในการจัดการสถานที่และสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสม มีดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ อย่างเพียงพอสำหรับการทดสอบด้านจุลชีววิทยา และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบการจัดการของเสียอย่างเหมาะสมก่อนปล่อยสู่ท่อน้ำทิ้ง เป็นต้น

2. ห้องปฏิบัติการควรแยกพื้นที่ ออกเป็นสัดส่วนชัดเจน และเหมาะสมดังนี้

- พื้นที่รับและเก็บตัวอย่าง
- พื้นที่ที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่าง โดยเฉพาะในส่วนของวัตถุดิบ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นผงที่มีจุลินทรีย์จำนวนมาก
- พื้นที่สำหรับทดสอบตัวอย่าง
- พื้นที่เก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์อ้างอิง
- พื้นที่สำหรับเตรียมและฆ่าเชื้ออาหารเลี้ยงเชื้อ
- พื้นที่สำหรับเก็บอาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

3. การแยกพื้นที่ของห้องปฏิบัติการควรพิจารณาทางเข้า-ออก ทางเดินเชื่อมระหว่างตึก บันได ลิฟต์ พื้นที่ที่ต้องมีการดำเนินการหรือจัดการ เช่น ห้องเก็บเสื้อคลุมปฏิบัติการและ / หรือรองเท้า ห้องอาหาร ห้องน้ำ ห้องทำงาน และห้องเอกสาร เป็นต้น

4. การจัดการห้องปฏิบัติการต้องหลีกเลี่ยงความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนข้าม (Cross contamination) โดยการ

- ถ้าสามารถทำได้ การสร้างห้องปฏิบัติการควรเข้าทางหนึ่ง ออกอีกทางหนึ่ง (No way back)
- มีการป้องกันที่เหมาะสมเพื่อให้มั่นใจว่าตัวอย่างทดสอบอยู่ในสภาพสมบูรณ์ เช่น บรรจุในภาชนะปิดสนิท
- แยกกิจกรรมการทดสอบตามเวลา หรือพื้นที่
- หลีกเลี่ยงภาวะที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิสูงเกิน ฝุ่น ความชื้น ไอน้ำ เสียง การสั่นสะเทือน เป็นต้น
- มีช่องว่างหรือระยะห่างที่เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน

5. สถานที่สำหรับทดสอบต้องลดความเสี่ยงในการปนเปื้อนจากฝุ่นและจุลินทรีย์ โดย

- ผนัง เพดาน และพื้นควรเรียบ ง่ายต่อการทำความสะอาด และทนต่อสารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
- ท่อน้ำต่างๆ ไม่ควรอยู่เหนือพื้นที่ทดสอบ
- หน้าต่างและประตูสามารถปิดได้ และควร

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

ออกแบบโดยใช้วัสดุที่ไม่ก่อให้เกิดฝุ่น ทำความสะอาดง่าย อุณหภูมิและคุณภาพอากาศ (ปริมาณจุลินทรีย์ และอัตราการแพร่ของฝุ่น เป็นต้น) ควรเป็นไปตามวิธีทดสอบ ระบบการหมุนเวียนอากาศเข้าและออกของเครื่องกรองอากาศควรเป็นไปตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

- มีระบบการกำจัดฝุ่นที่เพียงพอ เพื่อป้องกันฝุ่นเพิ่มจากผงอาหารเลี้ยงเชื้อ และจากตัวอย่างชนิดผง
- ห้องปฏิบัติการต้องมีบรรยากาศที่มีการปนเปื้อนต่ำ และควรมีตู้ปลอดเชื้อ
- ถ้าจำเป็น สิ่งแวดล้อมห้องปฏิบัติการควรมีการป้องกันอันตรายจากแสงแดด

6. มีสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ เช่น มีแสงสว่างเพียงพอ น้ำมีคุณภาพเหมาะสม มีก๊าซใช้ ผิวบนของโต๊ะทำงานและเฟอร์นิเจอร์ควรเรียบ ง่ายต่อการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ในห้องปฏิบัติการต้องสะดวกต่อการทำความสะอาดพื้น สามารถเคลื่อนย้ายได้ มีที่เก็บของที่สะดวกต่อการใช้งานสำหรับจัดเก็บเอกสาร อาหารเลี้ยงเชื้อ สารเคมี และจัดการตัวอย่าง มีอ่างล้างมือในแต่ละห้องทดสอบ มีหม้อนึ่งอัดความดันสำหรับอาหารเลี้ยงเชื้อและของเสีย จัดหาระบบการรักษาความปลอดภัยที่ครอบคลุมในเรื่องไฟ สัญญาณฉุกเฉิน ฝักบัว ที่ล้างตา เป็นต้น

7. จัดทำโปรแกรมการรักษาความสะอาดที่เหมาะสมในการเฝ้าระวังให้สอดคล้องกับการทดสอบที่ดำเนินการ และกำหนดระดับการยอมรับของจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจนับ พร้อมทั้งจัดทำเป็นเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานกรณีที่เกินเกณฑ์กำหนดที่ยอมรับได้

8. การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อห้องปฏิบัติการ มีจุดที่ควรเฝ้าระวังคือ

- พื้น ผนัง เพดาน ผิวโต๊ะปฏิบัติงานเฟอร์นิเจอร์ และซอกมุมต่างๆ ควรดูแลรักษา และซ่อมแซมเพื่อหลีกการแตกหักหรือชำรุดที่อาจทำให้เกิดการปนเปื้อน
- การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อควรทำอย่างสม่ำเสมอตลอดการทดสอบอย่างเหมาะสม ลดการปนเปื้อนโดยการใช้สารละลายเจือจางฆ่าเชื้อที่เหมาะสม
- ระบบการหมุนเวียนอากาศ และแผ่นกรองควรมีการดูแลอย่างสม่ำเสมอ และเปลี่ยนแผ่นกรองเมื่อจำเป็น
- คุณภาพของจุลินทรีย์ที่พื้นผิวปฏิบัติงาน พื้นที่ที่บุคลากรสัมผัส และอากาศควรมีการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ ความถี่ในการตรวจสอบขึ้นกับผลการทดสอบก่อนหน้านี้

9. การควบคุมการเข้าออกห้องปฏิบัติการ จำกัดเฉพาะบุคคลที่ได้รับอนุญาต โดยต้องสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการและถอดออกเมื่อออกนอกพื้นที่ปฏิบัติการ นอกจากนี้อาจต้องสวมเครื่องแต่งกายอื่นๆ ตามความเหมาะสม เช่น ผ้าคลุมผม ถุงมือ รองเท้า เป็นต้น และต้องระมัดระวังให้ถอดออกก่อนออกนอกพื้นที่ปฏิบัติการ

ข้อแนะนำในการจัดการสถานที่และสภาวะแวดล้อมสำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบด้านจุลชีววิทยานี้ เป็นข้อแนะนำสำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบทางจุลชีววิทยาในภาพกว้างที่ไม่ได้มีการชี้เฉพาะลงไปว่าเป็นการจัดการห้องปฏิบัติการทดสอบของเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มใด สายพันธุ์ใด หรือสำหรับตัวอย่างชนิดใด ซึ่งห้องปฏิบัติการทดสอบสามารถนำไปปรับใช้ในการจัดการสถานที่และสภาวะแวดล้อมของห้องปฏิบัติการทดสอบด้านจุลชีววิทยาของตนให้เหมาะสมได้

สำหรับท่านสมาชิกที่ต้องการทราบรายละเอียดเพิ่มเติมโปรดติดต่อสอบถามได้ ตามที่อยู่ด้านล่าง

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

เอกสารอ้างอิง

เอกสารประกอบการฝึกอบรม. **นักวิเคราะห์มืออาชีพสาขาจุลชีววิทยา (อาหาร) รุ่นที่4.** 2551.

APHA. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4th** ed. American Public Health Association. Washington D.C. 2001

EA-4/10:2002. **Accreditation for microbiological laboratories.**

ISO/IEC 17025:2005. **General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.**

ISO/IEC 7218:2007. **Microbiology of food and animal feeding stuffs - General requirements and guidance for microbiological examinations.**

สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

โทร. 0-2201-7125

e-mail : sansanee@dss.go.th

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

การใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Excel ในการทดสอบแบบเอฟ และ ที

จันทรัตน์ วรสรรพวิทย์

1. การทดสอบแบบเอฟ (F-Test)

การทดสอบแบบเอฟ (F-Test) เป็นการทดสอบเปรียบเทียบความแปรปรวนของข้อมูล 2 ชุด ที่ได้จากสภาวะการทดสอบที่ต่างกัน เช่น วิธีทดสอบ ผู้ทดสอบ หรือเครื่องมือ เป็นต้น การทดสอบแบบเอฟใช้ในการทดสอบความเที่ยงของวิธีทดสอบ ผู้ทดสอบ หรืออื่นๆ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของการทดสอบ การหาค่าสถิติ F ใช้สมการดังนี้

สมมติฐานของการทดสอบ

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ เทียบกับ $H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

สถิติทดสอบ $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ โดยที่ $S_1^2 > S_2^2$, $\nu_1 = n_1 - 1$, $\nu_2 = n_2 - 1$

เขตปฏิเสธ $F < f_{1-\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $F > f_{\frac{\alpha}{2}}$

เมื่อ S_1^2 เป็นค่าความแปรปรวนของข้อมูลชุดที่ 1

S_2^2 เป็นค่าความแปรปรวนของข้อมูลชุดที่ 2

นำค่า F ที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่า F จากตาราง หากค่าที่คำนวณมากกว่าค่าจากตาราง หรือพิจารณาจากค่า P-value ถ้าค่า P-value มีค่าน้อยกว่า α จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าความแปรปรวนของข้อมูล 2 ชุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. การทดสอบแบบที (t-Test)

การทดสอบแบบที เป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูล เช่น ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดตัวอย่างกับค่าอ้างอิง หรือค่าเฉลี่ยของข้อมูล 2 ชุด ที่ได้จากการวัดด้วยสภาวะที่ต่างกัน การทดสอบแบบที ใช้ในการทดสอบความแม่นของวิธีทดสอบหรือของชุดทดสอบ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการทดสอบค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ 2 ชุด

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

สมมติฐานการทดสอบ				*เขตปฏิเสธ*
H_0 :	$\mu_1 - \mu_2 \geq d_0$	เทียบกับ	H_1 : $\mu_1 - \mu_2 < d_0$	$t < {}^{-}t_{\alpha}$
H_0 :	$\mu_1 - \mu_2 \leq d_0$	เทียบกับ	H_1 : $\mu_1 - \mu_2 > d_0$	$t > t_{\alpha}$
H_0 :	$\mu_1 - \mu_2 = d_0$	เทียบกับ	H_1 : $\mu_1 - \mu_2 \neq d_0$	$t < {}^{-}t_{\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $t > t_{\frac{\alpha}{2}}$

2.1 กรณีที่ค่าความแปรปรวนของข้อมูล 2 ชุด เท่ากัน แต่ไม่ทราบค่า $(\sigma_1^2 = \sigma_2^2)$

สถิติทดสอบ

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_p\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_p\sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}}$$

ด้วยองศาแห่งความเป็นอิสระ $= n_1 + n_2 - 2$

เมื่อ $$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

n_1, n_2 = จำนวนตัวอย่างของวิธีทดสอบที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

2.2 กรณีที่ค่าความแปรปรวนของข้อมูล 2 ชุดที่ทดสอบแตกต่างกัน แต่ไม่ทราบค่า $(\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2)$

สถิติทดสอบ

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

ด้วยองศาแห่งความเป็นอิสระ $$= \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

ตัวอย่าง การวิเคราะห์หา %w/w ของ Na_2CO_3 ในตัวอย่าง soda ash โดยวิธีไทเทรต เมื่อส่งตัวอย่างเดียวกันให้ห้องปฏิบัติการ A และห้องปฏิบัติการ B วิเคราะห์ ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ครั้งที่	%w/w ของ Na_2CO_3	
	ห้องปฏิบัติการ A	ห้องปฏิบัติการ B
1	86.82	81.01
2	87.04	86.15
3	86.93	81.73
4	87.01	83.19
5	86.20	80.27
6	87.00	83.94

จงประเมินผลโดยการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ A และห้องปฏิบัติการ B

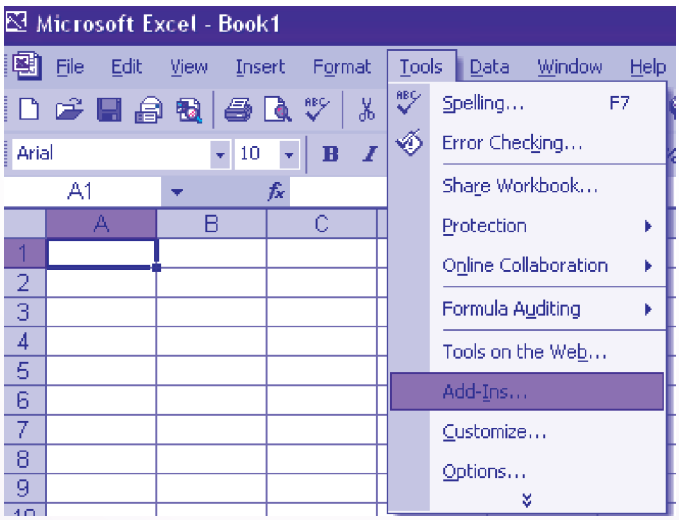
วิธีทำ

ในการทดสอบค่าความแปรปรวนและค่าเฉลี่ยของข้อมูลนี้ เราสามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคำนวณได้เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว อีกทั้งยังป้องกันการผิดพลาดจากการคำนวณด้วยมือ โดยในที่นี้จะขอเน้นเฉพาะเทคนิคในการใช้โปรแกรม Excel ซึ่งเป็นโปรแกรม Microsoft Office ที่มีอยู่ในเครื่อง PC ที่ใช้งานกันทั่วไป

การใช้โปรแกรม Excel ในการทดสอบแบบเอฟ และที สามารถทำได้ตามขั้นตอนดังนี้

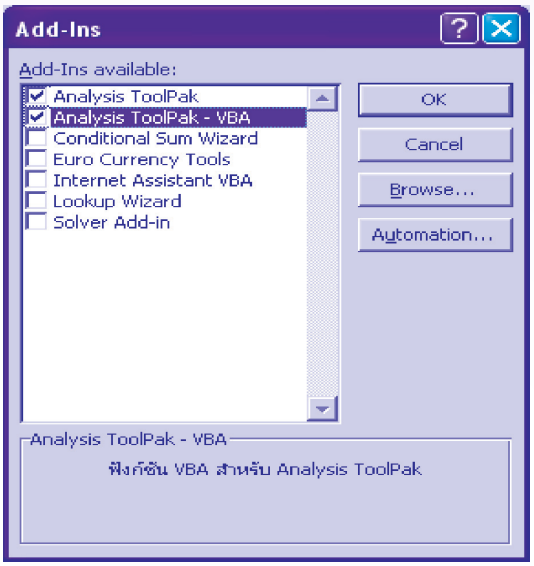
1. เปิดโปรแกรม Excel
2. ถ้าในโปรแกรม Excel ยังไม่มี Tool สำหรับการคำนวณทางสถิติ ให้เพิ่มเครื่องมือเข้าไปดังนี้

   2.1 เลือก Tools/ Add-Ins...



ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

2.2 ปรากฏหน้า Add-Ins ดังรูป ให้คลิก ✓ หน้า Analysis ToolPak และ Analysis ToolPak-VBA แล้วกด OK



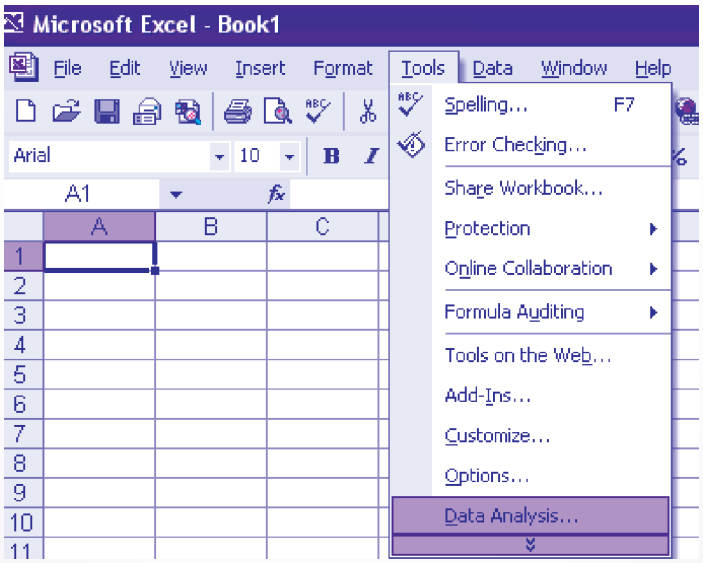
3. ป้อนข้อมูลที่ต้องการประมวลผลการทดสอบแบบเอฟ และที
4. ทดสอบค่าความแปรปรวนของข้อมูลระหว่างห้องปฏิบัติการ

สมมติฐานของการทดสอบ

$$H_0 : \sigma_A^2 = \sigma_B^2$$

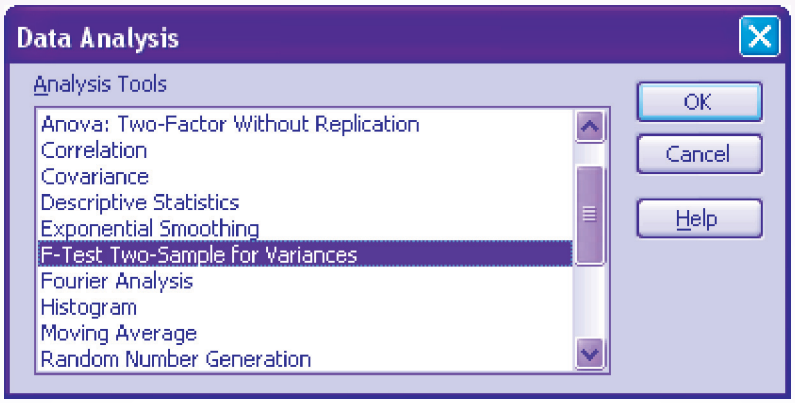
$$H_1 : \sigma_A^2 \neq \sigma_B^2$$

4.1 เลือก Tools/ Data Analysis...

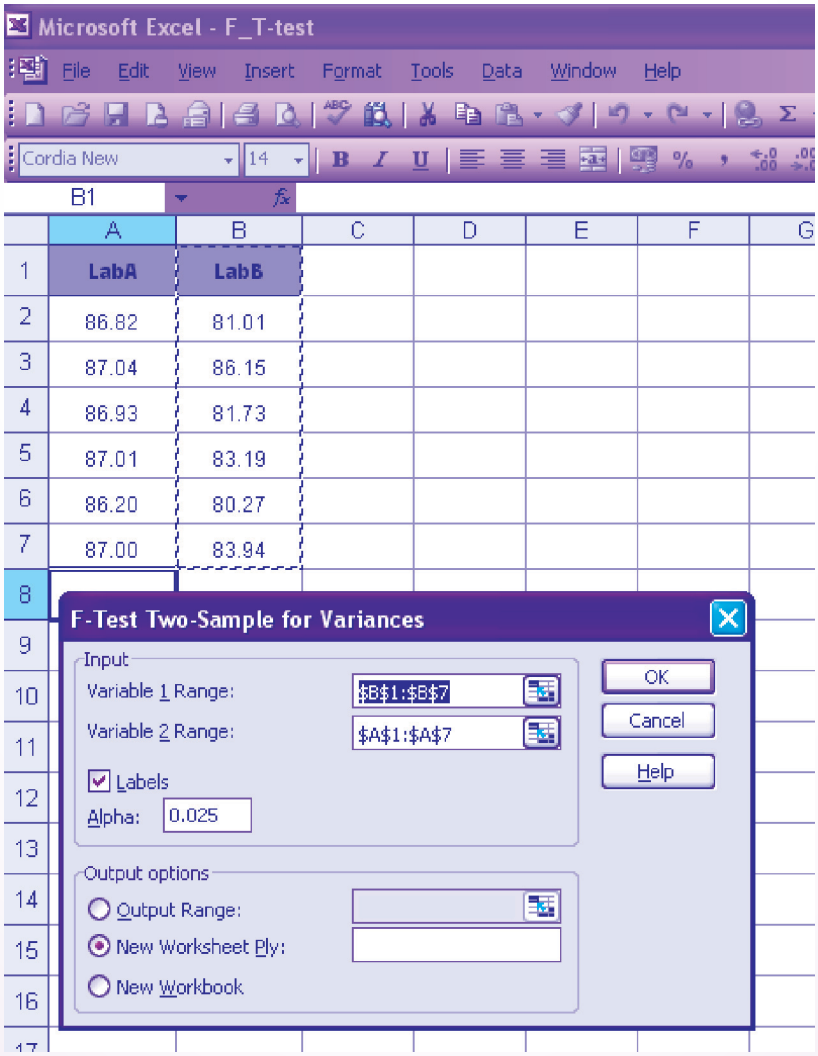


ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

4.2 ปรากฏหน้า Data Analysis ดังรูป และเลือก F-Test Two-Sample for Variances แล้วกด OK



4.3 ปรากฏหน้า F-Test Two-Sample for Variances ดังรูป



ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

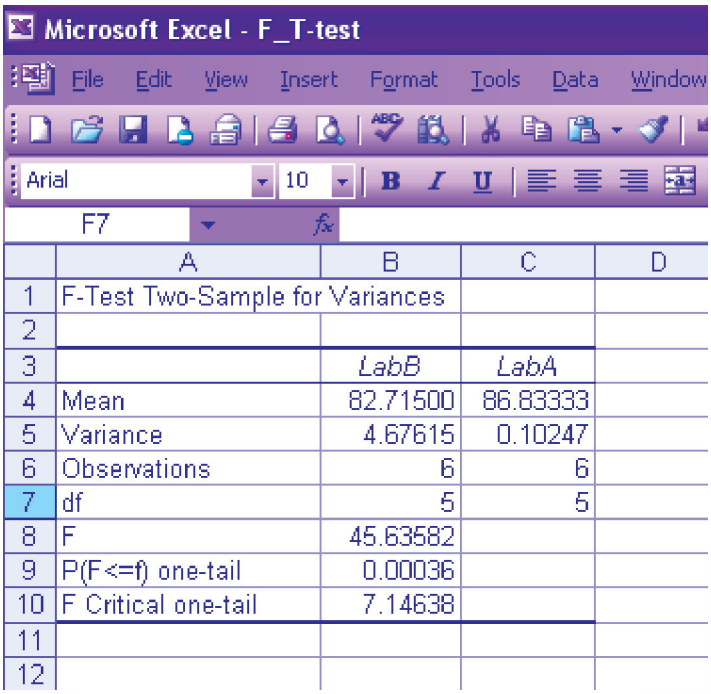
ในส่วนของ Input

- Variable 1 Range: ให้เลือกช่วงของข้อมูลชุดที่มีความแปรปรวนมากกว่า
- Variable 2 Range: ให้เลือกช่วงของข้อมูลชุดที่มีความแปรปรวนน้อยกว่า
- คลิก ✓ หน้า Labels
- Alpha : 0.025 เนื่องจากเป็นการทดสอบแบบสองทาง

ในส่วนของ Output options

- ให้เลือก New Worksheet Ply: โดยเมื่อโปรแกรมคำนวณเสร็จจะนำผลที่ได้ไปไว้ใน Worksheet ใหม่

4.4 ผลการวิเคราะห์จะได้ตาราง F-Test Two-Sample for Variances ดังรูป



Microsoft Excel - F_T-test

File Edit View Insert Format Tools Data Window

Arial 10 B I U

F7

	A	B	C	D
1	F-Test Two-Sample for Variances			
2				
3		*LabB*	*LabA*	
4	Mean	82.71500	86.83333	
5	Variance	4.67615	0.10247	
6	Observations	6	6	
7	df	5	5	
8	F	45.63582		
9	P(F<=f) one-tail	0.00036		
10	F Critical one-tail	7.14638		
11				
12				

พิจารณาค่า F = 45.63582 ซึ่งมากกว่าค่า F Critical one-tail = 7.14638 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน และสรุปว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูล 2 ชุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. ทดสอบค่าเฉลี่ยของข้อมูลระหว่างห้องปฏิบัติการ

สมมติฐานของการทดสอบ

$$H_0 : \mu_A = \mu_B$$

$$H_1 : \mu_A \neq \mu_B$$

5.1 เลือก Tools/ Data Analysis...

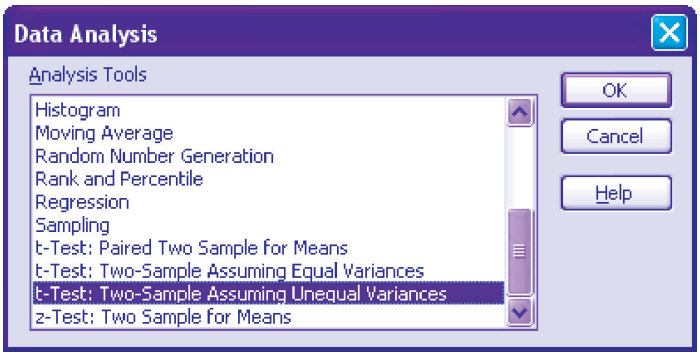
5.2 ปรากฏหน้า Data Analysis ดังรูป การเลือกค่าสถิติทดสอบ t-Test ให้พิจารณาจากการทดสอบความแปรปรวนของข้อมูล 2 ชุด

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

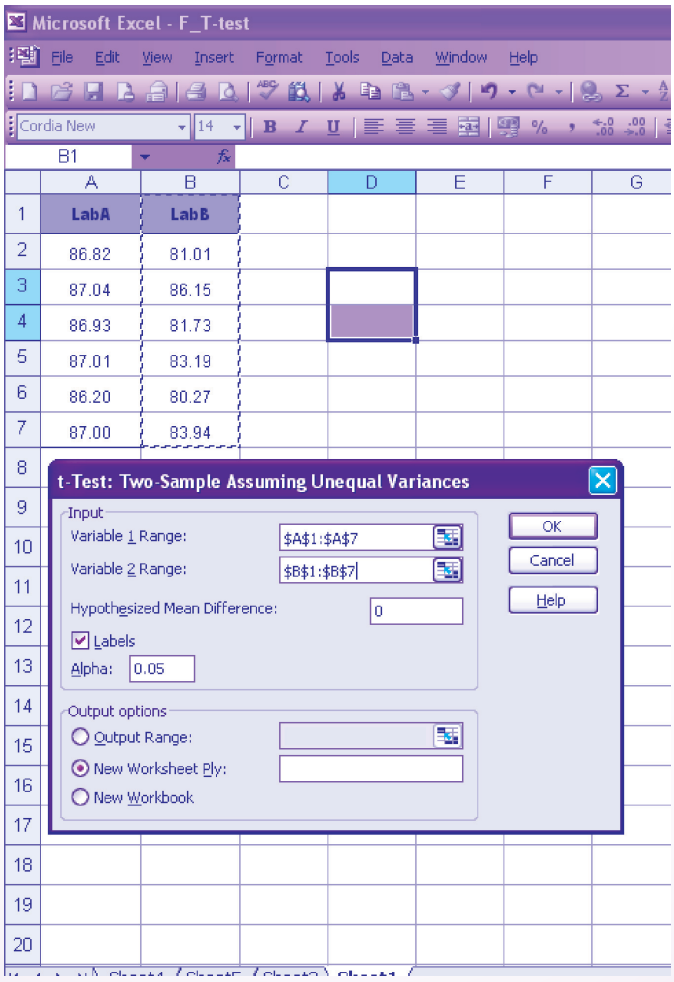
5.2.1 ถ้าค่าความแปรปรวนของการวัด 2 วิธีไม่แตกต่างกัน ให้เลือก t-Test Two-Sample Assuming Equal Variances แล้วกด OK

5.2.2 ถ้าค่าความแปรปรวนของการวัด 2 วิธีต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ให้เลือก t-Test Two-Sample Assuming Unequal Variances แล้วกด OK

ในตัวอย่างนี้ให้เลือก t-Test Two-Sample Assuming Unequal Variances แล้วกด OK เนื่องจากค่าความแปรปรวนของการวัด 2 วิธีต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



5.3 ปรากฏหน้า t-Test : Two-Sample Assuming Unequal Variances ดังรูป



ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

ในส่วนของ Input

- ❑ Variable 1 Range: ให้เลือกช่วงของข้อมูลชุดที่1 ที่จะประมวลผล
- ❑ Variable 2 Range: ให้เลือกช่วงของข้อมูลชุดที่2 ที่จะประมวลผล
- ❑ Hypothesized Mean Difference: 0
- ❑ คลิก ✓ หน้า Labels
- ❑ Alpha : 0.05 หมายถึงระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ต้องการ

ในส่วนของ Output options

- ❑ ให้เลือก New Worksheet Ply: โดยเมื่อโปรแกรมคำนวณเสร็จจะนำผลที่ได้ไปไว้ใน Worksheet ใหม่

5.4 ผลการวิเคราะห์จะได้ตาราง t-Test : Two-Sample Assuming Unequal Variances ดังรูป

Microsoft Excel - F_T-test

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

Arial 10 B I U

B15

	A	B	C
1	t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances		
2			
3		*LabA*	*LabB*
4	Mean	86.83333	82.71500
5	Variance	0.10247	4.67615
6	Observations	6	6
7	Hypothesized Mean Difference	0	
8	df	5	
9	t Stat	4.61473	
10	P(T<=t) one-tail	0.00288	
11	t Critical one-tail	2.01505	
12	P(T<=t) two-tail	0.00576	
13	t Critical two-tail	2.57058	
14			

พิจารณาค่า t Stat = 4.61473 ซึ่งมากกว่าค่า t Critical two-tail = 2.57058 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน และสรุปว่าค่าเฉลี่ยของการวัดระหว่างห้องปฏิบัติการ 2 ห้อง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

1. เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตร สถิติสำหรับงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย, สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 21-22 พฤศจิกายน 2548.
2. กัลยา วานิชย์บัญชา, การวิเคราะห์สถิติ : สถิติเพื่อการตัดสินใจ, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

โทร. 0-2201-7165, 0-2201-7137

e-mail : chantarat@dss.go.th

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

แนวทางการเลือกใช้โปรแกรมประยุกต์ทางสถิติ

เรียบเรียงโดย...นิษฐา อัศวชัยณรงค์

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิตินั้น เป็นการประมวลผลข้อมูลที่มีปริมาณมาก ดังนั้นการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล จะช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย มีความสะดวกมากกว่าที่จะคำนวณด้วยเครื่องคิดเลขทั่วๆ ไป และในการใช้คอมพิวเตอร์ ส่วนใหญ่นักวิจัยนิยมที่จะใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (Package Program) มากกว่าที่จะเขียนโปรแกรมขึ้นมาเอง โปรแกรมสำเร็จรูปที่นำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลจะเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติโดยตรง แต่ในปัจจุบันมีโปรแกรมสำเร็จรูปที่ทำงานด้านอื่นๆ สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้ เช่น โปรแกรม EXCEL ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภทกระดาษทด (Spread Sheet) แต่เนื่องจากโปรแกรมประเภทนี้ถูกสร้างขึ้นมาสำหรับงานบางอย่างที่ไม่ใช่สถิติโดยตรง ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติบางอย่าง อาจทำโปรแกรมประเภทนี้ไม่ได้ หรือทำได้แต่อาจจะให้รายละเอียดน้อยกว่า ดังนั้นผู้วิจัยส่วนใหญ่จึงนิยมใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติมากกว่า แต่อย่างไรก็ตาม โปรแกรม EXCEL จะมีความสามารถในด้านการนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟหรือแผนภูมิ

ประเภทของโปรแกรม

การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติที่มีจำนวนมาก ควรเลือกคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ ซึ่งต้องอาศัยโปรแกรมหรือ ซอฟต์แวร์มาช่วย

โปรแกรมจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. **โปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นเอง (User's Written Program)** เป็นโปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานได้ตามความต้องการ หรือ ตรงตามวัตถุประสงค์และเหมาะสมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ โดยใช้เทคนิคและความชำนาญของผู้เขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ที่นิยมใช้ เช่น ภาษาเบสิก ภาษาซี เป็นต้น

2. **โปรแกรมสำเร็จรูป (Package Program)** เป็นโปรแกรมที่มีผู้เขียนได้เขียนไว้เรียบร้อยแล้ว โปรแกรมสำเร็จรูปจะให้ความสะดวกในการใช้งานมาก โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์มากนักเพียงแต่เรียนรู้วิธีการใช้งาน ซึ่งส่วนมากจะมีคำอธิบายการใช้โปรแกรมมาให้ และในขณะทำงานก็สามารถขอรายละเอียดเพิ่มเติมได้ตลอดเวลาในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (Statistical Package)

โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เป็นโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยตรง ในระยะแรกโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ มีไม่มากนักและมีใช้เฉพาะเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ได้แก่ ซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ (Super Computer) หรือ เมนเฟรม (Mainfame computer) โปรแกรมที่มีชื่อเสียงและเป็นที่รู้จักกันดี คือโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) สร้างขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System) ซึ่งพัฒนาโดยบริษัท SAS Institute INC. และโปรแกรมสำเร็จรูป BMDP (Biomedical Computer Program) เป็นต้น

ในปัจจุบันนี้ได้มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านไมโครคอมพิวเตอร์ ทำให้มีขีดความสามารถในการบันทึกข้อมูลจำนวนมากขึ้น มีหน่วยความจำสูงขึ้น ทำให้การ

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

ประมวลผลข้อมูลมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นนักวิจัยจึงหันมาใช้ไมโครคอมพิวเตอร์มากขึ้น เพราะมีความสะดวกกว่า จึงทำให้มีผู้ผลิตโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ สำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มากขึ้น ซึ่งโปรแกรม SPSS SAS และ BMDP ก็ได้ถูกพัฒนามาใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เช่นกัน

โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

จำแนกตามองค์ประกอบของโปรแกรมได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. โปรแกรมเบ็ดเสร็จ เป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบอเนกประสงค์ มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติทุกประเภท โดยทั่วไปแล้วจะเป็นโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่ เช่น โปรแกรม SPSS, R, SAS, BMDP, GENSTAT, MINITAB และ STATA เป็นต้น

2. โปรแกรมที่เน้นเฉพาะด้าน เป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อเน้นการวิเคราะห์เชิงสถิติประเภทใดประเภทหนึ่งโดยเฉพาะ เช่น

- โปรแกรมสำหรับกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) เช่น โปรแกรม LINDO โปรแกรม GINO โปรแกรม LINGO
- โปรแกรมที่เน้นการพยากรณ์ของข้อมูลอนุกรมเวลา เช่น โปรแกรม TSP (Time Series Program)
- โปรแกรมที่เน้นทางด้าน Statistical Modeling เช่น โปรแกรม GLIM
- โปรแกรมทางด้านระบาดวิทยา เช่น โปรแกรม Epidata

ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลหรือวิเคราะห์สถิติที่เป็นพื้นฐานทั่วๆ ไป (Basic Statistics) ทั้งสถิติเชิงพรรณนาและสถิติอ้างอิง ทุกโปรแกรมจะมีเหมือนๆ กัน แต่ในส่วนที่เป็น advance statistics แต่ละโปรแกรมจะมีความแตกต่างกันไป ตามลักษณะเฉพาะ แม้แต่การวิเคราะห์สถิติแบบเดียวกัน ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมเหล่านี้อาจมีความสมบูรณ์ตามหลักสถิติแตกต่างกันไป

ลักษณะการใช้งานของโปรแกรมทางสถิติอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. โปรแกรมชนิดสั่งให้ทำงานด้วยคำสั่ง (Command Driven) ก่อนที่จะใช้โปรแกรมชนิดนี้ ผู้ใช้จะต้องศึกษาคำสั่ง (Commands) ต่างๆ ให้เข้าใจเสียก่อน จากนั้นจึงเขียนชุดคำสั่งเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล ตัวอย่างของโปรแกรมประเภทนี้ เช่น SPSS/PC, R, MINITAB, SAS และ STATA เป็นต้น

2. โปรแกรมชนิดสั่งให้ทำงานโดยอาศัยเมนู (Menu Driven) โปรแกรมประเภทนี้จะใช้งานง่ายกว่าโปรแกรมชนิดคำสั่ง จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจาก โปรแกรมประเภทนี้จะแสดงรายการต่างๆ ออกทางหน้าจอ แล้วให้ผู้ใช้เลือกว่าต้องการใช้รายการใด เช่น โปรแกรม STATPACK, SPSS for Windows

โปรแกรมทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากที่มาอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. Free software ได้แก่ R, Epi Info
2. โปรแกรมลิขสิทธิ์ ได้แก่ SAS, SPSS, STATA

โปรแกรมสำเร็จรูป R

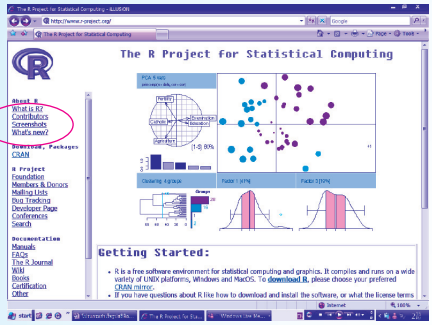
สร้างโดยนักสถิติชาวนิวซีแลนด์ชื่อ Ross Ihaka และ Robert Gentleman โดยเห็นว่าโปรแกรมสถิติที่ใช้กันอยู่นั้นส่วนใหญ่จะมีราคาแพง จึงลองเขียนโปรแกรมขึ้นมาใช้เอง และเผยแพร่โค้ดโปรแกรมออกมาและเนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถดาวน์โหลดมาใช้ได้ฟรีไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ ก็อาจจะไม่มีการรับประกันใดๆ อย่างไรก็ตาม โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมที่ได้รับการยอมรับจากนักสถิติทั่วโลกเลยทีเดียว (Paper หลายฉบับใช้โปรแกรมนี้ในการคำนวณ) มักใช้ในงานสถิติและงานด้านคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็น Object Oriented Language ทำงานแบบ Interactive ผู้ใช้สามารถเขียนฟังก์ชันที่ต้องการสำหรับใช้

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

งานเฉพาะด้านของตนได้ และสามารถสร้างกราฟฟิกต่างๆ รวมทั้งกราฟฟิกใน 3 มิติ ได้ดี ข้อมูลที่จัดเก็บด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปอื่น เช่น EXCEL, SPSS, STATA, EPI DATA, หรือ ASCII file สามารถนำมาใช้กับซอฟต์แวร์ R ได้ด้วย

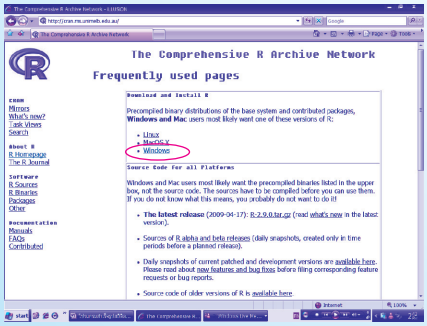
ขั้นตอนการ download โปรแกรม R

1. เข้า http://www.r-project.org/ เลือก Download ที่หัวข้อ CRAN

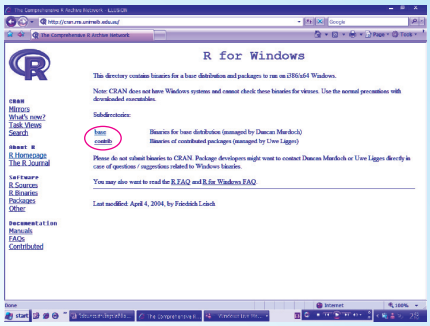


2. เลือกสถานที่ที่ใกล้ประเทศไทยที่สุดเพื่อจะได้โหลดเร็วๆ (เมืองไทยก็มี) แต่แนะนำ Australia เพราะเมืองไทยมักไม่อัพเดต

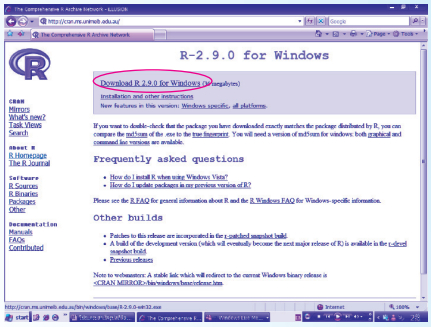
3. เลือกวินโดวส์ ถ้าคุณใช้วินโดวส์



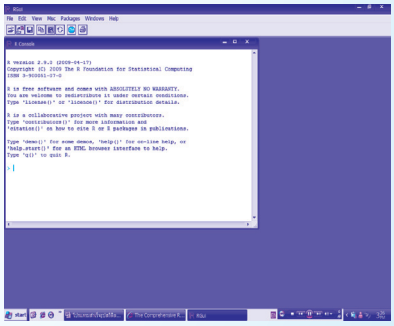
4. เลือก base



5. ขณะนี้เวอร์ชั่น 2.9.0



6. Downloads และติดตั้งโปรแกรม R แล้วจะพบหน้าตาโปรแกรม



เปิด RGui แล้วพิมพ์ help() <enter> หรือถ้าต้องการหาก็ help.search (“...”) เช่น ต้องการเรียนรู้คำสั่งที่เกี่ยวกับการหาค่าเฉลี่ย (mean) ก็ทำดังนี้

> help.search(“mean”) <enter> จะได้คำตอบเป็น

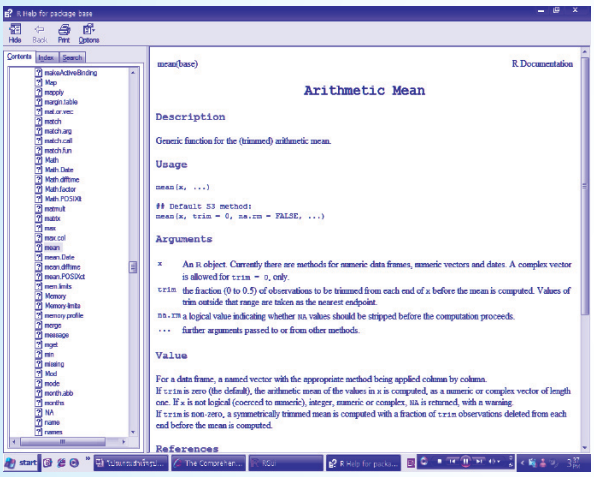
Help files with alias or concept or title matching ‘mean’ using regular expression matching:

base::DateTimeClasses	Date-Time Classes
base::Date	Date Class
base::colSums	Form Row and Column Sums and Means
base::difftime	Time Intervals
base::mean	Arithmetic Mean
boot::sunspot	Annual Mean Sunspot Numbers
cluster::meanabsdev	Internal cluster functions

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

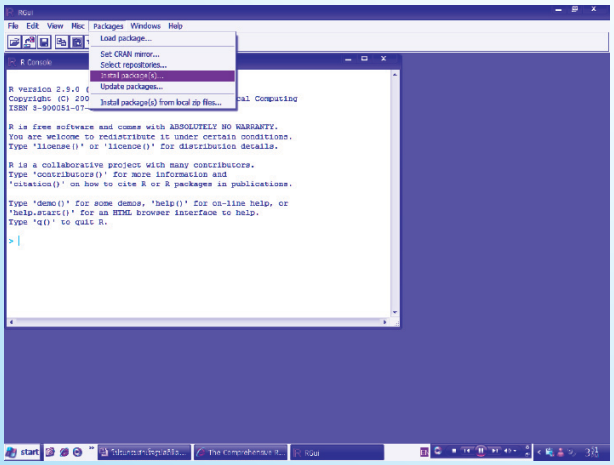
lattice::tmd	Tukey Mean-Difference Plot
Matrix::Matrix-class	Virtual Class “Matrix” Class of Matrices
Matrix::colSums	Form Row and Column Sums and Means
Matrix::dgeMatrix-class	Class “dgeMatrix” of Dense Numeric (S4 Class) Matrices
rpart::meanvar	Mean-Variance Plot for an Rpart Object
stats::kmeans	K-Means Clustering
stats::oneway.test	Test for Equal Means in a One-Way Layout
stats::weighted.mean	Weighted Arithmetic Mean

ดูตรงบรรทัดที่เขียนว่า “base::mean Arithmetic Mean” ให้พิมพ์ > help(mean) <enter> ก็จะได้คำตอบของการใช้คำสั่ง mean ที่อยู่ในส่วนของ package base ซึ่งมีตัวอย่างให้ดูด้วยดังนี้

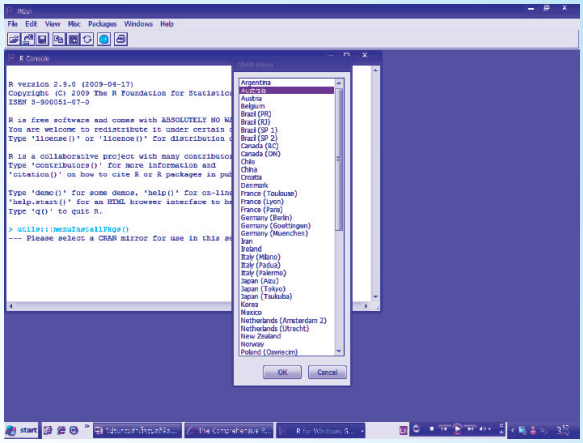


ข้อดีของโปรแกรม R นี้นอกจากจะฟรีแล้วยังสามารถใส่ความสามารถอื่นๆ เข้าไปได้ เช่นต้องการใส่โปรแกรมเสริม EpiCalc

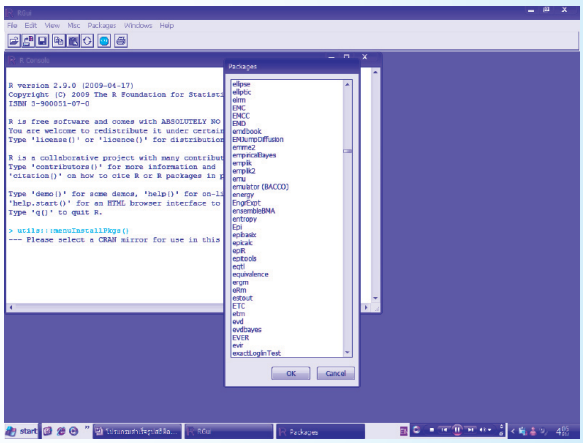
1. เลือก Packages –> Install Package(s)...



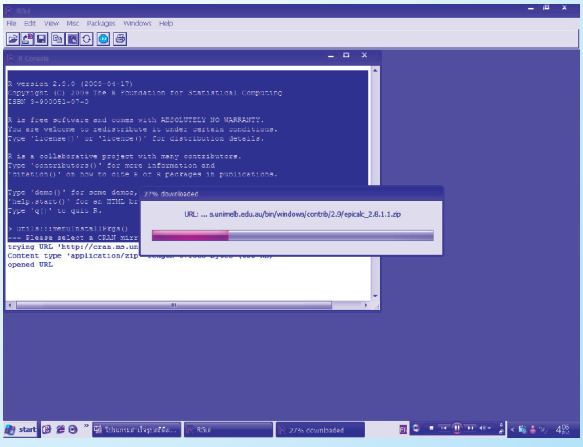
2. เลือกประเทศไหนก็ได้ (แนะนำ Australia)



3. จะเจอโปรแกรมเสริม (เรียกว่า packages) มากมาย เลือก epicalc ที่ต้องการ



4. จะทำการดาวน์โหลดโปรแกรมเสริมมาให้เอง



ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

5. ดาวน์โหลดเสร็จแล้วยังใช้ไม่ได้ ต้องเลือก Load package... เพื่อเอามาใช้ก่อน

6. แล้วเลือก epicalc เหมือนเดิม

สำหรับขั้นที่ 5-6 นั้น ต้องทำทุกครั้งหลังเปิดโปรแกรมใหม่

ปัจจุบันมีโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติจำนวนมาก การจัดหาโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ มาใช้งานนั้น ควรต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลายประการ เช่น คำนึงถึงขนาดของข้อมูลที่จะนำมาประมวลผล, ความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่,ลิขสิทธิ์ของโปรแกรมฯ, งบประมาณที่มีอยู่, ความสามารถของโปรแกรมฯ ที่ต้องการใช้งาน ในปัจจัยหลายประการดังกล่าวนั้น ผู้เขียนไม่สามารถกำหนดได้ว่าปัจจัยใดเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด แต่อาจต้องประกอบด้วยหลายปัจจัย และที่สำคัญอีกประการหนึ่งนอกเหนือจากประการทั้งปวงคือ “โปรแกรมทางสถิติเหล่านี้ สร้างขึ้นบนพื้นฐานที่ว่าผู้ใช้จะต้องมีความรู้ทางสถิติและเลือกสถิติในการคำนวณ วิเคราะห์ และทดสอบสมมุติฐานได้อย่างถูกต้อง” เพราะไม่มีโปรแกรมใดสามารถบอกถึงความผิดพลาดในจุดนี้ได้เลย

เอกสารอ้างอิง

1. โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 3 มิถุนายน 2552] เข้าถึงได้จาก http://tsl.tsu.ac.th/file.php/1/courseware/math2/lesson1/index.htm
2. การพัฒนาโปรแกรม [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 8 มิถุนายน 2552] เข้าถึงได้จาก http://www.2poto.com/vbwebboard/00468.html
3. ข้อดี ข้อเสียของโปรแกรม [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 10 มิถุนายน 2552]เข้าถึงได้จาก http://www.dmbn.net/board/?task=main&order=message&cat=1&board=1&topic=328
4. การใช้โปรแกรม R [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 10 มิถุนายน 2552] เข้าถึงได้จาก http://www.clinicalepi.com/2009/02/r-odds-ratio.html

สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

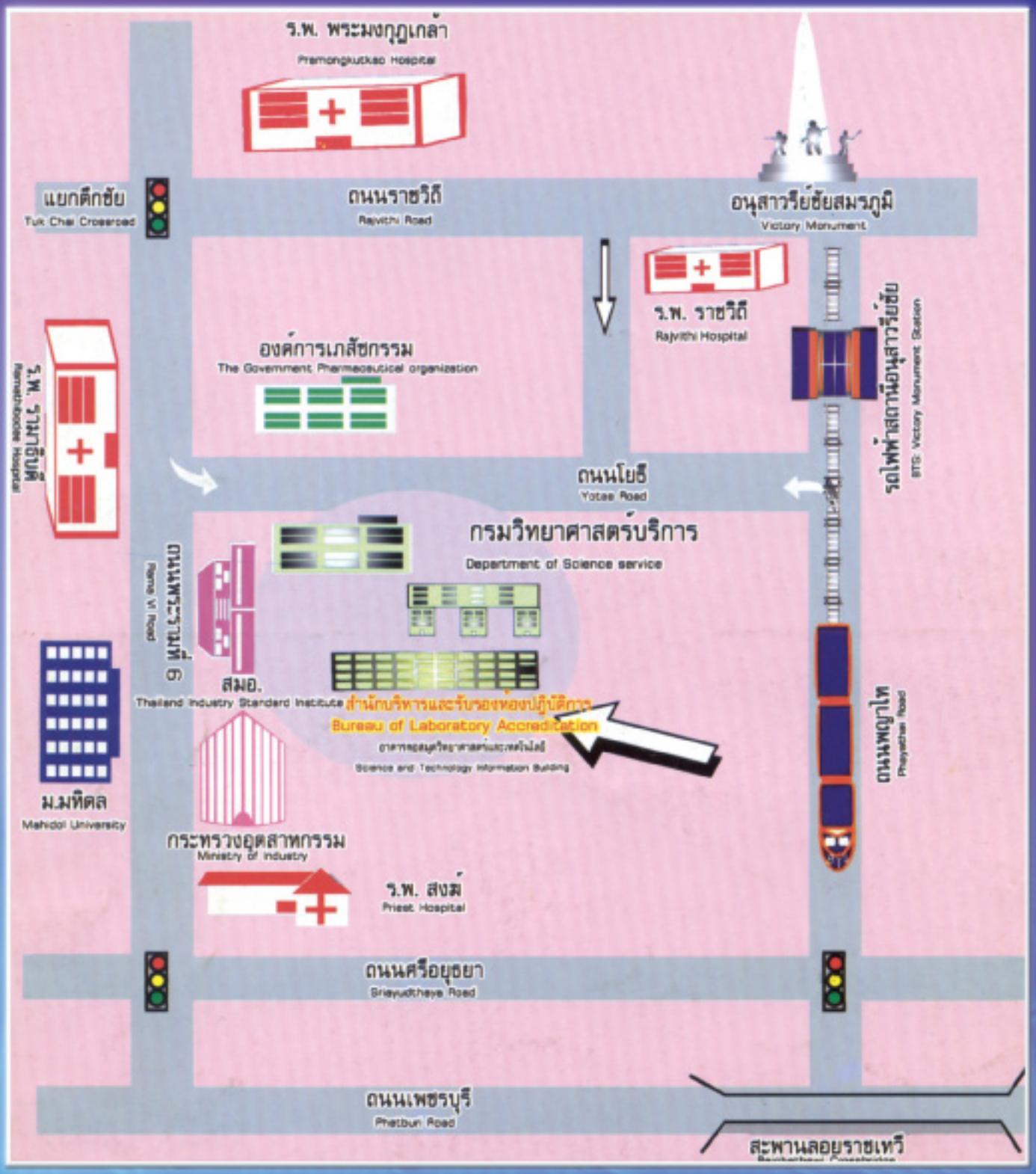
โทร. 0-2201-7194

e-mail : kanittaa@dss.go.th

ISSN 1686-4891 ปีที่ 5 ฉบับที่ 14 กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม 2552 http://www.dss.go.th

สัมมนาเชิงปฏิบัติการ "Harmonized Assessor"
วันที่ 23–24 มีนาคม 2552
ณ บรุคไซด์ วัลเล่ย์ รีสอร์ท จ.ระยอง

อบรมเชิงปฏิบัติการ
"การรับรองผู้ผลิตวัสดุอ้างอิง"
วันที่ 12–13 มีนาคม 2552
ณ อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ
กรมวิทยาศาสตร์บริการ



สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ (บร.)
BUREAU OF LABORATORY ACCREDITATION (BLA)
http://www.dss.go.th