



วารสาร กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ISSN 0857-7617 ปีที่ 56 ฉบับที่ 176 มกราคม 2551



JUNK FOOD POP CORN SOFT DRINKS HAMBURGER

“อาหารขยะ” คือ อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ อาหารขยะส่วนใหญ่ประกอบด้วยแป้ง ไขมัน น้ำตาล เกลือ แต่มีปริมาณโปรตีน วิตามิน เกลือแร่ เส้นใยอยู่น้อย ตัวอย่างเช่น มันฝรั่งทอด น้ำอัดลม อาหารว่างหรือขนมขบเคี้ยว ข้าวโพดคั่ว แยมเบอร์เกอร์



FRENCH FRIES

อาหารขยะนอกจากมีปริมาณแป้ง ไขมัน น้ำตาลและเกลือสูงแล้วยังมีวัตถุเจือปนอาหาร (food additives) เช่น ผงชูรส สารกันบูด สีผสมอาหาร ทำให้มีผลต่อสุขภาพของร่างกาย



สารบัญ

ภัยมีดจากอาหารขยะ

อารี ชูวิสิฎกุล, บัณฑิตา อินทร์ประสิทธิ์

อิทธิพลของแผ่นดินไหวต่ออาคารและสิ่งปลูกสร้าง

วีระชัย วาริยาตร์

การทดสอบแบบไม่ทำลาย

กนิษฐ์ ตะปะสา

การจัดการความรู้ตามประเด็นยุทธศาสตร์

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ประจำปี 2550

กฤษดา เลขาขำ, วนิดา ชุติกาวิทย์

แนวทางปฏิบัติสำหรับนักวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

อรทัย สีสานพนาพร, วงศ์ทิพา โรจนประภพ

จรรยาบรรณในการทดสอบ

ธิดาดวง พลเลิศ

ข่าวทั่วไปในวศ.

การทดสอบโลหะด้วยเทคนิคออฟติคอลลิมิตชันสเปกโตรเมตรี

วันดี สือสายวงศ์

การทดสอบปริมาณขององค์ประกอบในผลิตภัณฑ์พีวีซี

สิริวรรณ สัทธิธรรม

บทความวิชาการ

การตรวจสอบสารยับยั้งเอนไซม์เบื้องต้นอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เทคนิค โฟลอินเจกชันฟลูออริเมทรีร่วมกับคิโมเมตริกส์

สุภาพร ไคว่นภูมิตร, James N. Miller

การจัดทำข้อมูลห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของประเทศ ปี 2549

เกษร ต้นบุญกิจ

รายงานสถานการณ์ปัจจุบันของระเบียบว่าด้วยสารเคมี ของสหภาพยุโรป

ธิดาพรรณ ศิลปโกษากุล

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทร. 0 2201 7000 โทรสาร 0 2201 7466

www.dss.go.th

ที่ปรึกษา

นายปฐม แหยมเกตุ

นางสาวธิดา เกิดกำไร

บรรณาธิการ

นายปรีชา ธรรมนิยม

กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.บุญส่ง คงคาทิพย์

รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี สุนทรนนท์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวัฒน์ ศรีวิทยารักษ์

นางสายพิน สืบสันติกุล

นางอุมาพร สุขม่วง

นางวรรณดา ต.แสงจันทร์

นายมานพ สิทธิเดช

นางสุดาวดี เสริมนอก

นางสาวเบญจพัทธ์ จาตุรงค์รัมย์

นางสาวอุรารวรรณ อุ่นแก้ว

นางสุพรรณิ เทพอรุณรัตน์

นางธารทิพย์ เกิดในมงคล

นางพัชรียา ฉัตรเท

ฝ่ายภาพ

นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี

วารสารรายสี่เดือน

ปีละ 3 ฉบับ

มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

2551

ภัยมืด จากอาหารขยะ

อารี อุวิสิฏกุล, ปณิษฐา อุนทร์ประสิทธิ์

“อาหารขยะ” (junk food) คือ อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ อาหารขยะส่วนใหญ่ประกอบด้วย แป้ง ไขมัน น้ำตาล เกลือ แต่มีปริมาณโปรตีน วิตามิน เกลือแร่ เส้นใยอยู่น้อย ตัวอย่างเช่น มันฝรั่งทอด (french fries) น้ำอัดลม (soft drinks) อาหารว่างหรือขนมขบเคี้ยว (snack) ข้าวโพดคั่ว (pop corn) แฮมเบอร์เกอร์ (hamburger) ซึ่งทุกวันนี้สังคมไทยเปลี่ยนแปลงไปมาก ทำให้วิถีชีวิตและพฤติกรรมของคนเมืองเปลี่ยนไป ต้องฝากท้องกับอาหารสำเร็จรูป ซึ่งส่วนใหญ่มาในรูปอาหารตะวันตกประเภทสะดวก เร็ว อิ่ม ทำให้ร้านสะดวกซื้อมีเพิ่มมากขึ้น เพราะซื้อหาได้ทั่วไป ถูกปากคนรุ่นใหม่ พกพาไปได้สะดวก

อาหารขยะนอกจากมีปริมาณแป้ง ไขมัน น้ำตาล และเกลือสูงแล้ว ยังมีวัตถุเจือปนอาหาร (food additives) เช่น ผงชูรส สารกันบูด สีผสมอาหาร ทำให้มีผลต่อสุขภาพของร่างกาย ดังนั้นอันตรายหรือภัยมืดที่เกิดจากการรับประทานอาหารขยะ โดยไม่ได้รับประทานอาหารที่มีสารอาหารสมดุลและครบถ้วน อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย ดังนี้

1. อาหารขยะบางชนิดใช้น้ำมันในการประกอบอาหาร ทำให้ผู้บริโภคที่ชอบรับประทานอาหารขยะประเภทนั้นๆ ได้รับไขมันเข้าสู่ร่างกาย คนที่ชอบรับประทานอาหารประเภทไขมันสูงอาจเสี่ยงต่ออันตรายที่เกิดจากไขมันได้ เนื่องจากไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลที่ได้จากอาหารจะทำให้ผู้บริโภคเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ ในปัจจุบันยังพบว่า ไขมันทรานส์ (trans fat) ยังเป็นต้นเหตุหนึ่งของการเกิดโรคหัวใจเช่นเดียวกับไขมันอิ่มตัวและคอเลสเตอรอลในอาหาร โดยที่ไขมันอิ่มตัว คอเลสเตอรอล และไขมันทรานส์จะเพิ่มปริมาณ แอลดีแอลคอเลสเตอรอล

หรือ คอเลสเตอรอลชนิดไลโปโปรตีน ที่มีความหนาแน่นต่ำ (LDL, Low density lipoprotein cholesterol) หรือ คอเลสเตอรอล ชนิดไม่ดี (bad cholesterol) ในร่างกายทำให้เกิดสภาวะเส้นเลือดอุดตัน มีผลทำให้เป็นโรคหัวใจสำหรับคอเลสเตอรอลและไขมันอิ่มตัวคนส่วนใหญ่จะรู้จักกันดีและเฝ้าระวังกันอยู่แล้ว แต่สำหรับไขมันชนิดทรานส์นั้น สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกาได้ประกาศให้ระบุไว้ในฉลากโภชนาการเมื่อวันที่ 1 มกราคม 2549 ดังนั้นท่านผู้อ่านคงอยากทราบว่าไขมันทรานส์คืออะไร พบได้ที่ไหน และมีผลอย่างไรต่อสุขภาพของเรา ไขมันชนิดทรานส์ พบในไขมันพืชแข็งหรือเนยขาว (hydrogenated vegetable shortening) ทำจากน้ำมันพืชที่ผ่านกระบวนการอัดแก๊สไฮโดรเจน ภายใต้ความดันที่มีนิเกิลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ยิ่งผ่านการอัดแก๊สไฮโดรเจนมาก ไขมันก็จะยิ่งแข็งขึ้น ไขมันพืชแข็งในอุตสาหกรรมอาหารจะใช้ในผลิตภัณฑ์ที่อบหรือทอด เช่น มันฝรั่งทอด เค้ก คุกกี้

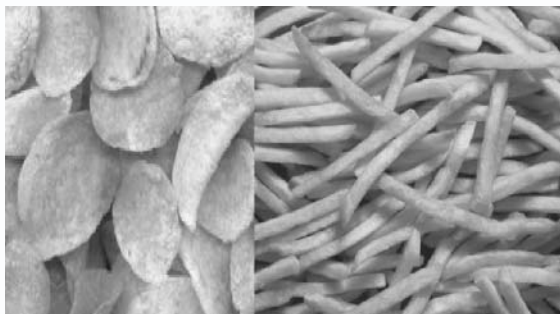
2. โรคอ้วนเป็นอีกโรคหนึ่งที่เกิดกับคนที่บริโภคอาหารขยะ เพราะอาหารขยะบางชนิดมีส่วนผสมของน้ำตาลในปริมาณสูง ทำให้ผู้บริโภคได้รับพลังงานสูงกว่าความต้องการของร่างกาย จึงทำให้เป็นโรคอ้วนได้

3. อาหารขยะบางประเภทมีเกลือในปริมาณสูงมาก ซึ่งถ้าบริโภคในปริมาณมากจะทำให้เกิดเป็นโรคความดันโลหิตสูง และอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของไตได้ด้วย

4. วัตถุเจือปนในอาหารขยะ เช่น
 - สีผสมอาหาร ถ้าเป็นสีสังเคราะห์และผลิตใช้ในปริมาณที่ไม่เป็นไปตามกฎหมายกำหนด อาจมีผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้

Junk Food





- ผงชูรส หรือ โมโนโซเดียมกลูตาเมต (monosodium glutamate) ซึ่งจะมีปริมาณมากในอาหารขยะ อาจเป็นสารก่อภูมิแพ้ (allergen) ได้สำหรับผู้บริโภคบางคน
- สารกันเสีย (preservative) เช่น โซเดียมเบนโซเอต (sodium benzoate) ถ้าปริมาณที่ใช้ในอาหารไม่เป็นไปตามกฎหมายกำหนดอาจก่ออันตรายต่อผู้บริโภคได้ตามที่ได้กล่าวมาแล้วถึงภัยมีดจากอาหารขยะ ดังนั้นการหลีกเลี่ยงอาหารขยะควรปฏิบัติดังนี้
 1. อย่าให้เด็กคุ้นเคยหรือติดนิสัยชอบรับประทานอาหารขยะ
 2. ควรให้ความรู้เกี่ยวกับอาหารขยะแก่เยาวชน

3. ควรบริโภคอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน

4. การคำนึงถึงสุขภาพที่แข็งแรง จะทำให้รู้จักเลือกบริโภคอาหารที่มีผลดีต่อสุขภาพ

5. ควรเลือกบริโภคอาหารที่ปรุงด้วยไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อน ได้แก่ น้ำมันมะกอก น้ำมันจากถั่ว น้ำมันดอกคำฝอย

กรมวิทยาศาสตร์บริการได้จัดอบรมเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยของอาหารตามหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (GMP) และการวิเคราะห์อันตรายและการควบคุมจุดวิกฤตในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหาร (HACCP) ซึ่งเกี่ยวกับความปลอดภัยของอาหาร (food safety) อาหารขยะอาจก่อให้เกิดอันตรายทางเคมี ถ้าปริมาณสารบางชนิดในอาหารขยะที่กล่าวถึงข้างต้น ได้แก่ สีส้มอาหาร สารกันเสีย มีปริมาณสูงกว่าที่กฎหมายกำหนดอาจเกิดอันตรายแก่ผู้บริโภคได้หรือถ้าผู้บริโภครับประทานอาหารขยะในปริมาณมาก ทำให้ปริมาณสารเข้าสู่ร่างกายในปริมาณเกินกว่าที่ร่างกายจะรับได้ อาจมีผลเสียต่อร่างกายได้

เอกสารอ้างอิง

- Harmful effects of junk food. [Online] [cited 7 January 2007] Available from Internet : <http://www.dietpolicy.com/diets-articles/junk-food-facts.htm>.
- Junk food [Online] [cited 7 January 2007] Available from Internet : http://en.wikipedia.org/wiki/junk_food.
- _____. [Online] [cited May 2005] Available from Internet : <http://kidcyber.com.au/topics/junkfood.htm>.
- Revealing trans fats. [Online] [cited September 2005] Available to internet : <http://www.fda.gov/FDAC/features/2003/503-fats.htm>.
- Trans fat. [Online] [cited 7 September 2007] Available from Internet : <http://www.umm.edu/features/transfat.htm>
- Trans fat : avoid this cholesterol double whammy. [Online] [cited 2 January 2008] Available from Internet : <http://www.mayoclinic.com/health/trans-fat/CL00032>
- Trans fats 101. [Online] [cited 4 May 2007] Available from Internet : <http://www.americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=3045792>
- จิตธนา แจ่มเมฆ. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.
- ทีปทัศน์ ชุณหสวัสดิกุล. อาหารขยะสารก่อภูมิแพ้ที่ถูกลืมของข้าม. บัณฑิตวิทยานิพนธ์, ตุลาคม, 2550, ฉบับที่ 105, หน้า 1-15.
- อารี ชูวิสิฐกุล. อาหารกับคอเลสเตอรอล. ใน รายการเปิดโลกวิทยาศาสตร์. บทความวิทยุกระจายเสียง, สิงหาคม, 2543.

อิทธิพลของแผ่นดินไหวต่อ

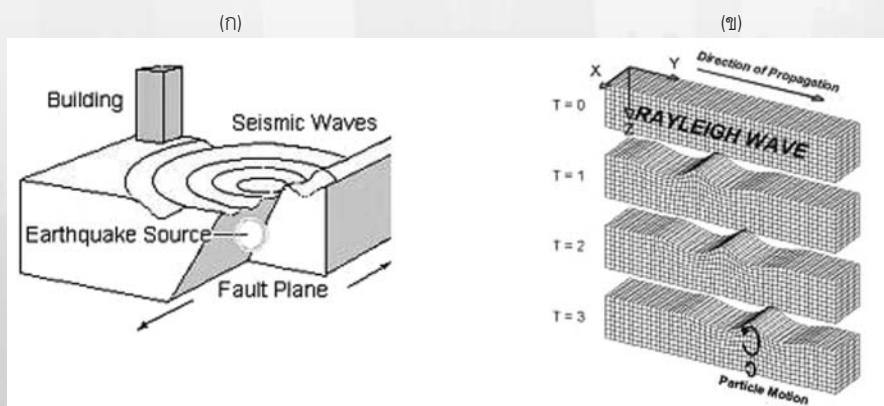
อาคารและสิ่งปลูกสร้าง

วิรัช วาริยาตร์

แผ่นดินไหว เป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติ ที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของพื้นดิน เพื่อปลดปล่อยพลังงานความเครียด (stress energy) ที่สะสมอยู่ภายในโลกออกมา ซึ่งเป็นการปรับสมดุลทางธรรมชาติ คลื่นแผ่นดินไหวที่เดินทางไปยังพื้นดิน จะทำให้สิ่งปลูกสร้างเกิดการสั่นไหว ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่สิ่งปลูกสร้าง เช่น แตกร้าว หรือพังทลาย และก่อให้เกิดความเสียหายจำนวนมากทั้งชีวิตและทรัพย์สิน อย่างไรก็ตามอันตรายที่เกิดจากภัยพิบัติชนิดนี้สามารถป้องกันและลดอันตรายได้ด้วยการใช้วัสดุหรือเทคโนโลยีป้องกันแผ่นดินไหวที่เหมาะสม

แผ่นดินไหว หรือ earthquake เป็นคำที่ใช้เรียกภัยพิบัติทางธรรมชาติ ที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของพื้นดินเพื่อปลดปล่อยพลังงานความเครียด ที่สะสมอยู่ภายในโลกออกมา ซึ่งเป็นการปรับสมดุลทางธรรมชาติ โดยสาเหตุของภัยพิบัตินี้เชื่อกันว่า อาจเกิดจากการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนที่มีพลัง (active fault) หรืออาจเกิดจากการขยายตัวของเปลือกโลก

เพื่อทำความเข้าใจถึงอิทธิพลของแผ่นดินไหวต่อสิ่งปลูกสร้าง จำเป็นต้องเข้าใจการสั่นสะเทือนของพื้นดินที่เกิดขึ้นจากคลื่นแผ่นดินไหว กล่าวคือ แผ่นดินไหวส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการเคลื่อนตัวอย่างรวดเร็วของรอยเลื่อนภายในเปลือกโลก และปลดปล่อยพลังงานที่สะสม โดยพลังงานที่ปล่อยออกมานี้จะเดินทางสู่เปลือกโลกในรูปแบบของคลื่นแผ่นดินไหว และเมื่อถึงเปลือกโลกก็จะตั้งต้นเป็นคลื่นการสั่นสะเทือนที่เดินทางไปยังพื้นดิน ตามที่แสดงในภาพที่ 1 [Reference Sources] โดยปกติพลังงานของคลื่นแผ่นดินไหวจะลดลงตามระยะทาง ดังนั้นเมื่อสิ่งปลูกสร้างอยู่ห่างไกลมากจากศูนย์กลางแผ่นดินไหว ทำให้ไม่รู้สึกถึงการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้น ในกรณีที่คลื่นการสั่นสะเทือนของพื้นดินมีพลังงานมาก เมื่อเดินทางถึงสิ่งปลูกสร้าง จะทำให้สิ่งปลูกสร้างเกิดการสั่นไหว เริ่มต้นจากฐานราก แล้วส่งต่อการสั่นสะเทือนไปยังส่วนที่เหลือของสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่สิ่งปลูกสร้าง เช่น แตกร้าว หรือพังทลาย ขึ้นอยู่กับระดับพลังงานของการสั่นสะเทือน

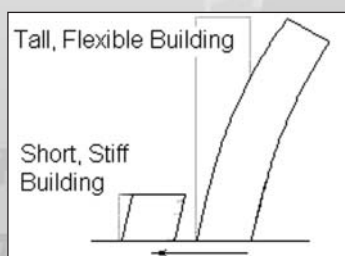


ภาพที่ 1 : (ก) การเกิดแผ่นดินไหวจากการเคลื่อนตัวอย่างรวดเร็วของรอยเลื่อนภายในเปลือกโลก
(ข) คลื่นการสั่นสะเทือนที่เดินทางบนพื้นดิน ที่เวลาต่างๆ [UPSeis]

คุณลักษณะของคลื่นสั่นสะเทือนของพื้นดินที่สำคัญมากที่สุดสำหรับสิ่งปลูกสร้าง ประกอบไปด้วย ช่วงระยะเวลา ระดับ และความถี่หรือคาบเวลาของการสั่นสะเทือน (ความถี่เท่ากับ 1 ต่อ คาบเวลา โดยคาบเวลาคือระยะเวลาที่คลื่นเดินทางจากจุดสูงสุดหนึ่งไปยังจุดสูงสุดถัดไป) โดยปกติเมื่อสิ่งปลูกสร้างได้รับคลื่นสั่นสะเทือนของพื้นดินจะสั่นไหวที่ความถี่หนึ่ง เรียกว่า ความถี่ธรรมชาติ ซึ่งสิ่งปลูกสร้างแต่ละชนิดจะมีความถี่ธรรมชาติแตกต่างกันไป เช่น อาคารหรือตึกที่มีความสูงแตกต่างกัน จะมีคาบเวลาธรรมชาติ (ส่วนกลับของความถี่ธรรมชาติ) แตกต่างกัน ตามตารางที่ 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอาคารที่มีความสูงน้อย จะมีคาบเวลาธรรมชาติน้อยกว่าอาคารที่มีความสูงมาก โดยรูปแบบการสั่นสะเทือนของอาคารที่มีความสูงแตกต่างกัน ได้แสดงให้เห็นในภาพที่ 2 ความสำคัญของคาบเวลาธรรมชาติที่กล่าวถึงคือคาบเวลาการสั่นสะเทือนของพื้นดินตรงกันกับคาบเวลาธรรมชาติของสิ่งปลูกสร้าง จะทำให้ระดับการสั่นสะเทือนเพิ่มขึ้นจากระดับการสั่นสะเทือนของพื้นดินหลายเท่า ซึ่งอาจส่งผลทำให้สิ่งปลูกสร้างนั้นพังทลาย เช่น ในกรณีแผ่นดินไหวเมื่อวันที่ 19 กันยายน 2528 ที่เมืองเม็กซิโกซิตี ประเทศเม็กซิโก อาคารและตึกที่มีความสูงประมาณ 20 ชั้นจำนวนมากได้พังทลายลงในระหว่างที่เกิดแผ่นดินไหว ในขณะที่อาคารอื่นๆ ที่มีความสูงต่างจากนี้กลับไม่ได้รับความเสียหายมาก อาคารและตึกที่พังทลายเหล่านี้มีคาบเวลาธรรมชาติประมาณ 2 วินาที ซึ่งตรงกับคาบเวลาของการสั่นสะเทือนของพื้นดิน

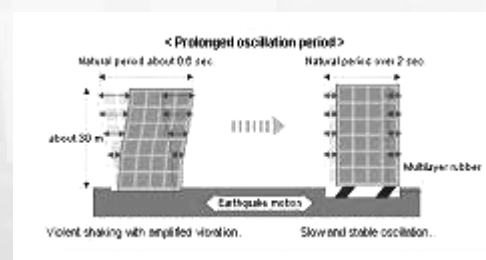
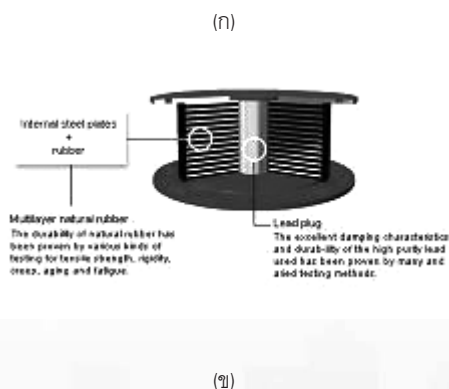
ตารางที่ 1

ความสูงของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง	คาบเวลาธรรมชาติโดยประมาณ
2 ชั้น	0.2 วินาที
10 ชั้น	1 วินาที
50 ชั้น	5 วินาที



ภาพที่ 2 รูปแบบการสั่นสะเทือนของอาคารที่มีความสูงต่างกัน

การพังทลายของอาคารหรือสิ่งปลูกสร้างสืบเนื่องจากภัยพิบัติที่เกิดแผ่นดินไหว ก่อให้เกิดความเสียหายจำนวนมากทั้งชีวิต และทรัพย์สิน ดังนั้นสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ใกล้แนวรอยเลื่อนที่มีพลังจึงสมควรที่จะได้รับการป้องกันอันตรายนี้ การสร้างสิ่งปลูกสร้างที่แข็งแรงมากๆ ทำให้ลดความเสียหายที่เกิดจากแผ่นดินไหวได้ แต่นั่นหมายถึงค่าก่อสร้างที่สูงมากเช่นกัน และบางครั้งก็ไม่สามารถป้องกันได้ อย่างไรก็ตามยังมีอีกหลายวิธีที่จะช่วยลดระดับการสั่นสะเทือนของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง เช่น การใช้ lead rubber bearing (LRB) ติดตั้งที่ฐานรากของสิ่งปลูกสร้าง ตามภาพที่ 3 tuned mass damping (TMD) หรือ active mass damper system (AMD) ติดตั้งบนสิ่งปลูกสร้าง ตามภาพที่ 4 และ 5 ตามลำดับ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ TMD และ AMD เพื่อป้องกันแผ่นดินไหวให้กับอาคารและสะพาน ได้แสดงตามภาพที่ 6 เทคโนโลยีเหล่านี้ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าสามารถป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นจากภัยพิบัติที่กล่าวถึงนี้ได้

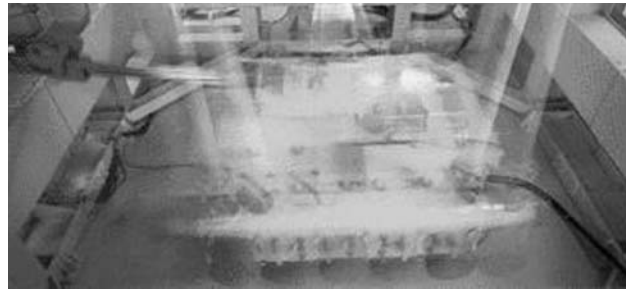


ภาพที่ 3 : (ก) โครงสร้างของ LRB ซึ่งประกอบด้วย ยางธรรมชาติหลายชั้น และมีแกนนำ

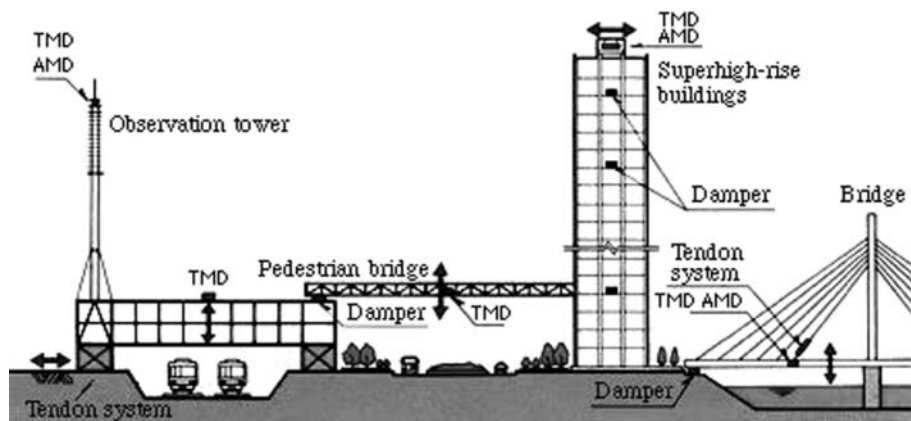
(ข) เปรียบเทียบการสั่นสะเทือนของอาคารเมื่อใช้ LRB ซึ่งเป็นภาพขวามือ และไม่ใช้ซึ่งเป็นภาพซ้ายมือ



ภาพที่ 4 tuned mass damping (TMD)



ภาพที่ 5 active mass damper system (AMD)



ภาพที่ 6 การประยุกต์ใช้ TMD และ AMD เพื่อป้องกันแผ่นดินไหว ให้กับอาคารและสะพาน

ภัยพิบัติทางธรรมชาติที่เกิดจากแผ่นดินไหว อาจก่อให้เกิดความเสียหายอย่างร้ายแรงต่ออาคารและสิ่งปลูกสร้าง ขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัยคือ 1. คาบเวลาการสั่นสะเทือนของพื้นดินตรงกับคาบเวลาธรรมชาติของอาคารและสิ่งปลูกสร้าง 2. ระดับพลังงานของการสั่นสะเทือน และ 3. ระยะเวลาของการสั่น ซึ่งความเสียหายนี้

อาจส่งผลต่อชีวิต และทรัพย์สินของผู้คนที่อาศัยอยู่ภายในอาคาร อย่างไรก็ตามความรุนแรงของภัยพิบัตินี้สามารถป้องกันได้ด้วยการใช้เทคโนโลยีป้องกันแผ่นดินไหว เช่นการใช้ lead rubber bearing (LRB) หรือ tuned mass damping (TMD) หรือ active mass damper system (AMD) ติดตั้งกับตัวอาคาร

- Jacobs, Andrew. Base isolation. a review of engineering in everyday life vol. 6, issue 1, fall 2004 [Online]. [cited 16 October 2007]. Available from Internet : <http://illumin.usc.edu/article.php?articleID=127>
- OILES Corporation. LRB (Lead Rubber Bearing). Seismic isolation and vibration control [Online]. [cited 17 October 2007]. Available from Internet : <http://www.oiles.co.jp/en/menshin/building/isolate/lrb.html>
- Rachel Thomas. Quake-proof. plus magazine [Online]. 10 February 2005 [cited 17 October 2007]. Available from Internet : <http://plus.maths.org/latestnews/jan-apr05/earthquake/index.html>
- Reference sources [Online]. Information Service: MCEER. How Earthquakes Affect Buildings.[cited 16 October 2007]. Available from Internet : http://mceer.buffalo.edu/infoservice/reference_services/EQaffectBuilding.asp
- Takenaka Corporation. From earthquake resistance to vibration control. The most advanced technology for protecting urban functions structure control system. [Online]. [cited 17 October 2007] Available from Internet : http://www.takenaka.co.jp/takenaka_e/quake_e/seishin/seishin.htm
- UPSeis (an educational site for budding seismologists). [Online]. What is seismology and what are seismic waves?. Michigan Technological University, Houghton, MI. [cited 17 October 2007]. Available from Internet : <http://www.geo.mtu.edu/UPSeis/waves.html>
- สำนักแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา. [ออนไลน์]. ความรู้พื้นฐานทั่วไปเกี่ยวกับแผ่นดินไหว [อ้างถึง 15 ตุลาคม 2007] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : http://www.tmdseismology.com/tmd/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=26

แนวทางปฏิบัติสำหรับนักวิเคราะห์ (ต่อจากหน้า 22)

- International organization for Standardization. Microbiology of food and animal feeding stuffs-General requirements and guidance for microbiological examinations. **ISO 7218**. 2007.
- _____. Microbiology of food and animal feeding stuffs-Guidelines on preparation and production of culture media-Part 1 : General guidelines on quality assurance for the preparation of culture media in the laboratory. **ISO 11133-1**. 2000.
- _____. Microbiology of food and animal feeding stuffs-Guidelines on preparation and production of culture media-Part 2 : practical guidelines on performance testing of culture media. **ISO 11133-2**. 2003.
- วิทยาศาสตร์บริการ, กรม. จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ. โดย อรทัย ลีลาพจนานพร และ วงศ์ทิพา ไรจนประภพ, วิทยาศาสตร์บริการ, 2549, ปีที่ 54, ฉบับที่ 170, หน้า 40.

การทดสอบแบบไม่ทำลาย

NON-DESTRUCTIVE TESTING

กนิษฐ์ ตะปะลา

วิธีการวิเคราะห์หาความเสียหาย (failure analysis) และประเมินอายุการใช้งานของชิ้นส่วนเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม ที่มีอยู่ในปัจจุบัน แบ่งได้เป็น 2 วิธีหลักๆ ได้แก่

1. การตรวจสอบแบบทำลาย (Destructive testing, DT) เช่น ทดสอบแรงดึง (tensile testing) ทดสอบความล้า (fatigue testing) หรือการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องสแกนนิ่งอิเล็กตรอนไมโครสโคป (scanning electron microscope) เป็นต้น ซึ่งล้วนเป็นวิธีที่ต้องมีการตัดชิ้นงานทดสอบ จึงไม่สามารถนำกลับมาใช้งานได้อีก

2. การตรวจสอบแบบไม่ทำลาย (Non-destructive testing, NDT) เป็นการทดสอบความแข็งของวัสดุ การตรวจสอบการผุกร่อน การตรวจหาจุดบกพร่องบนผิวหรือภายในชิ้นงาน การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคด้วยเทคนิคการลอกลาย (replica technique) โดยไม่จำเป็นต้องตัดทำลายชิ้นงานทดสอบ สามารถนำกลับมาใช้งานได้อีก โรงงานอุตสาหกรรมเลือกใช้วิธี NDT โดยมีวัตถุประสงค์ คือ

1) ควบคุมคุณภาพการผลิต (fabrication quality control) : เพิ่มความเชื่อมั่นของผลิตภัณฑ์ ปรับปรุงเทคนิคการผลิต และลดต้นทุนในการผลิต

- ช่วยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์
- คัดเลือกและตรวจสอบชนิดของวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิต
- พัฒนาและควบคุมกระบวนการผลิต
- ตรวจสอบกระบวนการ heat treatment

2) ใช้ในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ เครื่องจักรกล (maintenance) :

- ตรวจหาความไม่ต่อเนื่อง (discontinuity) หรือ รอยบกพร่อง (flaws) ของวัสดุหรือแนวเชื่อม เช่น รอยแตก ร้าว

(crack) แสลง (slag) สิ่งปนเปื้อน (inclusion) ตามด (porosity)

- ตรวจสอบสภาพของวัสดุ อุปกรณ์ เช่น ความหนาของชิ้นงานที่ลดลง เนื่องจากการกัดกร่อน รอยร้าว เป็นต้น
- วัดความหนาของผิวเคลือบหรือปรับปรุงคุณภาพที่ผิววัสดุ
- ตรวจหาโครงสร้างภายในของสิ่งก่อสร้างหรือค้นหาสิ่งของ
- ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงภายในโครงสร้างจุลภาค หรือการเกิดจุดบกพร่องในเนื้อวัสดุต่างๆ เช่น โลหะ เซรามิก หรือพลาสติก เป็นต้น และประเมินสมบัติทางกลและกายภาพที่เปลี่ยนแปลง
- หาชนิดและองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุ
- วัดค่าความเค้น (stress) และความเครียด (strain) ที่เกิดขึ้นในวัสดุ

วิธี NDT นิยมใช้ตรวจสอบอุปกรณ์ที่ต้องตรวจเช็คอย่างสม่ำเสมอ เช่น แนวเชื่อมของท่อแก๊ส เพลาลและแบร็งเครื่องจักร ถังอัดความดัน หม้อต้มไอน้ำ ใบพัดเครื่องยนต์ ถังเก็บและจ่ายแก๊ส ชิ้นส่วนเครื่องบิน รางรถไฟ สายเคเบิล โครงสร้างเหล็กขนาดใหญ่ เช่น โครงสร้างอาคาร ป้ายโฆษณา สะพาน เป็นต้น ดังนั้น ถ้าอุปกรณ์เหล่านี้เกิดความเสียหาย จะนำมาซึ่งความหายนะต่อชีวิตและทรัพย์สิน

บทความนี้แนะนำวิธีทดสอบแบบไม่ทำลายที่ใช้กันทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้ผู้อ่านรู้จักและเข้าใจในหลักการเบื้องต้นของแต่ละวิธี วิธีทดสอบแบบไม่ทำลายพื้นฐานประกอบไปด้วย 6 วิธีพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1. การตรวจสอบด้วยตาเปล่า (Visual testing, VT)

เป็นวิธีตรวจสอบและประเมินผลโครงสร้างหรือชิ้นส่วนประกอบเบื้องต้นโดยตรวจหาความไม่ต่อเนื่องบนผิวชิ้นงานด้วยตาเปล่า และอุปกรณ์ประกอบช่วยอื่นๆ เช่น แว่นขยาย บอร์สโคป กล้องอินฟาเรด กล้องถ่ายรูป เป็นต้น ถึงแม้ว่าวิธีการตรวจสอบด้วยตาเปล่าเป็นวิธีพื้นฐานและราคาถูกที่สุดของการทดสอบแบบไม่ทำลายทั้งหมด แต่เป็นวิธีซึ่งผู้ตรวจสอบต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์มากที่สุด เนื่องจากผู้ทดสอบต้องสามารถวินิจฉัยสภาพของวัสดุได้โดยใช้ความรู้ด้านวัสดุศาสตร์ และหาสาเหตุหรือตั้งสมมติฐานของการเสียหายที่เกิดขึ้นได้ประสบการณ์ของผู้ตรวจสอบจึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง

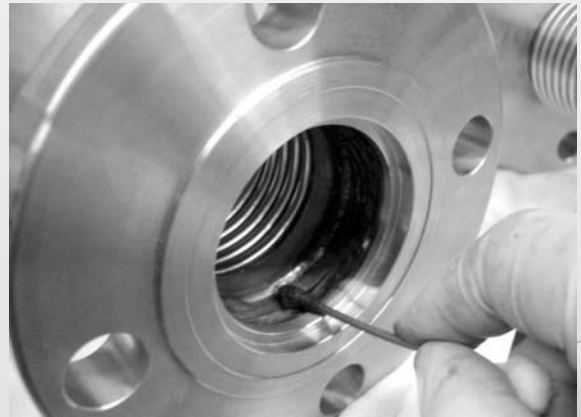


ภาพที่ 1 การตรวจสอบชิ้นส่วนเครื่องยนต์เครื่องบินโดยใช้บอร์สโคป (ที่มา : www.ndt-ed.org)

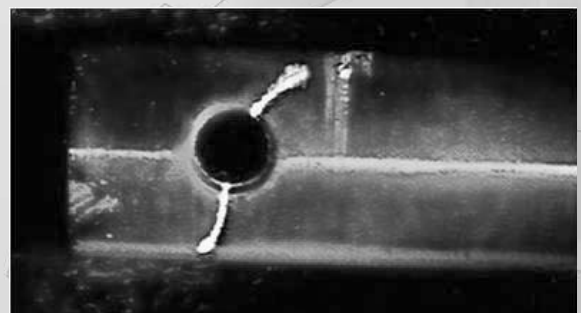
2. การตรวจสอบด้วยสารแทรกซึม (Penetrant testing, PT)

เป็นการตรวจสอบหารอยบกพร่องบนผิวหน้าชิ้นงานโดยใช้สารแทรกซึม (penetrant) ซึมผ่านเข้าไปในเนื้อวัสดุ หลังจากเช็ดสารแทรกซึมที่ผิวหน้าวัสดุออกไป สารแทรกซึมที่อยู่ในรอยบกพร่องที่ผิวชิ้นงานจะปรากฏขึ้นมา ทำให้ทราบตำแหน่งของรอยบกพร่อง เช่น รอยแตก และรูพรุน บนชิ้นงาน เป็นต้น การตรวจสอบด้วยวิธีนี้สามารถใช้ตรวจสอบวัสดุได้หลายชนิดทั้งโลหะ

และอโลหะ โดยไม่ต้องคำนึงถึงสมบัติทางกายภาพของวัสดุ¹ แต่ข้อสำคัญวัสดุงานนั้นจะต้องไม่ดูดซึมของเหลว ไม่มีเนื้อเป็นรูพรุน พื้นผิวที่ตรวจสอบต้องสะอาด และ 'ไม่ขรุขระมาก' อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย น้ำยาล้าง (solvent cleaner), สารแทรกซึม ซึ่งแบ่งเป็นชนิด Type 1 หรือ ชนิดเรืองแสง (fluorescent penetrant) และ Type 2 หรือชนิดย้อมสี สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (visible dye penetrant), น้ำยาเคลเวลลอปเปอร์ (developer) สำหรับเคลือบผิวชิ้นงานเพื่อดึงเอาสารแทรกซึมออกจากจุดบกพร่อง ซึ่งมีทั้งชนิดแห้ง เปียก และแบบมีน้ำผสม¹ และหลอดไฟ UV สำหรับส่องสารแทรกซึมชนิดเรืองแสง ข้อจำกัดของวิธีนี้คือ ไม่สามารถบอกถึงข้อบกพร่องที่เกิดภายในผิวของวัสดุได้ และต้องทำความสะอาดผิวชิ้นงานทดสอบก่อนการตรวจ



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 การตรวจสอบโดยใช้สารแทรกซึม

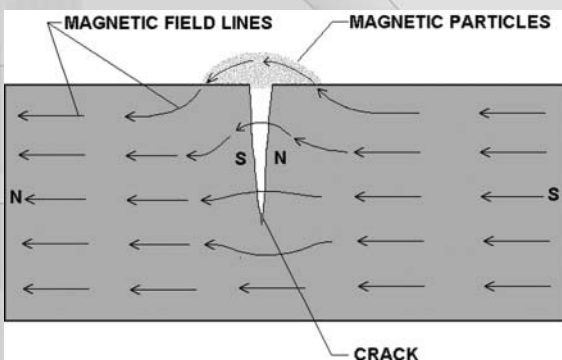
(ก) ชนิดชนิดย้อมสี (ที่มา : www.ndt-ed.org)

(ข) ชนิดเรืองแสง (ที่มา : www.sclqa.com)

¹ สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ, เอกสารประกอบคำบรรยาย “การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย” ในหลักสูตร “การตรวจสอบโดยวิธีใช้คลื่นเสียงระดับ 1” จัดโดย สำนักพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ร่วมกับ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

3. การตรวจสอบด้วยอนุภาคแม่เหล็ก (Magnetic particle testing, MT)

เป็นการตรวจสอบหารอยบกพร่องบนผิว และได้ผิวด้านๆ ของชิ้นงานที่เป็นสารแม่เหล็ก (ferromagnetic) เช่น เหล็ก นิกเกิล โคบอลต์ เป็นต้น โดยทำชิ้นงานให้เป็นแม่เหล็ก (magnetization) โดยการผ่านกระแสไฟฟ้าแรงดันต่ำเข้าไปในชิ้นงานทดสอบ สนามแม่เหล็กจะถูกสร้างขึ้นโดยมีทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า เมื่อโรยผงเหล็กลงบนผิวด้าน ผงเหล็กจะเรียงตัวตามเส้นแรงแม่เหล็ก ตำแหน่งที่ผงแม่เหล็กไม่เรียงตัวตามเส้นแรงแม่เหล็ก จะบ่งบอกถึงตำแหน่งของรอยบกพร่องบนผิว หรือได้ผิวด้านๆ ของชิ้นงานดังแสดงในภาพที่ 3 และ 4 วัสดุที่ไม่เป็นสารแม่เหล็ก (non-ferromagnetic) เช่น อะลูมิเนียมผสม แมกนีเซียมผสมทองแดง และทองแดงผสม ตะกั่ว ไทเทเนียม เป็นต้น ไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย เครื่องทำชิ้นงานให้เป็นแม่เหล็ก ที่มีทั้งแบบเคลื่อนย้ายไม่ได้ และแบบพกพา เช่น แม่เหล็กตัวยู (magnetic yoke) ที่มีทั้งแบบแม่เหล็กถาวร และแม่เหล็กไฟฟ้า ผงเหล็ก(magnetic particles) หรือ หมึกแม่เหล็กสีดำ (black magnetic ink), หลอดไฟ UV และเครื่องวัดเส้นแรงแม่เหล็ก (flux indicator) ข้อจำกัดของวิธีนี้คือใช้ได้เฉพาะชิ้นงานที่เป็นสารแม่เหล็ก ต้องทำความสะอาดชิ้นงานทุกครั้งก่อนการตรวจสอบ และบางครั้งต้องคลายอำนาจแม่เหล็กหลังการตรวจสอบ



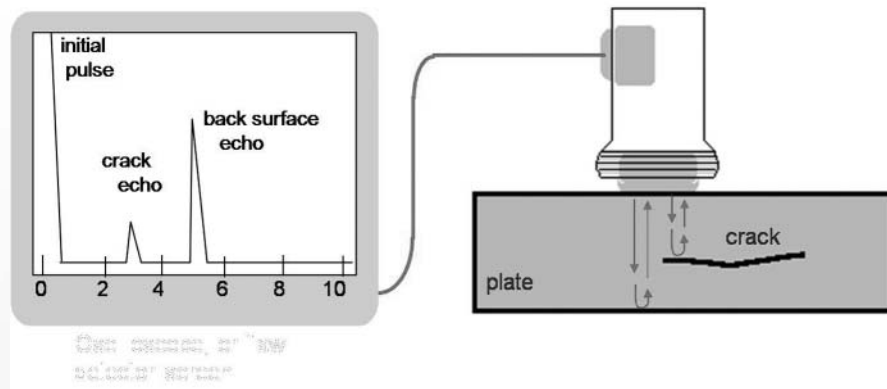
ภาพที่ 3 ลักษณะการรวมตัวกันของผงแม่เหล็กบนรอยบกพร่อง (ที่มา : www.ndt-ed.org)



ภาพที่ 4 ตัวอย่างการตรวจสอบโดยใช้ผงแม่เหล็ก (ที่มา : www.ndt-ed.org)

4. การตรวจสอบด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic testing, UT)

เป็นวิธีการตรวจหารอยบกพร่องโดยใช้คลื่นเสียงที่มีความถี่สูง (>20 kHz) ผ่านเข้าไปภายในเนื้อของชิ้นงานตรวจสอบ คลื่นเสียงจะไปกระทบกับรอยบกพร่อง และสะท้อนกลับไปยังหัวรับสัญญาณ (ส่วนใหญ่เป็นตัวเดียวกันกับตัวส่งคลื่นเสียง) ส่วนคลื่นเสียงที่ไม่กระทบกับรอยบกพร่องจะเดินทางไปกระทบกับผนังด้านหลังของชิ้นงาน และสะท้อนกลับไปยังหัวรับสัญญาณ โดยสัญญาณคลื่นเสียงจะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าสำหรับประมวล เช่น สัญญาณลักษณะ A-scan ที่แสดงสัญญาณคลื่นสะท้อนกลับอยู่ในรูปของเอคโค (echo) ดังแสดงในภาพที่ 5 ตำแหน่งของรอยบกพร่องในเนื้อชิ้นงานจะสามารถหาได้โดยเทียบจากสัญญาณคลื่นสะท้อนกลับจากผิวหลังของชิ้นงาน นอกจากนี้ยังสามารถใช้หาความหนาของชิ้นงานได้ด้วย เช่น ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบความหนาของชิ้นงานหลังการกัดกร่อน (corrosion) เป็นต้น อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย เครื่อง Ultrasonic thickness gauge หรือ Ultrasonic flaw detector, หัวตรวจสอบ (probes), แท่งสอบเทียบ (calibration test pieces), แท่งทดสอบ (test pieces), และน้ำยาสื่อกลาง (couplant) ข้อจำกัดของวิธีนี้คือ ไม่สามารถหารอยบกพร่องบนชิ้นงานที่มีความบางมากๆ ได้ และต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานที่มีความรู้ในการแปลผลการตรวจสอบ



ภาพที่ 5 สัญญาณ A-scan ที่ได้จากการตรวจสอบรอยบกพร่องในชิ้นงานโดยใช้คลื่นความถี่สูง (ที่มา : www.ndt-ed.org)

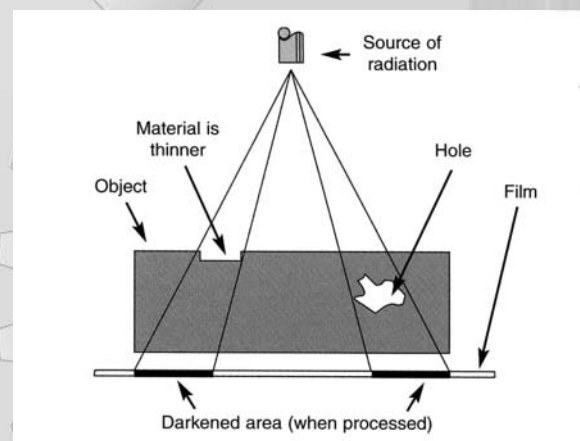


ภาพที่ 6 การตรวจสอบรอยบกพร่องโดยใช้คลื่นความถี่สูง (<http://veli.adit.fr>)

5. การตรวจสอบด้านภาพถ่ายรังสี (Radiographic testing, RT)

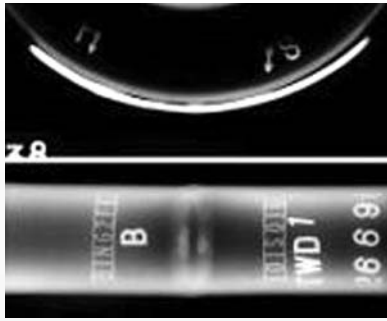
เป็นวิธีการตรวจสอบหารอยบกพร่องภายในชิ้นงานโดยใช้รังสีเอกซ์ (X-ray) จากพลังงานไฟฟ้าหรือรังสีแกมมา (gamma-ray) จากธาตุกัมมันตรังสี ฉายผ่านเนื้อวัสดุงาน และทำปฏิกิริยากับฟิล์มที่อยู่ด้านหลังตรงตำแหน่งของรอยบกพร่องที่แสดงบนฟิล์มมีความดำมากกว่าบริเวณอื่นที่มีความหนาเท่ากัน และในขณะเดียวกันบริเวณชิ้นงานที่บางจะมีความเข้มของฟิล์มสูงกว่าบริเวณชิ้นงานหนา เนื่องจากชิ้นงานบางดูดกลืนรังสีได้น้อยกว่าชิ้นงานหนา จึงทำให้ง่ายต่อการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา มีความแตกต่าง ดังเช่นเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์มีขนาดใหญ่ และราคาสูงกว่าเครื่องกำเนิดรังสีแกมมา เครื่องกำเนิดแกมมาไม่ต้องการ

กระแสไฟฟ้าและน้ำระบายความร้อน ทำให้เคลื่อนย้ายได้สะดวกกว่าเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ การถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ใช้เวลาฉายรังสีเพียง 2 - 3 นาที และปรับค่าพลังงานได้ ในขณะที่การถ่ายภาพด้วยรังสีแกมมาใช้เวลาหลายชั่วโมง และไม่สามารถปรับค่ารังสีได้ ความคมชัดของฟิล์มที่ฉายด้วยรังสีแกมมา มีความคมชัดน้อยกว่าที่ฉายด้วยรังสีเอกซ์เรย์ ข้อจำกัดของวิธีการถ่ายภาพด้วยรังสีคือ อันตรายจากรังสี ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้เรื่องการป้องกันอันตรายจากรังสีเป็นอย่างดี เพราะรังสีมีอันตรายต่อชีวิตถ้าหากป้องกันไม่ดีรังสีทำลายเซลล์สิ่งมีชีวิตหลักในการป้องกันรังสีมีอยู่ 3 ประการ¹ คือ หนึ่ง เวลา (time) ใช้เวลาในการทำงานกับรังสีให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ สอง ระยะทาง (distance) อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดรังสี ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เนื่องจากความเข้มรังสีแปรผกผันกับระยะทางกำลังสอง ยิ่งอยู่ห่างยิ่งได้รับรังสีน้อยลง สุดท้าย เครื่องกำบังรังสี (shielding) ในกรณีที่ไม่สามารถอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดรังสีได้มากนัก



ภาพที่ 7 ภาพแสดงหลักการถ่ายภาพด้วยรังสี (ที่มา : www.industrial-inspection.in)

¹ สมบูรณ์ เต็งหงษ์เจริญ, เอกสารประกอบคำบรรยาย “การตรวจสอบโดยไม่ทำลาย” ในหลักสูตร “การตรวจสอบโดยวิธีการถ่ายภาพด้วยรังสีระดับ 1” จัดโดย สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

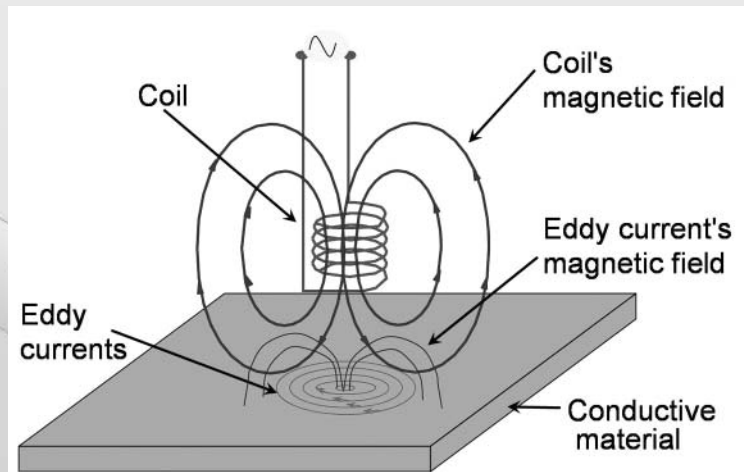


ภาพที่ 8 ภาพถ่ายแนวเชื่อมท่อดูด้วยรังสีเอกซ์
(ที่มา: www.ndtspec.com)

6. การตรวจสอบแบบกระแสไหลวน (Eddy current testing, ET)

เป็นวิธีการตรวจสอบโดยใช้หลักการเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลวน (eddy current) ในชิ้นงานที่มีสมบัติเหนี่ยวนำไฟฟ้า (conductive materials) โดยติดตั้งขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านสลับ โกลักับผิวของชิ้นงานที่

ตรวจสอบ สนามแม่เหล็กที่สร้างขึ้นโดยกระแสไฟฟ้าสลับในขดลวด (coil's magnetic field) จะเหนี่ยวนำกระแสไหลวนขึ้นบนผิวชิ้นงาน และสนามแม่เหล็กของกระแสไหลวน (eddy current's magnetic field) จะถูกสร้างขึ้น โดยที่ทิศทางที่ต้านกับสนามแม่เหล็กของขดลวด ดังแสดงในภาพที่ 9 รอยบกพร่องบนชิ้นงานจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดของสนามแม่เหล็กของกระแสไหลวน ส่งผลให้แรงต้านสนามแม่เหล็กของขดลวดเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กของขดลวด จะถูกนำมาวิเคราะห์หาจุดบกพร่องในชิ้นงาน วิธีนี้สามารถตรวจหาจุดบกพร่องที่มีขนาดเล็กในเนื้อชิ้นงาน หรือบนพื้นผิวชิ้นงานที่มีรูปทรงซับซ้อนได้ แต่ชิ้นงานที่ทดสอบต้องสามารถเข้าถึงได้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้หาความหนาของชั้นเคลือบได้ด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย Eddy current flaw detector, หัวตรวจสอบ (probes) และแท่งสอบเทียบ (calibration test pieces)



ภาพที่ 9 ภาพแสดงหลักการการเหนี่ยวนำกระแสไหลวนบนชิ้นงาน (ที่มา : www.ndt-ed.org)

วิธี NDT แต่ละวิธีมีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของชิ้นงานทดสอบ และรอยบกพร่อง ดังแสดงตารางที่ 1 ในบางครั้งผู้ทดสอบอาจต้องใช้หลายวิธีประกอบกันในการวิเคราะห์ความเสียหายของวัสดุ

เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำมากที่สุด โดยในแต่ละวิธีมีขั้นตอนการปฏิบัติ (procedure) ตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานต่างๆ เช่น มาตรฐาน ASME หรือ BS EN เป็นต้น

		วิธี NDT					
		VT	PT	MT	ET	RT	UT
ความสามารถในการตรวจสอบ	รอยแตกร้าวที่ผิว	√*	√	√	√	√*	√
	รอยแตกร้าวภายใน					√*	√
	ความไม่หลอมติดกันของลวดเชื่อม (lack of fusion)					√*	√
	สแลกฝังใน/สิ่งปนเปื้อนในแนวเชื่อม (Slag/Inclusions)					√	√
	ตามด/รูพรุน (Porosity/Voids)	√				√	√
	การกัดกร่อน (Corrosion/Erosion)	√	√	√		√	√
ความสามารถในการบอกขนาดและตำแหน่ง	ตำแหน่งรอยบกพร่อง	√	√	√	√	√	√
	ความยาวรอยบกพร่อง				√	√	√
ตำแหน่ง	ความลึกรอยบกพร่อง				√*		√
	ความหนาของชิ้นงาน				√*	√	√
	ความหนาของผิวเคลือบ				√		√

√* ทำได้ในบางกรณี

ตารางที่ 1 ความสามารถในการตรวจสอบการบอก และบอกขนาดและตำแหน่งของแต่ละวิธี NDT

กลุ่มอุตสาหกรรมที่นิยมใช้วิธี NDT ในการทดสอบ เช่น อุตสาหกรรมปิโตรเลียม ผลิตไฟฟ้า ประกอบรถยนต์ ปูนซีเมนต์ เหล็กหล่อ ผลิตท่อ และถังเก็บความดัน ซ่อมบำรุงอากาศยาน เป็นต้น แต่เนื่องจากการตรวจสอบด้วยวิธี NDT ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาสูง และผู้ตรวจสอบที่มีทักษะ และผ่านการสอบให้ได้รับระดับ (ระดับ 1, 2 และ 3) ตามที่มาตรฐานกำหนดไว้ โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จึงใช้วิธีจ้างหน่วยงานภายนอกทำการตรวจสอบ เนื่องจากความต้องการของการทดสอบแบบไม่ทำลายในประเทศไทยมีปริมาณสูงมาก เพื่อตอบสนองความต้องการของภาคอุตสาหกรรม วศ. จึงมีโครงการพัฒนาห้องปฏิบัติการทดสอบแบบไม่ทำลายขึ้น เพื่อเพิ่มศักยภาพการให้บริการวิเคราะห์ทดสอบสมบัติทางกลของวัสดุทั้งแบบทำลาย และไม่ทำลาย และเพิ่มขีดความสามารถของหน่วยงานบริการภาครัฐที่จะตอบสนองต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรมอย่างทั่วถึง นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย โดยในปีงบประมาณ 2550 วศ. ได้จัดหาเครื่องมือทดสอบด้าน NDT โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. เครื่องตรวจสอบรอยบกพร่องด้วยกระแสเอ็ดดี้ พร้อมชุดหัวตรวจสอบงานเชื่อมท่อ ผิวชิ้นงาน และหาความนำไฟฟ้า (conductivity)
2. เครื่องทดสอบความแข็งโดยใช้วิธี Ultrasonic contact impedance ชนิดพกพา
3. ชุดทดสอบรอยบกพร่องโดยใช้ผงแม่เหล็กและสารแทรกซึม
4. เครื่องตรวจสอบรอยบกพร่องโดยใช้คลื่นอัลตราโซนิกส์ จำนวน 3 เครื่อง พร้อมหัวตรวจสอบ
5. วิดีโอโบรสโคป พร้อมอุปกรณ์
6. เครื่องวัดความหนาด้วยคลื่นอัลตราโซนิกส์ พร้อมหัวตรวจสอบ
7. เครื่องทดสอบความแข็งแบบพกพา

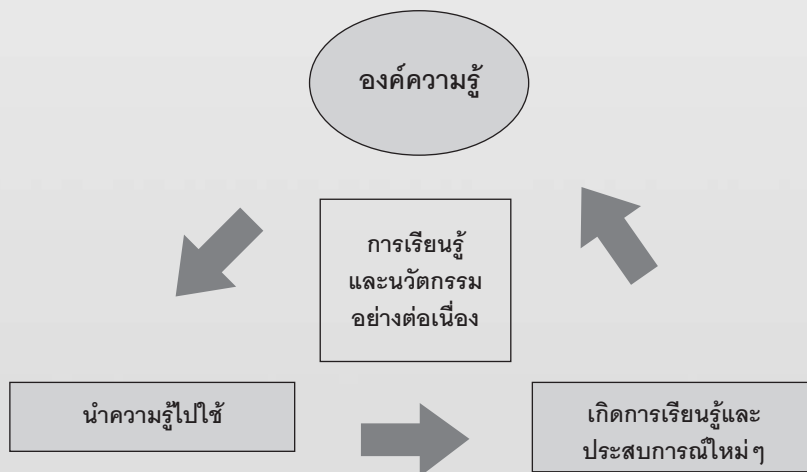
คาดว่า วศ. จะให้บริการทดสอบแบบไม่ทำลายได้ในต้นปีงบประมาณ 2551

บทนำ

กระแสการแข่งขันและเปลี่ยนแปลงของโลกที่เกิดขึ้นตลอดเวลาและการเชื่อมต่องานของโลกหรือที่เราได้ยินกันชินหูว่ากระแสโลกาภิวัตน์ (globalization) การเปลี่ยนแปลงในที่แห่งใดแห่งหนึ่งในทุกมุมโลกจะส่งผลกระทบต่อในหลายๆ ส่วนของโลก ทำให้เกิดระบบเศรษฐกิจใหม่ที่ใช้ความรู้เป็นฐาน (knowledge-base economy) ซึ่งได้สร้างแรงกดดันให้องค์กรทั้งภาครัฐ และธุรกิจเอกชนต้องพยายามปรับตัวให้ทันต่อกระแสการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เพื่อสร้างรายได้เปรียบทางการแข่งขัน (competitive advantage) องค์กรแต่ละแห่งต่างพยายามพัฒนาองค์กรของตน โดยนำเครื่องมือบริหารสมัยใหม่มาประยุกต์ในมิติและระดับต่างๆ เพื่อความอยู่รอด เจริญเติบโต ดังจะเห็นจากแผนกลยุทธ์ (strategic plan) ขององค์กรเพื่อสร้างช่องทางและโอกาสทางธุรกิจให้ตนเองมีความสามารถเหนือคู่แข่ง สนองตอบความต้องการต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียขององค์กร และสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้าหรือผู้รับบริการ

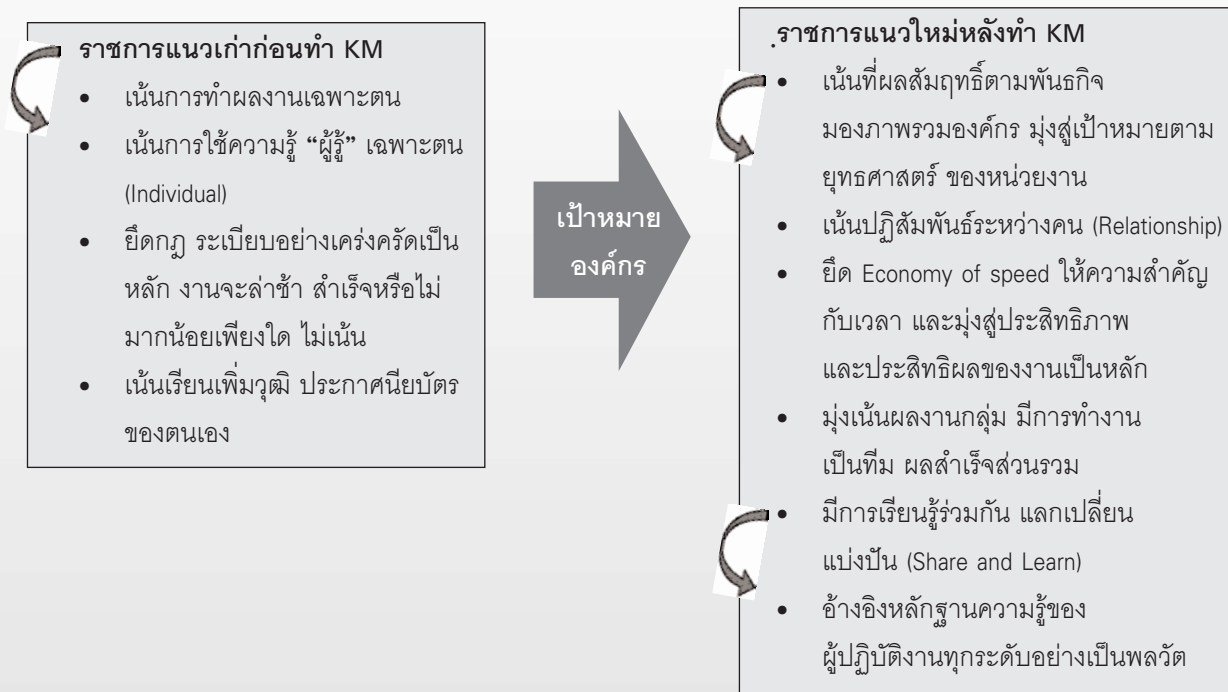
ทำไม ? วศ. จึงต้องมีการจัดการความรู้

ปัจจัยสำคัญในการสร้างความสามารถทางการแข่งขันอย่างยั่งยืน นั่นก็คือ “ความรู้” (knowledge) และ ความสามารถหลัก หรือ สมรรถนะ (core competency) ขององค์กร เนื่องจาก กรณิทยาศาสตร์บริการ (วศ.) เป็นหน่วยงานทางวิชาการที่มีประวัติการก่อตั้งมาอย่างยาวนาน จึงเป็นเสมือน “คลังทางปัญญา” ผู้มีความรู้ ความสามารถ และ ความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง โดยเฉพาะทักษะ ประสบการณ์ ที่ฝังในตัวตน (tacit knowledge) ความรู้ชนิดนี้มีทั้งที่เจ้าตัวรู้ว่าตนเองมีความรู้เรื่องนั้น และที่เจ้าตัวไม่รู้ตัวว่ามีความรู้ ต้องมีวิธี “สกัดออกมา” วิจารย์ พานิช (2548 : 19) ซึ่งองค์กรแห่งการเรียนรู้ให้ความสำคัญในเรื่อง “ต้นทุนทางปัญญา” ที่ฝังอยู่ในตัวคนอย่างมาก ความรู้เหล่านี้เป็นสินทรัพย์ที่จับต้องไม่ได้แต่มีค่าที่สุดของ วศ. ยิ่งบุคลากรมีความรู้มากเท่าใดจะสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ได้เร็วขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการจัดกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ถ่ายทอดความรู้ในรูปแบบต่างๆ ทำให้เกิดการบูรณาการระหว่างความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ เกิดเป็นวงจรแห่งการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 1 วงจรแห่งการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

วศ. จึงต้องรู้จัก รู้ชัด รู้ลึก รู้อย่างถ่องแท้ ใน ความรู้เหล่านี้และมีความสามารถทำให้วงจรการเรียนรู้ ดังกล่าวหมุนวนอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง สามารถ กำหนดกลยุทธ์ ได้ตรงประเด็น ตรงตามศักยภาพและ ความสามารถหลักของหน่วยงาน เพื่อการก้าวเดินไป ข้างหน้าอย่างมั่นใจและยั่งยืน หน่วยงานจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของบุคลากร และระบบการบริหารจัดการที่ดี จึงเกิดกระบวนการ ค้นหา สร้าง รวบรวม จัดเก็บ เผยแพร่ ถ่ายทอด แบ่งปัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ขึ้น หรือ ที่เรารู้จักกันดีว่า เป็น กระบวนการจัดการความรู้เพื่อ ทำให้เกิดเป็นวงจรการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด นำมาซึ่งการสร้างคุณค่า (value) สร้างความเจริญเติบโต ให้แก่ วศ. อย่างมั่นคงและยั่งยืน จึงเป็นที่มาและเหตุผล ที่ว่าทำไม วศ. จึงต้องมี “การจัดการความรู้”



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงแนวคิดเชิงระบบสู่ระบบราชการแนวใหม่

เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายองค์กรดังกล่าว คณะทำงานจัดการความรู้ ระดับกรม และระดับสำนัก ได้ร่วมกันวางแผนเชิงกลยุทธ์ตามประเด็นยุทธศาสตร์ วศ. โดยการกำหนด เป้าประสงค์ (Objective) ขอบเขต KM (KM Focus Areas) เป้าหมาย KM (KM Desired State) ตัวชี้วัด (KPI) แผนจัดการความรู้ (KM Action Plan) รวมทั้ง กิจกรรมตามกระบวนการจัดการความรู้ ซึ่งมีผู้บริหาร

ยุทธศาสตร์ การจัดการความรู้ วศ.

การจัดการความรู้ (Knowledge Management - KM) เป็นเครื่องมือบริหารจัดการองค์กรยุคใหม่ จัดเป็น กลยุทธ์หลักของ วศ. เริ่มนำมาใช้พัฒนาองค์กรให้เป็น องค์กรแห่งการเรียนรู้ ตั้งแต่ปี 2547 ถึงปัจจุบัน KM เป็น แนวคิดที่เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ของกระบวนการเชิงระบบ องค์ประกอบที่สำคัญของการทำ KM วศ. ก็คือ การจัดการคนและความรู้ที่ฝังอยู่ในตัวคน และการจัดการ สารสนเทศ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เป็นตัวช่วยให้การบริหารจัดการความรู้มีประสิทธิภาพ ยิ่งขึ้น เริ่มต้นจากการจัดทำกระบวนการบริหารการ เปลี่ยนแปลงองค์กร ปรับเปลี่ยนวัฒนธรรมการทำงาน ของ วศ. ที่ต่างคนต่างทำ มาเป็นการทำงานที่มีเป้าหมาย ร่วม มุ่งผลสัมฤทธิ์ตามพันธกิจของหน่วยงาน

ระดับสูง เป็นผู้จัดการความรู้ (Chief Knowledge Officer - CKO) อำนวยการและผลักดันเพื่อทำให้เกิดเป็นวงจรการ เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง มีการสื่อสาร KM แก่บุคลากรภายใน ทัวทั้งองค์กรให้ทราบและถือปฏิบัติเพื่อสร้างการมีส่วนร่วม โดยในปี พ.ศ. 2550 วศ. ได้คัดเลือกประเด็นยุทธศาสตร์ เพื่อจัดการความรู้ใน 2 ด้าน ได้แก่

1. ประเด็นยุทธศาสตร์ การพัฒนากำลังคนและการบริการสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ประเด็นยุทธศาสตร์ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ

การจัดการความรู้ ของ วศ. เพื่อสนับสนุนประเด็นยุทธศาสตร์

1. ประเด็นยุทธศาสตร์ การพัฒนากำลังคนและการบริการสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การจัดการความรู้ตามประเด็นยุทธศาสตร์ “การพัฒนากำลังคนและการบริการสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” มีเป้าประสงค์ เพื่อให้กำลังคนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีศักยภาพเพิ่มขึ้น และประชาชนได้รับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มมากขึ้น วศ. ได้กำหนดตัวชี้วัดตามคำรับรองการปฏิบัติราชการ คือ จำนวนผู้ใช้บริการสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากภาคเอกชน โดยคัดเลือกองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติราชการตามประเด็นยุทธศาสตร์ คือ “ความรู้ในกระบวนการงานด้านการบริหารจัดการสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้มาตรฐานยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง” เหตุผลที่เลือกองค์ความรู้นี้ เนื่องจากเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการดำเนินงาน ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และสอดคล้องกับมาตรฐานสากล เพื่อให้บุคลากรสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 3 การประชุมกลุ่มชุมชนนักปฏิบัติ สท.

ในการจัดหาทรัพยากรสารสนเทศที่มีคุณภาพ เหมาะสมเพียงพอ และตรงตามความต้องการผู้ใช้บริการ รวมทั้งจัดระบบหมวดหมู่ตามมาตรฐานสากล ให้สามารถเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศได้อย่างสะดวก รวดเร็ว สมเหตุสมผล และประหยัด

กระบวนการจัดการความรู้ เริ่มจาก คณะทำงาน KM ที่รับผิดชอบประเด็นยุทธศาสตร์ คือ สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สท.) ได้ประชุมระดมความคิดเห็นเพื่อตรวจสอบความรู้ด้านการบริหารจัดการสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้มาตรฐาน ยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง สร้างแสวงหา พัฒนาองค์ความรู้ในการบริหารจัดการฯ เช่น ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง จริยธรรม การบริหารจัดการระบบคุณภาพ จัดความรู้เหล่านี้อย่างเป็นระบบ โดยจัดทำ พัฒนาฐานข้อมูลองค์ความรู้ ได้แก่ ฐานข้อมูลเอกสารประชุมสัมมนา ฐานข้อมูลพัฒนาบุคลากร และฐานข้อมูลเอกสารในระบบบริหารงานคุณภาพ สื่อสารเพื่อการเข้าถึงความรู้ ผ่านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เช่น เว็บไซต์ e-mail บอร์ดข่าวประชาสัมพันธ์ การเวียนเอกสาร จัดทำปณิกะ แผ่นพับ เผยแพร่ จัดกิจกรรมการแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้ อาทิ จัดกลุ่มชุมชนนักปฏิบัติ (CoPs) จัดเสวนา อบรมสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้ การสอนงาน สื่อสารความรู้ในรูปสื่อสิ่งพิมพ์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ / ฐานข้อมูลรวมทั้งจัดให้มีศูนย์รวบรวมเอกสารความรู้ด้านการจัดการความรู้ KM ไว้ ณ สำนักฯ



ภาพที่ 4 ศูนย์การเรียนรู้ (KM Center)

การประยุกต์ใช้หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง กับ KM สท.

หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นปรัชญาที่ชี้ถึงแนวทางการดำรงอยู่และปฏิบัติตนของประชาชนในทุกระดับ ให้ดำเนินไปในทางสายกลาง ความพอเพียงพอประมาณ และมีเหตุมีผล รวมถึงจะต้องมีระบบภูมิคุ้มกันในตัวที่ดีต่อการมีผลกระทบใดๆ อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทั้งภายนอกและภายใน ทั้งนี้ จะต้องอาศัยความรอบรู้ ความรอบคอบ และความระมัดระวังอย่างยิ่ง ในการนำวิชาการต่างๆ มาใช้ในการวางแผน และการดำเนินงานในทุกขั้นตอน ขณะเดียวกันต้องเสริมสร้างพื้นฐานในด้านจิตใจ คุณธรรม ความซื่อสัตย์ สุจริต และมีความรอบรู้ที่เหมาะสม มีความอดทน พากเพียร มีสติปัญญา ความรอบคอบ พร้อมรองรับความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและกว้างขวางทั้งด้านวัตถุ สังคม สิ่งแวดล้อม ให้ก้าวทันต่อโลกยุคโลกาภิวัตน์

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สท.) ได้นำหลักของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ในการจัดการความรู้ กล่าวคือ การนำแนวคิดสร้างคนด้วยระบบบริหารงานคุณภาพที่กล่าวข้างต้น **“ด้านความรู้”** ทำให้บุคลากรได้เรียนรู้ทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองทุกคน เช่น มีการรวมกลุ่มกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ งานในการกิจ จัดทำเอกสารคุณภาพในการงานที่ได้รับมอบหมาย เป็นการถ่ายทอดความรู้ของตนตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้เป็นลายลักษณ์อักษร ทำให้บุคลากรมีความรู้ ความเข้าใจในงานยิ่งขึ้น เป็นการสร้าง **“ภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี”** กล่าวที่ยอมรับการเปลี่ยนแปลงสิ่งใหม่ๆ ที่เข้ามา เช่น การบริหารงานภาครัฐด้วยระบบธรรมาภิบาล คำรับรองปฏิบัติงานราชการ ตัวชี้วัดในมิติต่างๆ **“ความพอประมาณ”** ได้ใช้งบประมาณที่ได้รับจัดสรรแต่ละปีอย่างคุ้มค่าที่สุด มีการใช้ประโยชน์อย่างสูงสุด มีการจัดการบุคลากรที่มีอย่างจำกัดให้เหมาะสมกับงานตามความรู้ความสามารถ **“พัฒนาคนให้มีความคิดอย่างเป็นระบบ มีเหตุมีผล”** จากกลไกของระบบบริหารงานคุณภาพ มีความคิดเชิงระบบ มีการนำประเด็นปัญหาที่ได้จากการตรวจติดตามคุณภาพภายในมารวมกลุ่มหารือแลกเปลี่ยนในกลุ่มชุมชนนักปฏิบัติ เพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แก้ไขปัญหา เกิดการเรียนรู้ สร้างองค์ความรู้ใหม่จากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ **“มีการเผยแพร่กระบวนการงานในการกิจและวิธีการนำปรัชญาของ**

เศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้” เพื่อให้บุคลากร ได้ทราบและปฏิบัติเป็นแนวทางเดียวกัน ประยุกต์กับการทำ KM ของ สท. รวมทั้งเน้นให้ **“บุคลากรมีทั้งคุณภาพในการทำงานและคุณธรรม”** เป็นหลักประจำตัวบุคคล มีสัมมาอาชีวะและจริยธรรมประจำใจ เช่น จัดทำปณิกะสท. ให้ข้อมูลความรู้ด้านบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลงนวัตกรรม หลักปรัชญาการทำงาน การดำเนินชีวิต การส่งเสริมจริยธรรม ด้านการส่งเสริมคุณธรรม ผู้บริหารสำนักฯ เปิดโอกาสให้บุคลากรลาไปปฏิบัติธรรมได้อย่างสม่ำเสมอ

2. ประเด็นยุทธศาสตร์ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ

การจัดการความรู้ตามประเด็นยุทธศาสตร์ **“การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ”** มีเป้าประสงค์เพื่อให้ห้องปฏิบัติการในประเทศมีความสามารถตามมาตรฐาน เนื่องจากปัจจุบันพบว่าห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการตาม ISO/IEC 17025 มีจำนวนน้อยมาก เมื่อเทียบกับจำนวนห้องปฏิบัติการทั้งหมดในประเทศ ทั้งๆ ที่สินค้าส่งออกส่วนใหญ่จำเป็นต้องมีรายงานผลจากห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองฯ วศ. จึงส่งเสริมสนับสนุนห้องปฏิบัติการของประเทศให้ตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นในการจัดทำระบบคุณภาพ และการประกันคุณภาพ รวมทั้งสร้างหลักประกันคุณภาพและคงไว้ซึ่งระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่น่าเชื่อถือ มีความถูกต้อง

วศ. ได้คัดเลือกองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติราชการตามประเด็นยุทธศาสตร์ คือ **“ด้านการประเมินห้องปฏิบัติการให้เป็นแนวทางเดียวกัน”** โดยกำหนดตัวชี้วัดตามคำรับรองการปฏิบัติราชการ คือ จำนวนห้องปฏิบัติการที่ได้รับการประเมินเพื่อการรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการ เหตุผลที่เลือกองค์ความรู้นี้เนื่องจาก ต้องมีการพัฒนาความรู้ความสามารถของผู้ประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถดำเนินการประเมินได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อให้บุคลากรและผู้ประเมินของ วศ. มีความรู้ ความเข้าใจในข้อกำหนดและขั้นตอนการตรวจประเมินห้องปฏิบัติการทดสอบ รวมทั้งความรู้อื่นที่เกี่ยวข้อง สามารถนำไปปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องเป็นไปตามข้อกำหนดสากลและเป็นไปใน

แนวทางเดียวกัน อีกทั้งเป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อ
 เชื้อประโยชน์ต่อการประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการ
 การทดสอบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ดังนั้นการจัดการความรู้ให้เป็นระบบจึงมีความ
 สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งมาก รวมทั้งการสร้างบรรยากาศ
 และวัฒนธรรมการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นภายใน วศ. โดย
 กำหนดแนววิธีปฏิบัติงาน ตลอดจนการใช้เทคโนโลยี
 สารสนเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการความรู้
 ในองค์กรให้ดียิ่งขึ้น เพื่อเชื่อมโยงกับกระบวนการบริหาร
 การเปลี่ยนแปลง (change management process) สำหรับ
 ผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและเสริมสร้างสภาพ
 แวดล้อม เชื้อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง
 เพื่อให้ วศ. เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (learning
 organization) ที่ยั่งยืนต่อไป



ภาพที่ 5 การพัฒนาความรู้ให้ผู้ประเมิน



ภาพที่ 6 การประชุมกลุ่มชุมชนนักปฏิบัติ บร.



ภาพที่ 7 ศูนย์การเรียนรู้ (KM Center)

กระบวนการจัดการความรู้ เริ่มจาก คณะทำงาน
 KM ที่รับผิดชอบประเด็นยุทธศาสตร์ คือ สำนักบริหาร
 และรับรองห้องปฏิบัติการ (บร.) ได้ตรวจสอบความรู้ที่มี
 ใน วศ. กับความรู้ที่ต้องใช้ในการประเมิน หลังจากนั้นได้
 สร้างและแสวงหาความรู้ โดยค้นคว้าจากเอกสาร รวมทั้ง
 มีการอบรม ศึกษาดูงาน ประชุม ฟังบรรยาย และ
 สอนงานจากผู้เชี่ยวชาญทั้งในและต่างประเทศ ผู้แทน
 ของสำนักฯ ยังเข้าร่วมประชุมจัดการความรู้ภาคราชการ
 และดูงานด้านการจัดการความรู้อีกหลายแห่ง เพื่อนำ
 ความรู้ดังกล่าวมาจัดให้เป็นระบบ โดยจัดเก็บไว้ในฐาน
 ข้อมูลความรู้ และในรูปเอกสาร แบ่งตามประเภทให้
 พร้อมใช้งานและปรับปรุงให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ เพื่อ
 ให้บริการภายใน บร. รวมทั้งเผยแพร่ผ่านทางเว็บไซต์
 สำหรับให้บุคลากร วศ. และผู้เกี่ยวข้องรวมทั้งห้องปฏิบัติ
 การของประเทศสามารถดาวน์โหลด (down load) ไปใช้
 ประโยชน์ได้ ในส่วนการประมวลและกลั่นกรองความรู้
 ได้จัดทำองค์ความรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้ประเมิน เสนอต่อ
 คณะอนุกรรมการพิจารณารับรองระบบงานห้องปฏิบัติ
 การแต่ละสาขา ให้คณะกรรมการรับรองระบบงานห้อง
 ปฏิบัติการที่แต่งตั้งโดยปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และ
 เทคโนโลยี พิจารณาให้ข้อคิดเห็นในส่วนที่เกี่ยวข้อง
 เมื่อผ่านการทวนสอบ และเห็นชอบแล้ว จึงอนุมัติใช้ได้
 และ บร. ยังได้ร่วมกันจัดตั้งกลุ่มชุมชนนักปฏิบัติ (CoP)

และนำเสนอผลงานในวันมหกรรมจัดการความรู้ของ วศ. ในส่วนของการสร้างขวัญกำลังใจแก่ผู้ปฏิบัติงาน บร. ได้ร่วมกันจัดให้มีการยกย่องให้รางวัล และประกาศเกียรติคุณ แก่บุคลากรของ บร. ที่ได้ร่วมเป็นคณะกรรมการด้านวิชาการของกรมวิทยาศาสตร์บริการในการสร้างสรรค์ ผลงานด้านวิชาการที่ดีเด่น อันเป็นประโยชน์อย่างมาก ต่อ วศ. อีกด้วย

สำหรับการเข้าถึงความรู้ บร.ได้เลือกใช้ 4 ช่องทาง ได้แก่ การใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น เว็บไซต์ การจัดบอร์ดประชาสัมพันธ์ เพื่อเผยแพร่ข้อมูล ข่าวสารที่มีประโยชน์ การจัดทำสื่อสิ่งพิมพ์ รวมทั้งสื่อ อิเล็กทรอนิกส์ และจัดให้มีศูนย์ KM ไว้ที่ บร. รวบรวม ตำราหลากหลายทั้งวิชาการที่เกี่ยวข้องกับงานหลัก และ ความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ภาษาอังกฤษ สุขภาพอนามัย อาหารการกิน การออกกำลังกาย ตลอดจน สังคม จิตวิทยา ฯลฯ เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ให้เกิดแก่ บุคลากรของ บร. อย่างกว้างขวาง ด้านการแบ่งปัน แลกเปลี่ยนความรู้ ได้จัดให้มีการเผยแพร่ผ่านสื่อสิ่งพิมพ์ ที่ บร. ผลิตขึ้นเองในรูปวารสาร **“บร.สาร”** และส่งให้ สมาชิก อันได้แก่ ห้องปฏิบัติการของประเทศ สถาบัน การศึกษา หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน รวมทั้ง ผู้เกี่ยวข้องเป็นประจำปีละ 3 ฉบับอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังส่งข้อมูลผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ : e-mail และ หนังสือเวียนแก่บุคลากร ให้รับทราบข่าวสารที่เป็น ปัจจุบันอยู่เสมอ และมีการสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้ใน ระหว่างการตรวจประเมินทุกครั้งที่มีการตรวจประเมิน เพื่อให้อาจารย์และผู้ประเมินของ บร. ได้แลกเปลี่ยน ความรู้ ข้อคิดเห็น ประสพการณ์ในการประเมิน ทำความ เข้าใจ และตีความข้อกำหนด ISO/IEC 17025 : 2005 ให้ ดำเนินงานอย่างถูกต้องเหมาะสมเป็นไปตามข้อกำหนด สากลและเป็นแนวทางเดียวกัน ตลอดจนมีการติดตาม ประเมินผลการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อีกด้วย

ปัจจัยหลักสู่ความสำเร็จของการจัดการความรู้ วศ.

จากที่ได้กล่าวในตอนต้นแล้วว่า KM เป็นแนวคิด ที่เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ของกระบวนการเชิงระบบ องค์ประกอบที่สำคัญของการทำ KM ก็คือ คน และการบริหารจัดการคน หัวใจของระบบ KM มุ่งที่การจัด เก็บประสพการณ์ ความรู้ที่อยู่ในคนให้อยู่ภายในองค์กร แม้จะต้องสูญเสียตัวบุคคลนั้นๆ ไป วศ. จึงสร้างระบบ

KM ขึ้นมาเพื่อจัดเก็บความรู้ที่ถูกต้อง ส่งมอบความรู้ ที่ถูกต้อง ให้แก่บุคคลที่ถูกต้อง ในเวลาที่ถูกต้อง มี กระบวนการที่เอื้อให้คนใน วศ. นำความรู้ดังกล่าวไปใช้ ประโยชน์ได้จริง

ฉะนั้น เมื่อ วศ. ได้วางยุทธศาสตร์ KM ไว้ดีแล้ว ปัจจัยสู่ความสำเร็จที่สำคัญที่สุดต่อไปก็คือ คน หรือ บุคลากรทุกคนภายใน วศ. ตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูง ถึง ผู้ปฏิบัติงานระดับล่างสุด ต้องให้ความร่วมมือและ ร่วมกันขับเคลื่อนผลักดันทำให้เกิดวงจรแห่งการเรียนรู้ อย่างต่อเนื่องอย่างแท้จริง ร่วมกันสร้างองค์ความรู้ใหม่ เพื่อสร้างศักยภาพในการแข่งขัน เพิ่มผลผลิตภาพในการ ทำงาน (productivity) สร้างนวัตกรรมใหม่ๆ (innovation) และสนองตอบต่อยุทธศาสตร์ขององค์กร มีการประสาน ความร่วมมือกันในรูปแบบเครือข่ายเพื่อบูรณาการความรู้กับ หน่วยงานอื่นทั้งภายในและภายนอกองค์กร โดยเฉพาะ อย่างยิ่งคือ มีพลังใจแห่งการเรียนรู้ และมุ่งมั่นที่จะเดิน ไปให้ถึงฝันร่วมกัน

บทความนี้ผู้เขียนจึงไม่ได้มองความรู้เป็นปริมาณ ที่คิดออกมาเป็น กิจกรรม / โครงการ ซึ่งคนส่วนใหญ่มักมอง ความรู้และการจัดการความรู้ มุ่งไปที่การใช้ประโยชน์ จากความรู้ (usable knowledge) เป็นหลัก พยายามจะ กำหนดว่าอะไร คือความรู้ อะไรไม่เป็นความรู้ แต่ผู้เขียน มุ่งเน้นกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง ถ่ายทอดระหว่างคนทำงานสู่คนทำงาน เพื่อเอื้อให้เกิด ความรู้ใหม่ ความรู้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดังกล่าว ล้วนทรงคุณค่าและคุณประโยชน์ทั้งสิ้นอยู่ที่ว่าใครจะ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในสถานการณ์ที่เหมาะสม ทั้งการทำงานและการดำเนินชีวิต ตามวงจรการเรียนรู้ อย่างต่อเนื่อง

สรุป

การจัดการความรู้ในทัศนะของผู้เขียนจึงไม่ใช่ สูตรสำเร็จ ที่จะสามารถบอกผลลัพธ์ ได้ว่าปัจจัยนำเข้า คืออะไร รวมกับอะไร แล้วได้อะไรออกมา แต่เป็น กระบวนการที่ต่อเนื่อง หมุนวนเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กัน ความรู้ในเรื่องหนึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ต่อยอดในอีก เรื่องหนึ่งเสมอ จึงอยากให้ทุกคนมอง KM และทำ KM อย่างมีความสุข ถ่ายทอดความรู้ที่เราทราบ เราพบเห็น ทั้งในการทำงาน การดำเนินชีวิตประจำวัน ผ่านเวทีที่เป็น รูปแบบ และไม่มีรูปแบบ ด้วยจิตใจที่ปรารถนาดีต่อเพื่อน

ร่วมงาน ร่วมกันแลกเปลี่ยนเรื่องราวที่ประสบพบเห็น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องราวที่ดีๆ การทำงานที่ประสบความสำเร็จ หรือความผิดพลาด หรือ ความล้มเหลว ที่เกิดขึ้น เพื่อที่ว่าคนอื่นจะได้นำไปเป็นแบบอย่าง หรือไม่เดินพลาดซ้ำ หรือ เรียนรู้เพื่อป้องกันตนเอง ช่วยกันแสวงหาความรู้

ใหม่ๆ ที่คิดว่ามีประโยชน์ต่อองค์กรและเพื่อนร่วมงานมา แลกเปลี่ยนกัน สร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาทดแทน หรือ ล้มล้างความรู้เก่า อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ วศ. เกิดเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้อย่างแท้จริง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. แผนการจัดการความรู้ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : กรม, 2550.

_____. รายงานผลการปฏิบัติราชการตามคำรับรองการปฏิบัติราชการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2550. กรุงเทพฯ : กรม, 2550.

ธงชัย สมบูรณ์. จากองค์กรแห่งการเรียนรู้สู่องค์กรเปี่ยมสุข. กรุงเทพฯ : ประชาญ์สยาม, 2549.

บุญดี บุญญาภิจ และคนอื่นๆ. การจัดการความรู้จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2547.

มยุรี ผ่องผุดพันธ์. เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงกับการบริหารงาน ISO 9001 : 2000 และการจัดการความรู้. กรุงเทพฯ : สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550.

วิจารณ์ พานิช. การจัดการความรู้กับการบริหารราชการแนวใหม่ (Knowledge Center). กรุงเทพฯ : สำนักงาน ก.พ.ร., 2547.

วิจารณ์ พานิช และ ประพนธ์ ผาสุกยี่ด. การจัดการความรู้เพื่อการพัฒนาองค์กรอัจฉริยะ. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการจัดการความรู้เพื่อสังคม, 2550.

สมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทยฯ. การประชุมใหญ่สามัญประจำปี 2548 และการประชุมวิชาการเรื่อง ยุทธศาสตร์การจัดการองค์ความรู้ในห้องสมุด. กรุงเทพฯ : สมาคม, 2548.

แนวทางปฏิบัติสำหรับนักวิเคราะห์ทาง

จุลชีววิทยา

อรทัย สิลลาพอนาพร, วงศ์ทิพา โรจนประภว

บทนำ

ในงานวิเคราะห์ทดสอบที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ การที่ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้เรื่องวิธีวิเคราะห์ที่ถูกต้องเพียงอย่างเดียวไม่อาจยืนยันผลการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องแม่นยำของผลการวิเคราะห์ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีทักษะที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน การออกแบบสถานที่เพื่อป้องกันการปนเปื้อน และรักษาสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน ข้อจำกัด วิธีการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ วิธีการฆ่าเชื้อและการทำความสะอาดวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อและการควบคุมคุณภาพ การจัดการกับตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ เทคนิคการทดสอบและการรายงานผล การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบทางจุลชีววิทยา และการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบ สิ่งเหล่านี้จะช่วยสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาจึงควรมีความรู้เกี่ยวกับแนวทางปฏิบัติเหล่านี้ด้วย

สถานที่

การจัดการเกี่ยวกับสถานที่เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการทดสอบทางจุลชีววิทยา เพื่อให้มั่นใจว่าสิ่งแวดล้อมภายในบริเวณทดสอบตัวอย่างไม่มีผลต่อการทดสอบ และเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการทดสอบ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการแยกพื้นที่ต่างๆ โดยแยกบริเวณที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบตัวอย่างออกจากบริเวณอื่นๆ ได้แก่ ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า ห้องน้ำ ห้องล้างและทำความสะอาดสำนักงาน ห้องเก็บของ และห้องพัก สำหรับบริเวณที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่างและการทดสอบนั้นควรแยกพื้นที่ต่างๆ ออกจากกันอย่างชัดเจน ได้แก่ บริเวณรับและเก็บ

ตัวอย่าง บริเวณที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่าง บริเวณที่ใช้สำหรับทดสอบตัวอย่าง บริเวณที่ใช้สำหรับทดสอบจุลินทรีย์ก่อโรค บริเวณที่ใช้ในการเก็บเชื้อจุลินทรีย์อ้างอิง บริเวณที่ใช้สำหรับเตรียมและฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และเครื่องมือ บริเวณสำหรับเก็บอาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี บริเวณทดสอบตัวอย่างปลอดเชื้อ บริเวณล้างและทำความสะอาดวัสดุอุปกรณ์ บริเวณที่ใช้ในการเก็บสารเคมีอันตราย ความสะอาดเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง ดังนั้นห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาจะต้องรักษาความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ

บุคลากร

บุคลากรที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถเพียงพอที่จะปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยที่ห้องปฏิบัติการต้องมีแนวทางในการทดสอบความสามารถของบุคลากร เช่น การทดสอบวัสดุอ้างอิง (reference material) หรือผลการทดสอบความชำนาญ (proficiency test) หากพบว่าบุคลากรมีความรู้ความสามารถไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน บุคลากรเหล่านั้นควรได้รับการฝึกอบรมในหลักสูตรที่เหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน

ลักษณะส่วนบุคคลเป็นสิ่งสำคัญเช่นกัน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ ผู้ปฏิบัติงานควรปฏิบัติตามข้อกำหนดเหล่านี้คือ สวมเสื้อกาวน์ สวมหมวกตัดเล็บ ล้างมือก่อนและหลังปฏิบัติงาน ไม่พูดคุย ไอ จามขณะปฏิบัติงาน ถ้ามีผู้ป่วยติดเชื้อที่ผิวหนังจะต้องปฏิบัติงานอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันการปนเปื้อน ไม่กินดื่มในห้องปฏิบัติการ ไม่ใช้ปากดูดปิเปต และห้ามเข้าอาหารไว้ในตู้เย็นที่ใช้แช่เชื้อจุลินทรีย์

เครื่องมือ

ผู้ที่ปฏิบัติงานต้องมีความมั่นใจว่าเครื่องมือที่ใช้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน นั่นคือ จะต้องมีการตรวจสอบเครื่องมือก่อนใช้งาน และระหว่างการใช้งานอย่างเหมาะสม เครื่องมือที่มีผลต่อการทดสอบควรจะสอบเทียบเพื่อให้แน่ใจว่าสามารถให้ผลการทดสอบที่ถูกต้องแม่นยำ ห้องปฏิบัติการควรทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องมือแต่ละชิ้นอย่างถูกวิธี ควรกำหนดความถี่ในการสอบเทียบและทวนสอบโดยพิจารณาจากชนิดของเครื่องมือ คำแนะนำจากผู้ผลิต ความถี่จากการใช้งาน ควรมีคู่มือการติดตั้ง การบำรุงรักษา การทำความสะอาด วิธีการใช้งาน และการทวนสอบอย่างถูกวิธี

การเตรียมเครื่องแก้วและวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ ในห้องปฏิบัติการ

เครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่จะต้องใช้จะต้องมั่นใจว่าสะอาดและปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ก่อนนำมาใช้ ควรมีสิ่งบ่งชี้เครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่ปราศจากเชื้อออกจากอุปกรณ์ที่ยังไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ

การจัดเก็บของเสียจากห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

ของเสียจากห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ซึ่งได้แก่ ขยะทั่วไป ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ที่เหลือจากการทดสอบ ขยะติดเชื้อ อาหารเลี้ยงเชื้อ ที่เป็นผลจากการทดลอง เศษเครื่องแก้ว ของมีคมอื่นๆ เช่น ใบมีดโกน ต้องมีวิธีการจัดเก็บ จัดการ ที่เหมาะสม ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ควรกำหนดแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจน ต้องมีแผนปฏิบัติการ ก่อนส่งออกสู่ภายนอก เพื่อจัดการกำจัด แนวทางที่ปฏิบัติขั้นต้นในการจัดการของเสียเหล่านี้ ได้แก่

1. ในขั้นต้น ต้องจำแนกแยกประเภทขยะเหล่านี้ก่อน รวบรวมบรรจุลง หรือภาชนะที่ปิดปากให้มิดชิด เช่น ของเสียประเภททั่วไป ขยะทั่วไป บรรจุลงถัง, ของเสียติดเชื้อ เศษเครื่องแก้ว และของมีคม แยกใส่ถังเหลือง เป็นต้น
2. สำหรับของเสียติดเชื้อ อาหารเลี้ยงเชื้อจากการทดลอง ต้องทำลายเชื้อจุลินทรีย์โดยการนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 30 นาที ก่อนทิ้ง

3. เศษเครื่องแก้ว ของมีคมต่างๆ ต้องหักย่อยลงคม ถ้ามีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ต้องทำลายเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้เครื่องมือหนึ่งภายใต้ความดัน (autoclave) ก่อนรวบรวมทิ้งเช่นกัน

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ก่อนนำอาหารเลี้ยงเชื้อไปใช้ควรมีการบันทึกข้อมูลต่างๆ ดังนี้ บริษัทผู้ผลิต (manufacturer) รหัสของบริษัทผู้ผลิต (manufacturer code) ปริมาณ ขนาด และจำนวน วันที่ตรวจรับ วันที่เปิดใช้งาน สถานที่เก็บเชื้อผู้รับ และนำไปเก็บ และผลของการทดสอบประสิทธิภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อ (productivity และ selectivity)

สำหรับการเก็บรักษาอาหารเลี้ยงเชื้อนั้นควรเก็บตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต รวมทั้งวันหมดอายุที่ได้รับรู้จากผู้ขายภาชนะบรรจุ ซึ่งส่วนใหญ่จะแนะนำให้เก็บในสภาวะที่แห้ง ปราศจากแสง อายุในการเก็บตามที่บริษัทผู้ผลิตระบุ อาหารเลี้ยงเชื้อที่คุณภาพดีควรมีลักษณะแห้งเป็นผง (free-flowing powders)

น้ำที่ใช้สำหรับการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อควรใช้น้ำที่มีคุณภาพดี และปราศจากสารยับยั้งหรือกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์ที่ต้องการทดสอบ การชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อผู้ปฏิบัติงานควรระวังการฟุ้งกระจาย เนื่องจากอาหารเลี้ยงเชื้อบางชนิดมีส่วนผสมของสารพิษซึ่งเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ ควรปรับค่าความเป็นกรด-เบสสำหรับอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว เนื่องจากจะมีค่าความเป็นกรด-เบส (pH) เปลี่ยนแปลงไป

อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมเสร็จแล้วควรมีการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-เบส ปริมาตร (กรณีที่เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว) และการทดสอบความปลอดภัยเชื้อ (sterility test)

ตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบ

ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบผู้ปฏิบัติงานจะต้องดูแลตัวอย่างตั้งแต่กระบวนการขนส่งตัวอย่าง การรับตัวอย่าง และการเก็บรักษาตัวอย่างที่รอการวิเคราะห์ ซึ่งขั้นตอนการขนส่งตัวอย่างจะต้องแน่ใจว่าระหว่างการขนส่งได้เก็บตัวอย่างไว้ภายใต้สภาวะที่จะทำให้มีการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์น้อยที่สุด จะต้องระวังไม่ให้ตัวอย่างเสียหาย หรือเปลี่ยนแปลงระหว่างการขนส่ง และต้องป้องกันตัวอย่างจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่

อยู่ในอากาศ ดังนั้นภาชนะที่ใช้บรรจุตัวอย่างจะต้องปราศจากเชื้อ

การรับตัวอย่างควรตรวจสอบสภาวะของตัวอย่างในขณะที่รับ ตรวจสอบสภาพทางกายภาพของภาชนะที่ใช้บรรจุตัวอย่าง บันทึกข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้ วัน เวลา ที่รับตัวอย่าง รายละเอียดต่างๆ ของการสุ่มตัวอย่าง (วัน เวลาที่สุ่มตัวอย่าง สภาวะของตัวอย่าง) ชื่อ ที่อยู่ของลูกค้า ควรทดสอบตัวอย่างภายใน 24 ชั่วโมงหลังจากรับตัวอย่าง หากไม่สามารถทดสอบตัวอย่างได้ทันสามารถเก็บรักษาตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ -15 องศาเซลเซียส หรือในสภาวะที่เหมาะสมกับชนิดของตัวอย่าง

การทดสอบตัวอย่าง และการรายงานผล

การทดสอบตัวอย่างสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ การเพาะเลี้ยงเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็ง การเพาะเลี้ยงเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว การทดสอบด้วย real time polymerase chain reaction

วิธีการทดสอบตัวอย่าง และการรายงานผลการทดสอบสำหรับเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีหลายวิธี การที่ผู้ทำการวิเคราะห์จะเลือกใช้วิธีการใดนั้นขึ้นอยู่กับข้อตกลงกับลูกค้า ซึ่งจะขอยกตัวอย่างวิธีมาตรฐานที่นิยมใช้ดังนี้ Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual (FDA-BAM), Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL (AOAC), The International Commission on Microbiological Specification for Food of the International Association of Microbiology Societies (ICMSF), Thai Industrial Standard (TIS, มอก.), International Standard Organization (ISO), Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, Standard methods for the Examination of Water & Wastewater

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบทางจุลชีววิทยา

การตรวจสอบความใช้ได้เป็นกระบวนการตรวจสอบเพื่อยืนยันว่าวิธีการทดสอบนั้นเหมาะสม และสามารถใช้งานได้ ตามวัตถุประสงค์ การตรวจสอบความ

ใช้ได้จะทำเมื่อนำวิธีมาตรฐานไปใช้แล้วต้องตรวจสอบยืนยันว่าเป็นไปตามข้อกำหนดของวิธี หรือทำเมื่อใช้วิธีทดสอบใหม่ซึ่งอาจจะเป็นวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีมาตรฐาน หรือวิธีที่ห้องปฏิบัติการพัฒนาขึ้นเอง (In-house method)

การควบคุมคุณภาพผลการทดสอบ

การควบคุมคุณภาพเป็นกิจกรรมที่ทำขึ้นเพื่อควบคุมและปรับปรุงคุณภาพของการปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดความมั่นใจในผลการทดสอบ โดยมีการตรวจสอบกิจกรรมต่างๆ ว่าได้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ซึ่งแบ่งออกเป็น การควบคุมคุณภาพภายใน และการควบคุมคุณภาพภายนอก การควบคุมคุณภาพภายในจัดทำโดยห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้เฝ้าระวังผลการทดสอบและประเมินผลการทดสอบในแต่ละวันว่ามีผลการทดสอบที่ถูกต้องตรงตามเกณฑ์ที่วางไว้ สำหรับการควบคุมคุณภาพภายนอก เป็นการเปรียบเทียบผลการทดสอบตัวอย่างเดียวกันกับห้องปฏิบัติการอื่นๆ เช่น เปรียบเทียบผลการทดสอบจากหน่วยงานที่ให้การรับรองหรือการเข้าร่วมโครงการทดสอบความชำนาญ (proficiency testing) ซึ่งจัดโดยหน่วยงานภายนอก

สรุป

การแข่งขันทางการตลาดที่เพิ่มสูงขึ้น ผู้ผลิตจะต้องสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า ซึ่งผลการทดสอบที่ถูกต้องและแม่นยำ จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถดึงดูดความสนใจของลูกค้า ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องจะบ่งบอกถึงคุณภาพการผลิต ดังนั้นผู้ที่ปฏิบัติงานในส่วนของการวิเคราะห์และทดสอบทางจุลชีววิทยา จะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อกำหนดพื้นฐานที่เกี่ยวกับวิธีการทดสอบเหล่านี้ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม

เพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพในการปฏิบัติงานให้แก่นักวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญด้านจุลชีววิทยา ได้ร่วมกันพัฒนาหลักสูตรแนวทางปฏิบัติสำหรับนักวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาอาหารขึ้น ซึ่งคาดว่าจะบริหารจัดการฝึกอบรมประมาณกลางปี 2551 นี้ต่อไป



จรรยาบรรณในการทดสอบ



ธิดาดวง พลสิทธิ์

ในหนังสือ ตามรอยพระยุคลบาท จุลจอมสิริราชสมบัติ ครบ 60 ปี ได้กล่าวถึงจรรยาบรรณคุณค่าของข้าราชการไทยไว้เป็นคำกลอนว่า

จรรยาบรรณ

คือ ... ความดี ความงาม ความหมั่นจด

คือ ... คำหยาด เกียรติยศ อันสะอ้าน

คือ ... ค่านิยม อุดมคติ ปณิธาน

คือ ... หลักการ สำหรับ กำกับใจ

คือ ... กฎ กติกา แห่งอาชีพ

คือ ... แสง ดวงประทีป สว่างไสว

คือ ... วิถี นิติธรรม เรื่องราวไร

ประพทุติเกิด ประพทุติใน จรรยาบรรณ

จรรยาบรรณ หมายถึงหลักความประพฤติปฏิบัติอันเหมาะสมที่แสดงถึงคุณธรรมและจริยธรรมที่พึงปฏิบัติในการประกอบวิชาชีพที่บุคคลในแต่ละวิชาชีพได้ประมวลขึ้นเป็นหลัก เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องยึดถือปฏิบัติโดยมุ่งเน้นถึงจริยธรรม ปณิธานและเสริมสร้างให้ผู้ปฏิบัติมีจิตสำนึกบังเกิดขึ้นในตนเอง เกี่ยวกับการประพฤติปฏิบัติในทางที่ถูกต้อง และมุ่งหวังให้ผู้ปฏิบัติได้ยึดถือเพื่อรักษาชื่อเสียงและส่งเสริมเกียรติคุณและวิชาชีพของตน จรรยาบรรณสัมพันธ์กับพฤติกรรมของมนุษย์ซึ่งเป็นปุณฺชน มีความโลภ โกรธ หลง จรรยาบรรณเป็นตัวกำหนดว่าเราคือใคร และสะท้อนถึงชื่อเสียงขององค์กรที่เราสังกัดอยู่ ถ้าในองค์กรมีผู้ที่ไม่คำนึงถึงจรรยาบรรณอาจทำให้ภาพพจน์ขององค์กรเกิดความเสียหายได้

ในยุคโลกาภิวัตน์นี้ การค้าขายสินค้าในประเทศหรือระหว่างประเทศสามารถกระทำได้สะดวก แต่สิ่งสำคัญที่ใช้เป็นข้อมูลในการค้าขายก็คือคุณภาพของสินค้าว่าเป็นไปตามที่กำหนดหรือได้มาตรฐานหรือไม่ ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลเหล่านี้จำเป็นจะต้องมีการตรวจสอบหรือทดสอบสินค้านั้นๆ โดยมักจะกระทำในห้องปฏิบัติการต่างๆ

ปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องและน่าเชื่อถือของผลการทดสอบมีหลายปัจจัย เช่น การเลือกใช้วิธีการทดสอบ เครื่องมือ การประกันคุณภาพและความสามารถของบุคลากร เป็นต้น นอกจากนี้ปัจจัยต่างๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งเป็นปัจจัยทางด้านเทคนิค ยังมีปัจจัยทางสังคมที่ต้องคำนึงถึงอีกคือ “จรรยาบรรณในการทดสอบ” ถือเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่ต้องคำนึงถึง ผู้ที่มีจรรยาบรรณในการทดสอบจะต้องมีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ มีความรู้ความสามารถในการทดสอบ และมีอิสระ ทำให้เป็นที่ได้รับความไว้วางใจทั้งจากหัวหน้า ผู้ร่วมงาน และลูกค้า เพราะเป็นผู้ที่ทำการทดสอบด้วยความซื่อสัตย์ จริงใจ ซึ่งส่งผลให้เกิดความภูมิใจในการกระทำของตน

โดยปกติแล้วหัวหน้าห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องมั่นใจว่า ไม่นักวิทยาศาสตร์คนใดรายงานผลการทดสอบที่เป็นเท็จ เพื่อให้ผลการทดสอบผ่าน ไม่ได้มีการปลอมแปลงหรือปรับแต่งผลการทดสอบเนื่องจากไม่มีเวลาพอที่จะทดสอบหรืออยู่ภายใต้ความกดดันต่างๆ เช่น ความกดดันจากลูกค้า จากองค์กรเองหรือจากการป้องกันตนเองไม่ให้ถูกตำหนิหรือถูกประเมินว่าไม่มีความสามารถ ดังนั้นจรรยาบรรณในการทดสอบจึงเกี่ยวข้องกับทั้งผู้ที่ทำการทดสอบรวมถึงองค์กรของบุคคลผู้นั้นด้วย ซึ่งกรณีขององค์กรจะรวมไปถึงผู้บริหารองค์กรด้วย ห้องปฏิบัติการบางแห่งอาจมีการรักษาผลประโยชน์ของตนเพื่อจะได้ส่งผลการทดสอบให้ทันตามระยะเวลาที่กำหนด จึงมีการไม่ปฏิบัติตามวิธีการทดสอบอย่างไรก็ตามเพื่อรักษาชื่อเสียงขององค์กรและคงไว้ซึ่งจรรยาบรรณในการทดสอบ ห้องปฏิบัติการต้องมีมาตรการที่จะต้องทำให้มั่นใจว่ามาตรฐานจรรยาบรรณเป็นสิ่งสำคัญและคงอยู่เสมอ อาจมีการวิเคราะห์เกี่ยวกับรูปแบบต่างๆ ที่พฤติกรรมไร้จรรยาบรรณอาจเกิดขึ้น มีนโยบายในการจัดการและสื่อสารให้พนักงานภายใน

องค์กรเข้าใจอย่างชัดเจน ทั้งนี้ต้องรวมถึงการห้ามมิให้นักวิทยาศาสตร์รับอามิสสินจ้างใดๆ

ในระดับสากลก็ให้ความสำคัญต่อเรื่องจรรยาบรรณของการทดสอบเช่นกัน เช่น ในมาตรฐาน ISO / IEC 17025 ซึ่งเป็นข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ ข้อ 4.1.5 (b) และ (d) กล่าวว่าต้องมีนโยบายและขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อหลีกเลี่ยงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมใดๆ ที่จะลดความเชื่อถือ ความสามารถ ความเป็นกลาง การตัดสินใจ หรือการดำเนินการด้วยความซื่อตรงต่อวิชาชีพ มีการจัดการเพื่อให้มั่นใจว่าผู้บริหารและบุคลากรเป็นอิสระจากความกดดันทางการค้า การเงิน และความกดดันอื่นใดทั้งจากภายนอกและภายใน และอิทธิพลต่างๆ ที่อาจมีผลต่อคุณภาพของงาน ซึ่งห้องปฏิบัติการจะต้องมีมาตรการและวิธีการดำเนินการเพื่อให้สอดคล้องตามข้อกำหนดนี้ จึงจะได้รับการรับรองความสามารถและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

ศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ยุทธวงศ์ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ให้แนวทางในการบริหารงานตามหลักธรรมาภิบาลในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้

1. การดำเนินการที่จะไม่ขัดผลประโยชน์ หรือ conflict of interest หรือ การเอื้อประโยชน์ให้แก่พวกพ้อง

2. ไม่อิงการเมืองมากเกินไป ควรให้การสนับสนุนช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

3. ให้ข้อมูลทั้งที่เป็นประโยชน์และมีความเสี่ยงตามความเหมาะสม ให้ข้อมูลทั้งที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษ

4. ไม่โฆษณาชวนเชื่อเกินจริงจนทำให้ผู้บริโภคเกิดความเข้าใจผิด

ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ทุกคน รวมถึงผู้บริหารและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผลการทดสอบ จำเป็นต้องมีจรรยาบรรณในการทดสอบ เพราะถ้าผลการทดสอบไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของสินค้าที่จำหน่ายในประเทศและเพื่อการส่งออก ทำให้เสียชื่อเสียง ไม่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล นอกจากนี้ควรถ่ายทอดจรรยาบรรณของการทดสอบที่ดีเหล่านี้สู่บุคลากรรุ่นต่อไป จนเป็นวัฒนธรรมขององค์กร เพื่อดำรงไว้ซึ่งชื่อเสียง ความน่าเชื่อถือและเกียรติคุณขององค์กรอย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

International Organization for Standardization./ International Electrotechnical Commission. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. ISO/IEC 17025. 2005.

Young, Peter. Ethics in testing. **NATA News**, April, 2003, vol.107, no.2.

จรรยาบรรณคุณค่าของข้าราชการไทย. [ออนไลน์] [อ้างถึง 3 กรกฎาคม 2549] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : <http://gotoknow.org/blog/sabye/3681..>

ปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,สำนักงาน. **หลักธรรมาภิบาลในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. โดย ยงยุทธ ยุทธวงศ์. บันทึกข้อความ สป.วท. ที่ วท 0203.2/ว 5007276. ลงวันที่ 3 ตุลาคม 2550.

Simultaneous Enzyme Inhibitor Screening Assay Using Flow Injection Fluorimetry and Chemometrics

Supaporn Kownarumit¹ James N. Miller²

¹ Department of Science Service, Thailand, ² Department of Chemistry, Loughborough University, UK

Abstract

This project has investigated simultaneous screening enzyme inhibitors using flow injection fluorescence spectroscopy and chemometric method to resolve fluorescence strongly overlapping spectra. The dual screening assay has been based on flow injection analysis methodology, with immobilized enzyme on solid phase reactors, i.e. alkaline protease and alkaline phosphatase respectively, to investigate enzyme inhibitors, namely 3-nitrophenylboronic acid and sodium orthovanadate. The excitation-emission fluorescence spectra are strongly overlapped, which do not permit their direct determination without previous separation by conventional methodologies. Here, a method is proposed for the determination of these chemicals by the use of a chemometric technique: a full-spectrum multivariate calibration method, partial least-squares (PLS-1). The experimental calibration set was designed with 13 samples. The concentrations were varied between 1-5 microgram per milliliter ($\mu\text{g/ml}$) for 3-nitrophenylboronic acid and 0.05-0.45 $\mu\text{g/ml}$ for sodium orthovanadate. The emission fluorescence spectra were recorded between 495-594 nanometers, and analyzed with Unscrambler software, using PLS-1 and full cross validation. The correlation coefficients were 0.990833 for 3-nitrophenylboronic acid and 0.998771 for sodium orthovanadate. For external validation, another set of 10 samples was used. The satisfactory results were obtained. The actual and predicted were consistent for most of the mixtures tested. All the predicted concentrations were 98-103% and 93-105% for their actual concentrations for 3-nitrophenylboronic acid and sodium orthovanadate respectively.

Keywords : Chemometrics; enzyme inhibitors; flow injection analysis; fluorescence spectroscopy; PLS-1

* To whom correspondence should be addressed. E-mail: supaporn_kow@hotmail.com, Tel. & Fax 0 2201 7219

การตรวจสอบสารยับยั้งเอนไซม์เบื้องต้นอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เทคนิคโพลินีเจชันฟลูออริเมทรีร่วมกับเคมีเมตริกส์

สุภาพร ใควอนิตส์¹ James N. Miller²

¹ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ² Department of Chemistry, Loughborough University, UK

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาระบบการตรวจสอบเบื้องต้นของสารยับยั้งเอนไซม์ 2 ชนิด ได้แก่ 3-ไนโตรเฟนิลโบโรนิกแอซิดและไซเดียมออกโซโรอานาเดตอย่างต่อเนื่องโดยใช้เทคนิคโพลินีเจชันฟลูออริเมทรี และเคมีเมตริกส์เพื่อแก้ปัญหาการเหลื่อมซ้อนกันอย่างมากของฟลูออเรสเซนซ์สเปกตรัม การทดสอบใช้เทคนิคโพลินีเจชันฟลูออริเมทรีร่วมกับเคมีเมตริกส์เพื่อรีแอคเตอร์ซึ่งมีสารของแข็งที่อิมมูบิลไลซ์ด้วยเอนไซม์ 2 ชนิด คือ อัลคาไลน์โปรตีเอสและอัลคาไลน์ฟอสฟาเทสซึ่งต่อกันแบบอนุกรม สเปกตรัมที่ได้มีการเหลื่อมซ้อนกันอย่างมากซึ่งไม่สามารถทำการทดสอบได้โดยตรงด้วยวิธีปกติโดยปราศจากการทำการแยกสารก่อน แต่ในที่นี้สามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้เทคนิคทางเคมีเมตริกส์เทคนิคหนึ่งซึ่งเป็นวิธีการเปรียบเทียบมาตรฐานหลายตัวแปรที่ใช้ทั้งสเปกตรัมในการวิเคราะห์ทดสอบ ได้แก่ พาร์เชียลลีสตัสควร์ (PLS-1) ชุดการเทียบมาตรฐานที่ใช้ประกอบด้วย 13 ตัวอย่าง ซึ่งมีความเข้มข้นของ 3-ไนโตรเฟนิลโบโรนิกแอซิด ในช่วง 1-5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และไซเดียมออกโซโรอานาเดต ในช่วง 0.05-0.45 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทำการบันทึกความเข้มฟลูออเรสเซนซ์ของสเปกตรัมสารผสมในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 495-594 นาโนเมตร และวิเคราะห์ด้วยอันสเครมเบลอร์ชอร์ฟเวอร์ โดยใช้ PLS-1 และ เทคนิคฟูลครอสวาเลชัน (FCV) ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.990833 และ 0.998771 สำหรับ 3-ไนโตรเฟนิลโบโรนิกแอซิดและไซเดียมออกโซโรอานาเดต ตามลำดับ สำหรับการตรวจสอบการใช้ได้ของวิธีใช้ของผสมอีกชุดหนึ่ง จำนวน 10 ตัวอย่าง ซึ่งให้ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ ค่าที่ได้จากการทำนายมีค่าใกล้เคียงกับค่าจริง โดยความเข้มข้นของค่าที่ทำนายได้อยู่ในช่วง 98-103% และ 93-105% ของความเข้มข้นจริงของ 3-ไนโตรเฟนิลโบโรนิกแอซิดและไซเดียมออกโซโรอานาเดต ตามลำดับ

คำสำคัญ : เคมีเมตริกส์ ตัวยับยั้งเอนไซม์ การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโพลินีเจชัน ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโทสโกปี การถดถอยแบบพาร์เชียลลีสตัสควร์

คำนำ

เทคนิคโพลินีเจชันฟลูออริเมทรีเป็นวิธีทดสอบที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในหลากหลายสาขาวิชา เช่น สิ่งแวดล้อม ชีวเคมี และยา เป็นต้น เนื่องจากเป็นเทคนิคที่มีสภาพไวสูง ปลอดภัย ง่ายต่อการใช้ ค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก และยังคงพ่วงได้กับอีกหลายเทคนิค อย่างไรก็ตามสารที่ถูกวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้มักมีแถบสเปกตรัมที่ค่อนข้างกว้างจึงมีแนวโน้มที่จะซ้อนเหลื่อมกัน (overlapped) เมื่อวิเคราะห์หลายองค์ประกอบพร้อมๆ กัน ทำให้ต้องทำการแยกด้วยเทคนิคต่างๆ ก่อน หรืออาจต้องใช้วิธีที่เฉพาะเจาะจงสูงขึ้นทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น การทดสอบโดยทั่วไปเป็นการทดสอบ

เพียง 1 องค์ประกอบต่อ 1 การทดสอบแต่ในหลายๆ กรณี เช่น การตรวจสอบเบื้องต้นของยา (drug screening) เป็นต้น การทดสอบสาร 2 ตัว หรือ มากกว่าอย่างต่อเนื่องนับว่ามีข้อดีมากมายทั้งประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย วิธีการหนึ่งที่สามารถใช้ในการแก้ไขปัญหาการทดสอบสเปกตรัมที่ซ้อนเหลื่อมและการทดสอบหลายองค์ประกอบอย่างต่อเนื่อง คือ การใช้เทคนิคหนึ่งของเคมีเมตริกส์ (Chemometrics) ได้แก่ เทคนิคการเทียบมาตรฐานหลายตัวแปร (Multivariate calibration) ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีความสามารถในการทำนายความเข้มข้นของสารได้น่าเชื่อถือ และถูกต้องโดยปราศจากการใช้ทั้งความสูงของพีค และ

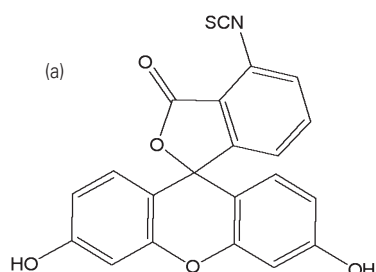
พื้นที่ของพีค¹ ปัจจุบันวิธีการเทียบมาตรฐานหลายตัวแปรจัดเป็นเทคนิคที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งในการหาความเข้มข้นของของผสมที่ซับซ้อนซึ่งมีสเปกตรัมของสารทดสอบในช่วงความยาวคลื่นใกล้เคียงกัน ซึ่งข้อดีหลักของเทคนิคนี้ คือ ทำให้การทดสอบเร็วขึ้นเนื่องจากไม่ต้องทำขั้นตอนการแยกของผสมก่อนทำการวิเคราะห์² การเทียบมาตรฐานหลายตัวแปรมีมากมายหลายเทคนิค³ PCR (Principal component regression) และ PLS (Partial least-squares regression) เป็นเทคนิคที่ใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งในทางเคมีเภสัช การเกษตรและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น เทคนิค PLS ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย Wold⁴ และต่อมาได้มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างมากมาย PLS นั้นต่างจาก PCR ตรงที่เป็นเทคนิคที่ใช้ทั้งข้อมูลของสเปกตรัมและข้อมูลความเข้มข้นในการวิเคราะห์ PLS มี 2 รูปแบบคือ PLS-1 และ PLS-2 PLS-1 นั้นคล้ายกับ PCR คือจะทำการคำนวณจำนวนของปัจจัยหลัก (Number of principal components or factors, PCs) ที่เหมาะสม เพียงองค์ประกอบเดียวในแต่ละครั้งของการคำนวณ แต่ PLS-2 จะใช้ทุกองค์ประกอบอย่างต่อเนื่อง PLS-1 และ PCR เป็นเทคนิคที่ให้ผลการทดสอบใกล้เคียงกันเป็นส่วนใหญ^{5,6} แต่การทดลองของ De Jong⁷ และ Ragno⁸ พบว่า PLS-1 ให้ผลการทำนายที่ดีกว่า PCR โดยเฉพาะในกรณีที่มีการซ้อนเหลื่อมของสเปกตรัมเป็นอย่างมาก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะใช้เฉพาะเทคนิค PLS-1 เท่านั้น วิธีการเทียบมาตรฐานหลายตัวแปรจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของตัวอย่างและตัวแปรต่างๆ ที่ได้จากตัวอย่าง ดังนั้นจะต้องทำการแปรผลของกราฟเทียบมาตรฐานก่อนที่จะใช้ในการทำนายความเข้มข้นของสารทดสอบ การทดสอบการใช้ได้ของวิธี (Method validation) ถูกใช้เพื่อตรวจสอบความใช้ได้ของรูปแบบการเทียบมาตรฐาน (Calibration

model) ถ้ารูปแบบของการใช้ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อภาพแบบการเทียบมาตรฐาน แสดงว่าการทำนายที่เกิดขึ้นอาจไม่น่าเชื่อถือ และเพื่อให้ภาพแบบการเทียบมาตรฐานเหมาะสมต่อการทำนายก่อนที่จะใช้กราฟเทียบมาตรฐาน จะต้องทำการเลือกจำนวนของ PCs ที่เหมาะสม ตัวแปร (variables) ที่ใช้ และกำจัดตัวอย่างที่ไม่อยู่ในเกณฑ์ (outliers) ออกก่อน วัดคุณสมบัติของงานวิจัยนี้เพื่อประเมินค่าความเป็นไปได้ของการใช้เทคนิคการเทียบมาตรฐานหลายตัวแปร ได้แก่ PLS-1 สำหรับการตรวจสอบเบื้องต้นของตัวบ่งชี้เอ็นไซม์อย่างต่อเนื่องโดยเทคนิคฟลูออโรเจกชันฟลูออริเมตรีโดยใช้อิมโมบิไลซ์เอ็นไซม์รีแอกเตอร์

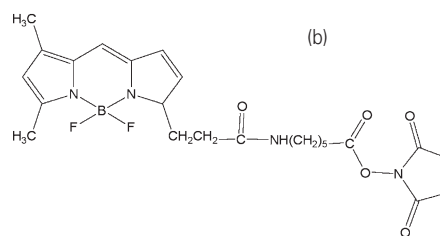
วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมรีแอกเตอร์ ทำโดยอิมโมบิไลซ์เอ็นไซม์ ได้แก่ อัลคาไลน์โปรตีเอส (Alkaline protease, AlkP) และ อัลคาไลน์ฟอสฟาเทส (Alkaline phosphatase, AP) บนสารพุงชีวะภาพเพียซอัลตราลิงค์ (Pierce UltraLink Biosupport medium) ตามคู่มือของทางบริษัท⁹ และบรรจุลงในคอลัมน์แก้วขนาด 3.0 x 2.5 เซนติเมตร

2. การเตรียมสารละลายตั้งต้น (substrates) ได้แก่ บอดีปีเอฟแอล-อัลฟาเคซีนคอนจูเกต (Bodipy FL- α -casein conjugates) และ ฟลูออเรสซินไดฟอสเฟต (Fluorescein di-phosphate, FDP) ทำตามคู่มือของทางบริษัท^{10,11} สารตั้งต้นทั้งคู่นี้ให้ฟลูออเรสเซนซ์ต่ำ แต่สามารถใช้เอ็นไซม์ที่เหมาะสม ได้แก่ อัลคาไลน์โปรตีเอสและอัลคาไลน์ฟอสฟาเทส ทำปฏิกิริยาในสภาวะที่เหมาะสม¹² ทำให้ได้สารบอดีปีเอฟแอล และฟลูออเรสซินตามลำดับ ซึ่งเป็นสารที่ให้ฟลูออเรสเซนซ์สูง สูตรโครงสร้างของสารฟลูออเรสซิน และบอดีปีเอฟแอล แสดงในภาพที่ 1 (a) และ (b) ตามลำดับ



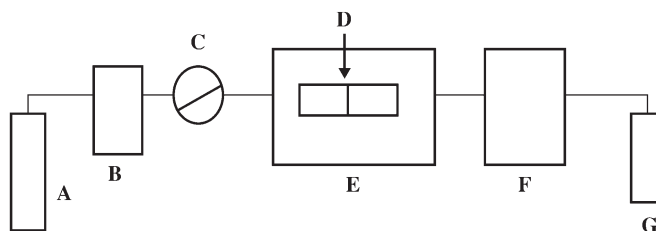
$$\lambda_{\text{ex}} = 494 \text{ nm}, \lambda_{\text{em}} = 520 \text{ nm}, \text{MW} = 389.4$$



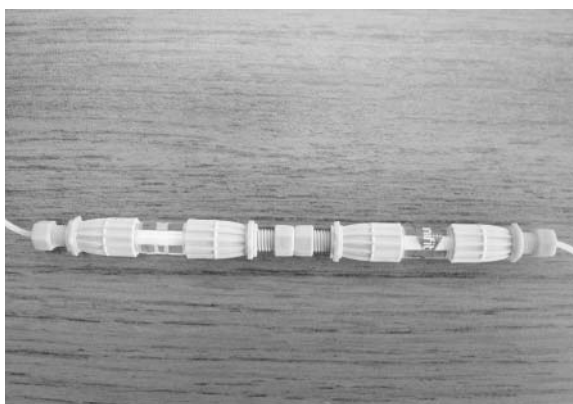
$$\lambda_{\text{ex}} = 504 \text{ nm}, \lambda_{\text{em}} = 513 \text{ nm}, \text{MW} = 502.32$$

ภาพที่ 1 โครงสร้างและคุณสมบัติของ ฟลูออเรสซิน (a) และบอดีปีเอฟแอล (b) 10

3. การวัดฟลูออเรสเซนซ์ ใช้ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโทมิเตอร์ ยี่ห้อ Hitachi รุ่น F-4500 แถบความกว้างของ excitation และ emission = 10 นาโนเมตร ใช้ time scan mode ด้วยความยาวคลื่นของ excitation และ emission = 480 นาโนเมตร และ 514 นาโนเมตรตามลำดับ แมนิโฟลด์สำหรับการตรวจสอบสารยับยั้งเอนไซม์อย่างง่ายที่ใช้ในงานวิจัยนี้แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงแมนิโฟลด์สำหรับการตรวจสอบสารยับยั้งเอนไซม์ด้วยฟลูออเรสเซนซ์ A = บัฟเฟอร์, B = ปั๊ม, C = วาล์วเช็ค, D = เอนไซม์รีแอคเตอร์, E = เครื่องอิงน้ำควบคุมอุณหภูมิ, F = ฟลูออเรสเซนซ์สเปกโทมิเตอร์ และ G = สารละลายที่ต้องการทิ้ง



ภาพที่ 3 รีแอคเตอร์ที่อิมโมบิไลซ์ ด้วย AlkP และ AP ตามลำดับ ซึ่งต่อแบบอนุกรม

จากนั้นสารละลายที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยสารตั้งต้น 2 ตัว คือ บอติปีเอฟแอล-อัลฟาเคซีนคอนจูเกตที่มีความเข้มข้น 4 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร, ฟลูออเรสซินไดฟอสเฟต ที่มีความเข้มข้น 0.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสารยับยั้งเอนไซม์ 2 ตัว คือ 3-ไนโตรเฟนิลโบโรนิกแอซิด (3-Nitrophenylboronic acid, 3-NPBA) ที่มีความเข้มข้นระหว่าง 1-5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ โซเดียมออโธวานาเดต (Sodium orthovanadate, VI) ที่มีความเข้มข้น

คาร์บอนเตบัพเฟอร์ ที่มีความเข้มข้น 0.02 มิลลิโมลาร์ ที่ความเป็นกรดเบส 8.5 ถูกปั๊มอย่างช้าๆ ด้วยอัตราเร็ว 1.2 มิลลิลิตรต่อนาที ผ่านรีแอคเตอร์ 2 ตัว คือ รีแอคเตอร์ที่มีสารที่อิมโมบิไลซ์ ด้วย AlkP และ รีแอคเตอร์ที่มีสารที่อิมโมบิไลซ์ ด้วย AP ตามลำดับ โดยต่อแบบอนุกรม (ภาพที่ 3) ซึ่งเชื่อมต่อในอ่างของเครื่องอิงน้ำที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

ระหว่าง 0.05-0.45 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สารทั้ง 4 นี้จะถูกฉีดเข้าสู่ระบบผ่านวาล์วเช็คผ่าน sample loop ขนาด 50 ไมโครลิตร และตัวอย่างเหล่านี้จะไหลผ่านรีแอคเตอร์ทั้งสองไปยังฟลูออเรสเซนซ์ดีเทคเตอร์ หลังจากการฉีดสารละลาย เป็นเวลา 22 วินาที ทำการหยุดปั๊มด้วยมือ (manual) และบันทึกฟลูออเรสเซนซ์สเปกตรัมทั้งสเปกตรัม (495-594 นาโนเมตร) ข้อมูลของสเปกตรัมจะถูกบันทึกในภาพของ ASCII format แล้วจึงแปลงเป็นเอ็กเซลไฟล์ ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมอันสแครมเบลอร์ (Unscrambler) ภาพทั้งหมดที่ได้จากอันสแครมเบลอร์ซอฟต์แวร์จะแสดงกราฟการเทียบมาตรฐานเป็นสีฟ้าและการทดสอบความใช้ได้ของกราฟจะเป็นสีชมพู ช่วงความเข้มข้นที่เลือกมานี้อยู่ในช่วงกราฟเทียบมาตรฐานที่เป็นเส้นตรง (Linear calibration range) ของสารผสมที่ใช้ในงานวิจัยนี้ การหาความเหมาะสมของภาพแบบการเทียบมาตรฐานจะใช้เทคนิค PLS-1 และ FCV (Full cross validation) เพื่อวิเคราะห์สเปกตรัมของตัวอย่างและคำนวณความเข้มข้นของ 3-ไนโตรเฟนิลโบโรนิกแอซิด และโซเดียมออโธวานาเดตในของผสม

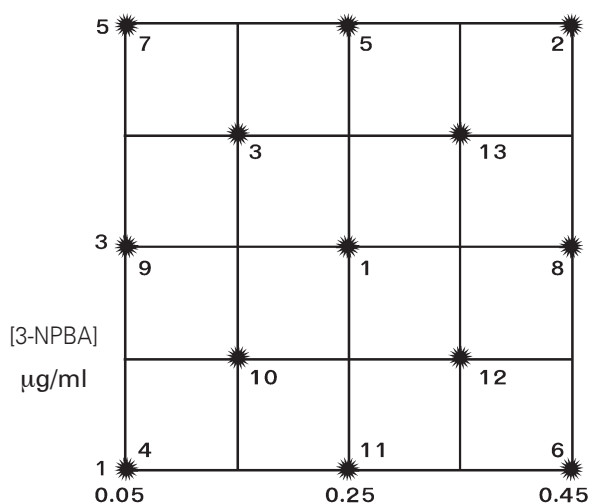
ผลการทดลองและการวิจารณ์

1. การจัดการข้อมูลสเปกตรัมด้วย PLS-1 องค์ประกอบของสารผสมในตัวอย่างของชุดการเทียบมาตรฐาน (calibration set) 13 ตัวอย่าง แสดงในตารางที่ 1 และไดอะแกรมของสารผสมแสดงในภาพที่ 4 PLS-1 เป็นเทคนิคที่วิเคราะห์เพียง 1 องค์ประกอบในแต่ละครั้ง วิธีการเลือกจำนวนองค์ประกอบหรือปัจจัยหลัก (PCs) ที่เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ PLS-1 สามารถทำนายได้อย่างถูกต้อง และเลือกได้หลายวิธี¹³ แต่ในที่นี้จะใช้เพียงค่าความแปรปรวนของการใช้ได้ของ Y ที่คงเหลือ (Residual Y validation variance, RYVV) ในการพิจารณาจำนวนที่เหมาะสมของ PCs FCV เป็นเทคนิคที่เอาตัวสังเกตออกทีละตัวและใช้ส่วนที่เหลือทำการกราฟเทียบ

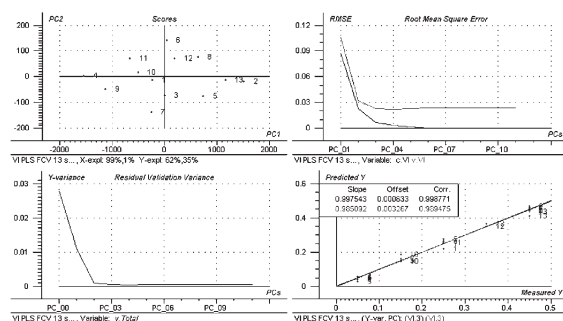
มาตรฐาน และทำอย่างนี้ไปจนครบทุกตัวสังเกต ในที่นี้ใช้ 13 สเปกตรัมเป็นชุดการเทียบมาตรฐาน ดังนั้น 12 สเปกตรัมจะถูกใช้เพื่อการทำกราฟเทียบมาตรฐานหรือใช้ในการทำนายความเข้มข้นโดยที่ความเข้มข้นของตัวทดสอบในตัวอย่างจะถูกเอาออก 1 ครั้ง เมื่อกราฟการทำนายเทียบกับความเข้มข้นของการวัดสำหรับแต่ละองค์ประกอบ จะได้สกอกรัฟ (Score plot) รุทมีนสแควร์ (Root mean square, RMSE) RYVV และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) เพื่อแสดงถึงความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในการวิเคราะห์และคุณภาพของความเหมาะสมของข้อมูลต่อเส้นตรงที่ถูกคำนวณโดยอันสแควมเบลอร์ซอร์ฟแวร์¹⁴ ดังแสดงในภาพที่ 5 และ 6

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของของผสมในตัวอย่างของชุดการเทียบมาตรฐาน

ตัวอย่าง	ความเข้มข้นของ 3-ไนโตรเฟนิลโบโรนิกแอซิด, $\mu\text{g/ml}$	ความเข้มข้นของ โซเดียมมอลโทวานาเตด, $\mu\text{g/ml}$
1	3	0.25
2	5	0.45
3	4	0.15
4	1	0.05
5	5	0.25
6	1	0.45
7	5	0.05
8	3	0.45
9	3	0.05
10	2	0.15
11	1	0.25
12	2	0.35
13	4	0.35

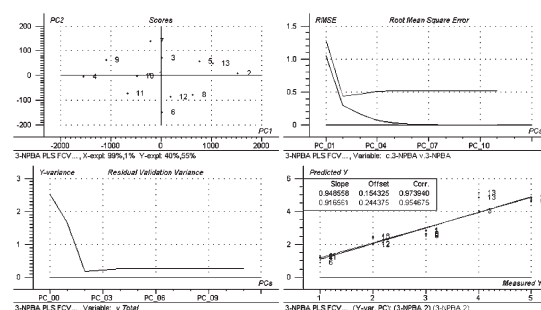


ภาพที่ 4 ไดอะแกรมของสารผสมในชุดการเทียบมาตรฐานจากองค์ประกอบในตารางที่ 1



ภาพที่ 5 กราฟของชุดเทียบมาตรฐานของ 3-ไนโตรฟีนอลจากการวิเคราะห์ด้วยอันสแควมเบลอร์โดยใช้ PLS-1 และ FCV

จากภาพที่ 5 สกอร์กราฟสำหรับชุดเทียบมาตรฐานของ 3-ไนโตรฟีนอล โดยใช้ PLS-1 และ FCV แสดงให้เห็นว่าข้อมูลทั้งหมดของตัวอย่างอยู่ในช่วงภาพแบบเฉลี่ยของข้อมูล X ค่า RYVW แสดง PCs เป็น 3 ดังนั้นจะใช้ค่านี้ในการทำนายต่อไป ค่า RMSE ที่ 3PCs นั้นค่อนข้างต่ำ (0.006 สำหรับ RMSE ของการเทียบมาตรฐาน, RMSEC และ 0.02 สำหรับ RMSE ของการตรวจสอบความใช้ได้, RMSEP) ส่วนค่า $r = 0.998771$ ดังนั้นจากการทดลองที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าชุดการเทียบมาตรฐานนี้ให้ภาพแบบ PLS-1 ที่ดี สามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการทำนายได้ อย่างไรก็ตาม ในภาพที่ 6 ได้ค่า r เพียง 0.973940 และค่า RMSE ก็ค่อนข้างสูง (0.29 สำหรับ RMSEC และ 0.44 สำหรับ RMSEP) และค่า RYVW ของตัวอย่างที่ 13 แตกต่างจากตัวอย่างอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัดเจน (ภาพที่ 7) ดังนั้นตัวอย่งนี้จึงจัดเป็นตัวอย่างที่ไม่

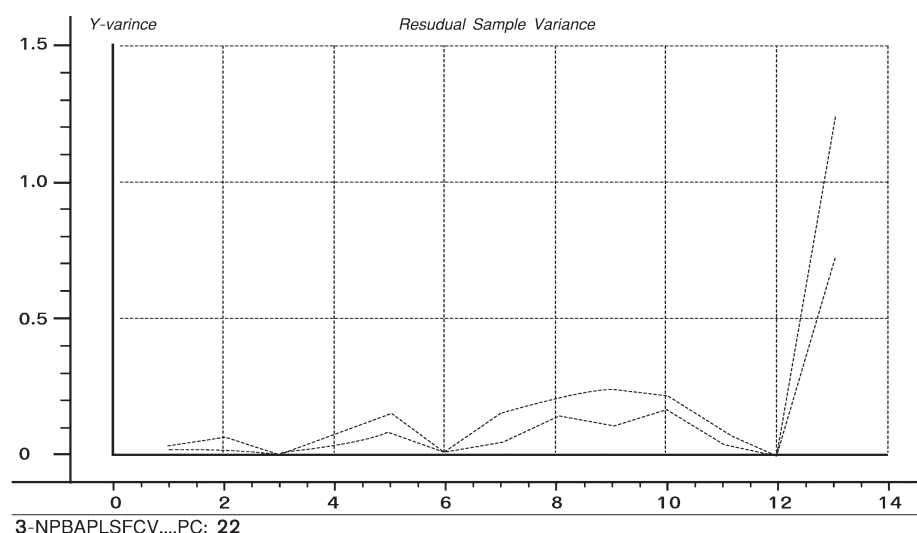


ภาพที่ 6 กราฟของชุดเทียบมาตรฐานของ 3-ไนโตรฟีนอลโบโรนิกแอซิด จากการวิเคราะห์ด้วยอันสแควมเบลอร์โดยใช้ PLS-1 และ FCV

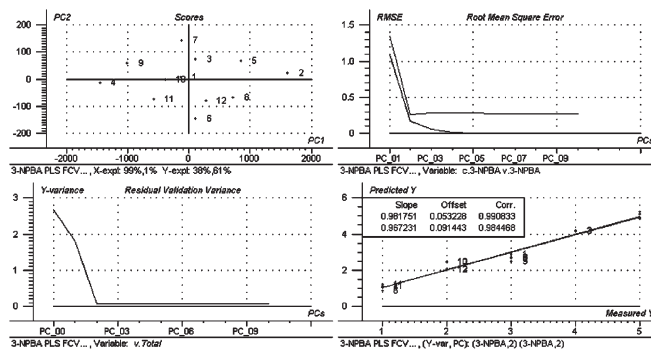
เข้าเกณฑ์ (outlier) จึงต้องกำจัดออกจากชุดเทียบมาตรฐานนี้ แล้วจึงทำการคำนวณอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจากการคำนวณพบว่าได้ผลการทดสอบที่ดีขึ้นดังแสดงในภาพที่ 8 ค่า RYVW แสดงค่า PCs ที่เหมาะสม = 2 และ RMSE ที่ PCs = 2 ดีขึ้นมาก อีกทั้งค่า r สูงขึ้นด้วย (0.990833) จึงใช้ชุดเทียบมาตรฐานที่ปรับแล้วนี้ในการทำนายต่อไป

2. การทำนายและค่าการเบี่ยงเบน (Prediction and deviations)

เพื่อทดสอบความเหมาะสมและการใช้ได้ของวิธี จึงเตรียมของผสมจำนวน 10 ตัวอย่าง ให้มีความเข้มข้นของทั้ง 2 องค์ประกอบ (3-ไนโตรฟีนอลโบโรนิกแอซิด และ 3-ไนโตรฟีนอล) ที่ความเข้มข้นระดับไม่โครกรัมต่อมิลลิลิตร ในระดับความเข้มข้นต่างๆ (แสดงในตารางที่ 2)



ภาพที่ 7 กราฟของความแปรปรวนของตัวอย่างที่คงเหลือสำหรับการตรวจสอบตัวอย่างที่ไม่เข้าเกณฑ์ของ 3-ไนโตรฟีนอลโบโรนิกแอซิด



ภาพที่ 8 กราฟของชุดเทียบมาตรฐานที่ไม่มี outlier ของ 3-ไนโตร เฟนิลโบโรนิกแอซิด จากการวิเคราะห์ด้วยอันสแควรมเบลอร์

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของสารผสม (3-ไนโตรเฟนิลโบโรนิกแอซิด, 3-NPBA และ โซเดียมออโรวานาเดต, VI) ที่ใช้ในชุดข้อมูลสำหรับการทำนาย

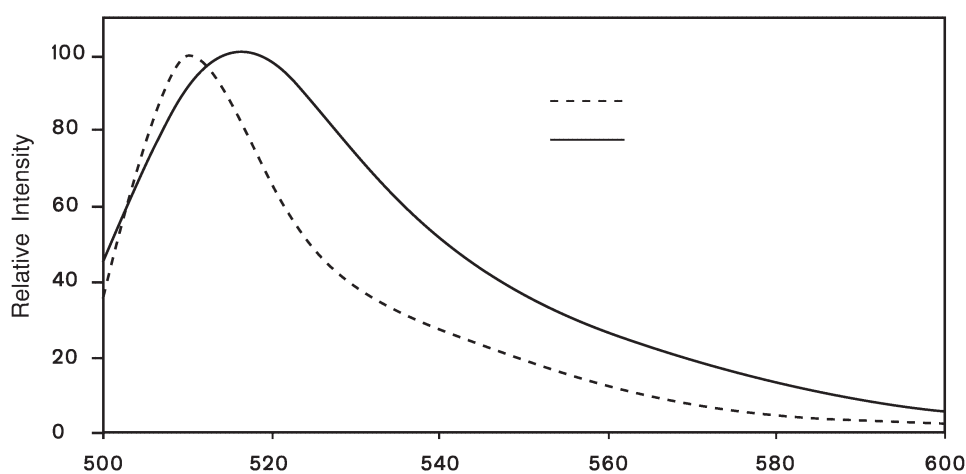
ตัวอย่าง	ความเข้มข้นของ 3-NPBA, $\mu\text{g/ml}$	ความเข้มข้นของ VI, $\mu\text{g/ml}$
1	3	0.25
2	5	0.45
3	4	0.15
4	5	0.25
5	1	0.45
6	2	0.35
7	5	0.05
8	4	0.35
9	2	0.25
10	4	0.45

จากผลการทดลองในตารางที่ 3 และภาพที่ 10 จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จากการทำนายมีค่าใกล้เคียงกันเป็นอย่างมากกับค่าจริง โดยความเข้มข้นของค่าที่ทำนายได้อยู่ในช่วง 98-103% และ 93-105% ของความเข้มข้นจริงของ 3-ไนโตรเฟนิลโบโรนิกแอซิด และโซเดียมออโรวานาเดต ตามลำดับ ค่าการเบี่ยงเบนอยู่ในช่วง 10% สำหรับทั้ง 3-ไนโตรเฟนิลโบโรนิกแอซิด และโซเดียม

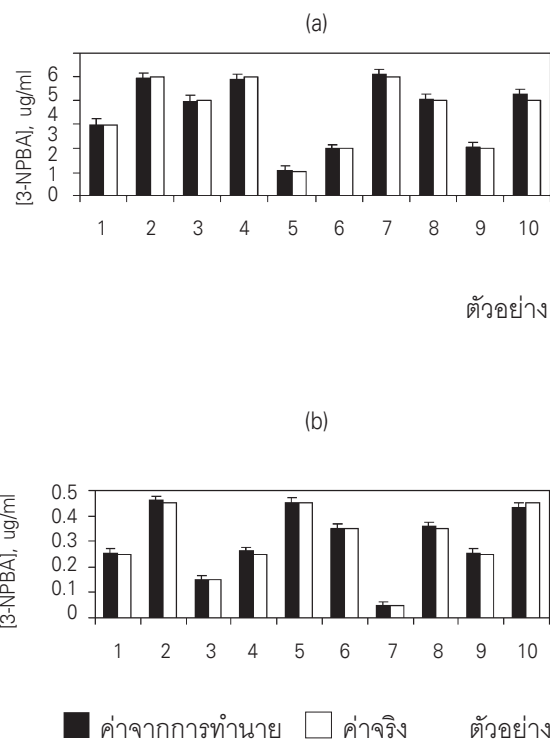
ออโรวานาเดต ยกเว้น ตัวอย่างที่ 5 (23%) สำหรับ 3-ไนโตรเฟนิลโบโรนิกแอซิด และตัวอย่างที่ 7 (34%) สำหรับโซเดียมออโรวานาเดต ผลการทดลองที่ได้นับเป็นที่น่าพอใจเนื่องจากสเปกตรัมของบอดีปี และฟลูออเรสซินมีการเหลื่อมซ้อนกันมาก (แสดงในภาพที่ 9) และวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ก็เพียงพอการตรวจสอบเบื้องต้น (Screening) เท่านั้น

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ด้วยอันสแตรมเบลอร์สำหรับ 3-ไนโตรเฟนิลโบโรนิกแอซิด (3-NPBA) และไซเตียมออโรวานาเดต (VI) ด้วย PLS-1 และ FCV

ตัวอย่าง	[ค่าจริง], μg/ml		[ค่าจากการทำนาย], μg/ml		% การเบี่ยงเบน		% Recovery	
	3-NPBA	VI	3-NPBA	VI	3-NPBA	VI	3-NPBA	VI
1	3.00	0.25	2.97	0.25	9.2	7.5	99.0	100.8
2	5.00	0.45	4.94	0.46	4.5	3.6	98.8	102.2
3	4.00	0.15	3.99	0.15	5.9	10.1	99.9	99.3
4	5.00	0.25	4.91	0.26	4.3	6.3	98.3	105.2
5	1.00	0.45	1.03	0.44	23.1	3.7	103.4	100.4
6	2.00	0.35	1.96	0.35	10.2	5.0	98.0	100.3
7	5.00	0.05	5.09	0.05	4.7	34.4	101.8	93.3
8	4.00	0.35	4.09	0.36	5.4	4.4	102.3	103.1
9	2.00	0.25	2.06	0.25	9.9	8.6	102.9	100.8
10	4.00	0.45	4.11	0.43	5.8	3.7	102.8	96.4



ภาพที่ 9 สเปกตรัมที่ซ้อนเหลื่อมกันของบอดีปีเอฟแอล และฟลูออเรสซิน



ภาพที่ 10 การเปรียบเทียบผลการทำนายกับค่าจริง (a) 3-ไนโตรเฟนิลโบโรนิกแอซิด และ (b) 3-ไนโตรเฟนิลโบโรนิกแอซิด

สรุป

ปัจจุบันคือเมตริกส์ได้ถูกพัฒนาทั้งทางทฤษฎี และเทคนิคการใช้กันอย่างกว้างขวางในหลายสาขา โดยเฉพาะเคมีวิเคราะห์¹⁵⁻¹⁷ บ่อยครั้งที่ฟลูออเรสเซนซ์สเปกตรัมมีการซ้อนเหลื่อมกันเป็นอย่างมาก ทำให้ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการแยกสารก่อนการทดสอบ แต่เทคนิคการเทียบมาตรฐานหลายตัวแปร เช่น PLS-1 ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ทั้งสเปกตรัมในการวิเคราะห์เป็นเทคนิคหนึ่งที่สามารถทำการทดสอบของผสมหลายองค์ประกอบอย่างต่อเนื่องโดยไม่จำเป็นต้องทำการแยกสารออกจากกันก่อน ระบบที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้เป็นรูปแบบที่ง่ายซึ่งสามารถจะพัฒนาได้อีกมากโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น ระบบฟลูออเรสเซนซ์อาจใช้ระบบอัตโนมัติแทนการใช้มือ ซึ่งจะ

ช่วยลดความคลาดเคลื่อนของการทดสอบได้เนื่องจาก การใช้ระบบการดูดสารและการหยุดปั๊มแบบอัตโนมัติ สามารถช่วยให้การจับ (capture) สเปกตรัมของสารผสมได้ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามระบบการทดสอบเบื้องต้นของสารยับยั้งเอนไซม์อย่างต่อเนื่องโดยใช้ฟลูออเรสเซนซ์ฟลูออรีเมทรีและ PLS-1 ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ และการทำนายให้ผลการทดลองที่ดี หากมีการพัฒนาและปรับปรุงต่อไปจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการทดสอบของผสมหลายองค์ประกอบที่มีการซ้อนเหลื่อมของสเปกตรัมสูง และสามารถนำไปพัฒนาในการตรวจสอบเบื้องต้นสำหรับ drug candidates หรือขบวนการตรวจสอบเบื้องต้นในอุตสาหกรรมต่างๆ

- (1) Brereton, R. G. 2000. Introduction to multivariate calibration in analytical chemistry. *Analyst* 125: 2125-2154.
- (2) Bautista, R. D., et al. 1996. Simultaneous spectrophotometric determination of drugs in pharmaceutical preparations using multiple linear regression and partial least-squares regression, calibration and prediction methods. *Talanta* 43: 2107-2115.
- (3) Miller, J. N. a. M., J. C. 2000. *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry*; fourth ed.; Pearson Education Limited: Essex.
- (4) Wold, H. 1985. Partial Least Squares. *Encyclopedia of statistical Sciences*, Vol. 6; Wiley: New York p 581-591.
- (5) Thomas, E. V., and Haaland, D. M. 1990. Comparison of multivariate calibration methods for quantitative spectral analysis. *Analytical Chemistry* 62: 1091-1099.
- (6) El-Gindy, A., Emara, S., and Mostafa, A. 2006. Application and validation of chemometrics-assisted spectrophotometry and liquid chromatography for the simultaneous determination of six-component pharmaceuticals. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 41: 421-430.
- (7) De Jong, S. 1993. Short communication: PLS fits closer than PCR. *Journal of Chemometrics* 7: 551-557.
- (8) Ragno, G., Loele, G., and Risoli, A. 2004. Multivariate calibration techniques applied to the spectrophotometric analysis of one-to-four component systems. *Analytica Chimica Acta*, 512: 173-180.
- (9) PIERCE Chemical Company. 1999. PIERCE Instructions: UltraLink™ Biosupport Medium.
- (10) Molecular Probes Inc. Amines-reactive probes.[online] [cited date : 30 September 2002] Available from internet : www.probes.com.
- (11) Molecular Probes Inc. 2002. Product information: alkaline and acid phosphatase substrates: FDP, MUP, DiFMUP and DDAO phosphate.
- (12) Kownarumit, S. 2006. Multiplex screening using enzyme inhibition, fluorescence detection and chemometrics. In *Chemistry*; Loughborough University: Loughborough.
- (13) Martens, H., and Naes, T. 1989. *Multivariate Calibration*; John Wiley & Sons Ltd.: Chichester.
- (14) CAMO ASA. 1998. User manual: The Unscrambler; CAMO ASA: Norway.
- (15) Lavine, B. K., and Workman, J. Jr. 2002. Chemometrics. *Analytical Chemistry*. 74: 2763-2770.
- (16) Mammarella, E. J.; Rubiolo, A. C. 2006. Predicting the packed-bed reactor performance with immobilized microbial lactase. *Process Biochemistry* 41: 1627-1636.
- (17) Wang, Z. P., Shi, L. L., Chen, G. S., and Cheng, K. L. 2000. Multivariate spectrofluorimetry of ultra trace zirconium(IV) and hafnium(IV) assisted by several chemometrics methods. *Talanta* 51: 315-326.

ข่าวทั่วไปในอดีต.



นายปฐม แหยมเกตุ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ มอบนโยบายการบริหารงานและเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการ พร้อมทั้งฟังการบรรยายสรุปงาน จากผู้อำนวยการสำนักและโครงการของกรมวิทยาศาสตร์บริการ



นายปฐม แหยมเกตุ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ พร้อมคณะผู้บริหารและข้าราชการ ถวายพานพุ่ม และถวายราชสดุดีเพื่อเทิดพระเกียรติ “พระบิดาแห่งเทคโนโลยีของไทย ประจำปี 2550” ณ พระบรมสาทิสลักษณ์รัชกาลที่ 9 และหน้าพระบรมราชานุสาวรีย์ รัชกาลที่ 4 กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



นายปฐม แหยมเกตุ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานเปิดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง “Food Contact Material Legislation in the EU” ซึ่งคณะกรรมการยุโรปด้านอาหารและคุ้มครองสุขภาพได้จัดให้มีขึ้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2550 โดยนางสุมาลี ทังพิทยกุล นักวิทยาศาสตร์ 8 ว กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้รับเชิญจากคณะกรรมการยุโรปฯ ให้เป็น National Project Coordinator ของ EU ในประเทศไทย และเป็นตัวแทนของประเทศไทยในการบรรยายเรื่อง In - Compliance testing with Thailand Standard and Legislation ในวันที่ 30 - 31 ตุลาคม 2550 ณ ห้องกมลทิพย์ 3 โรงแรมสยามซิตี้ กรุงเทพฯ

Department of Science Service, Ministry of Science and Technology

ข่าวทั่วไปในอดีต



กรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมกับ สมาคมศิษย์เก่าเคมีปฏิบัติร่วมทำพิธีบำเพ็ญกุศลครบรอบ 70 ปี การสถาปนาสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ โดยมี นายปฐม คุ้มเกตุ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในพิธี ณ อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



นายปฐม คุ้มเกตุ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานเปิดการสัมมนา เรื่อง ประโยชน์ในการเข้าร่วมกิจกรรมทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการ ซึ่งจัดโดยสำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ พร้อมทั้งให้สัมภาษณ์สื่อมวลชน ในเรื่องดังกล่าว ณ อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



นายปฐม คุ้มเกตุ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ พร้อมข้าราชการและพนักงานกรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมทำพิธีทำบุญเลี้ยงภัตตาหารพระสงฆ์ เนื่องในวันคล้ายวันสถาปนากรมวิทยาศาสตร์บริการ (30 ม.ค. 2551) หลังจากพิธีสงฆ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้มอบรางวัลชมเชยแก่ผู้ส่งคำขวัญ วศ. ที่ได้รับการคัดเลือก จำนวน 9 คน นอกจากนี้ ยังจัดการสัมมนาวិชาการ เรื่อง สถานภาพของสินค้าไทยเพื่อการแข่งขันในเวทีการค้าโลก โดยวิทยากรจากต่างประเทศและในประเทศ ณ อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



กรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมจัดนิทรรศการงานเทคโนโลยีและนวัตกรรมของไทย ประจำปี 2550 ซึ่งจัดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ณ อาคารอิมแพค เมืองทองธานี

Department of Science Service, Ministry of Science and Technology

2551

ข่าวทั่วไปในอดีต.



คณะผู้บริหารและข้าราชการกรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมทำบุญตักบาตร วันขึ้นปีใหม่ พ.ศ. 2551 และร่วมพิธีบำเพ็ญกุศล สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ณ อาคาร พระจอมเกล้า กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



กรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมจัดงานถนนสายวิทยาศาสตร์ ปี 2551 ซึ่งจัดโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในงานนี้ วศ. ได้จัดนิทรรศการ เพื่อให้เยาวชนได้เข้าชมและศึกษาหาความรู้ โดยจัดเป็นสถานีต่างๆ ได้แก่ สถานี Science Home สถานี นักวิทยาศาสตร์น้อย และสถานีหนังสือทำมือ และกิจกรรมอื่นๆ ซึ่งนายปฐม แหม่มเกตุ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้นำ ศจ. ดร. ยงยุทธ ยุทธวงศ์ รัฐมนตรีว่าการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เยี่ยมชมสถานที่ต่างๆอย่างทั่วถึง ณ บริเวณกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการนำผลงานวิจัย เรื่อง ข้าวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง เทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากผลหม่อนและผลิตภัณฑ์กล้วย การป้องกันการเกิดเชื้อราในผลิตภัณฑ์ผักตบชวา และเทคโนโลยีเซรามิกไปจัดแสดง ในงานประชุมเชิงปฏิบัติการบูรณาการงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สู่กลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ณ โรงแรมอัมรินทร์ลากูน จ.พิษณุโลก



ข่าวทั่วไปในอดีต



นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เยี่ยมชมห้องปฏิบัติการเซรามิก และห้องสมุดของกรมวิทยาศาสตร์บริการ



สำนักงานเลขานุการกรม จัดสนทนาปราสา วศ. เรื่อง บทบาทของ วศ. ใน REACH, คนไทยไร้พุงและ พ.ร.บ. ข้าราชการพลเรือน ฉบับใหม่ให้แก่เจ้าหน้าที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ ณ ห้องประชุม อาคารตัว กรมวิทยาศาสตร์บริการ



นายปฐม แหยมเกตุ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ แถลงข่าว ผลการตัดสินและพิธีมอบรางวัลในการประกวดภาพหุ่นตัวจากกระดาษหัตถกรรม เพื่อปฏิบัติตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ณ อาคารพระจอมเกล้ากระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข้าราชการและลูกจ้างกรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมกันจัดงาน "วศ. เกมส์ 50" โดยมี นายปฐม แหยมเกตุ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในการจัดงานฯ



Department of Science Service, Ministry of Science and Technology

การทดสอบโลหะด้วย

เทคนิคออปติคอลอิมิสชันสเปกโทรเมตรี

Spark emission spectrometry

วันดี สือสายวงศ์

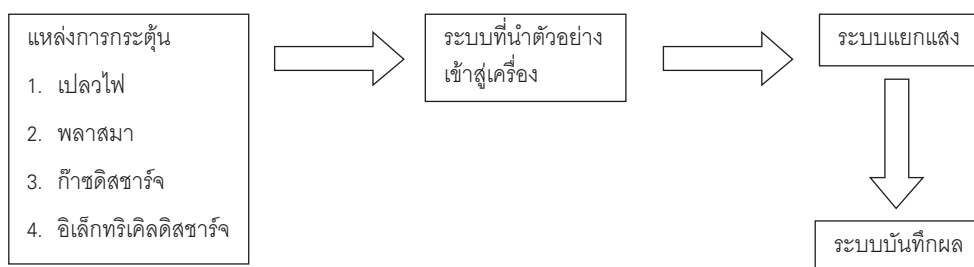
ในอุตสาหกรรมโลหะต่างๆ เช่นเหล็กและเหล็กกล้า อะลูมิเนียม และทองแดง เป็นที่ทราบกันดีว่าเทคนิคออปติคอลอิมิสชันสเปกโทรเมตรีโดยเฉพาะสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรเมตรี (spark emission spectrometry) สามารถใช้เพื่อทดสอบหาปริมาณองค์ประกอบหลัก องค์ประกอบรอง และสารปนเปื้อนในโลหะและตัวอย่างที่นำไฟฟ้าได้โดยตรง (กล่าวคือทดสอบตัวอย่างในสถานะของแข็งโดยไม่ต้องมีการย่อยตัวอย่าง) เทคนิคนี้ได้รับการยอมรับในอุตสาหกรรมโลหะเนื่องจากสามารถให้ผลการทดสอบที่รวดเร็วและมีความเที่ยงในระดับความเบี่ยงเบนสัมพัทธ์ร้อยละ 2 - 3 ทำให้กระบวนการผลิตสามารถทำได้อย่างต่อเนื่อง ไม่ต้องหยุดชะงักเพื่อรอผลการทดสอบ ปัจจุบันมีวิธีมาตรฐานที่ใช้เทคนิคนี้เพื่อการทดสอบโลหะต่างๆ เช่น วิธีมาตรฐานในการทดสอบตัวอย่างเหล็กกล้าเจือต่ำด้วยเทคนิคออปติคอลอิมิสชันสเปกโทรเมตรี (ASTM E 415-99a) และการทดสอบอะลูมิเนียมและโลหะผสมของอะลูมิเนียมโดยอะตอมอิมิสชันสเปกโทรเมตรี (ASTM E 1251-2004) สำหรับห้องปฏิบัติการที่เลือกใช้เทคนิคนี้ไม่ว่าเป็นห้องปฏิบัติการที่เป็นส่วนหนึ่งของ

กระบวนการผลิตหรือห้องปฏิบัติการที่ให้บริการทดสอบทั้งภาครัฐและเอกชน ก่อนการทำการทดสอบหรือให้บริการการทดสอบ ควรมีการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีตามข้อกำหนดของ ISO/IEC 17025 เพื่อพิจารณาว่าวิธีที่เลือกใช้เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่

บทความนี้จะกล่าวถึงหลักการของเทคนิคออปติคอลอิมิสชันสเปกโทรเมตรีโดยย่อ และการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ในการทดสอบตัวอย่างต่างๆ และในโอกาสต่อไปจะได้กล่าวถึงการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีของเทคนิคสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรเมตรี ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีเหล่านี้สามารถนำมาใช้ในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการทดสอบโลหะด้วย

หลักการของเทคนิคออปติคอลอิมิสชันสเปกโทรเมตรี

โดยทั่วไปเทคนิคออปติคอลอิมิสชันสเปกโทรเมตรีประกอบด้วย แหล่งการกระตุ้น (excitation source) ระบบที่นำตัวอย่างเข้าสู่เครื่อง ระบบแยกแสงที่แยกความยาวคลื่นที่เฉพาะของรังสีที่เปล่งออกมา และระบบบันทึกความเข้มของรังสีที่แยกออกม้างภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เทคนิคออปติคอลอิมิสชันสเปกโทรเมตรี

แหล่งของพลังงานที่ใช้ในการกระตุ้นตัวอย่าง เพื่อให้เกิดการเปล่งรังสีที่เป็นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic radiation) จากธาตุต่างๆ ในตัวอย่างอาจเป็น 1) เปลวไฟ 2) พลาสมา 3) ก๊าซดิสชาร์จ (gas discharge) และ 4) อิเล็กทริกัลดิสชาร์จ (electrical discharge) ซึ่งอาร์คหรือสปาร์กดิสชาร์จ (arc or spark discharge) จัดอยู่ในกลุ่มนี้

เทคนิคสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรเมตรีได้เข้ามาแทนที่กระบวนการทดสอบทางเคมีแบบดั้งเดิมสำหรับการวิเคราะห์ธาตุในราวปี ค.ศ. 1920 โดยเทคนิคนี้มีความแม่นยำในระดับการวิเคราะห์กึ่งปริมาณ (semiquantitative technique) มากกว่าที่จะเป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณ แหล่งของการกระตุ้นตัวอย่างในเทคนิคสปาร์กดิสชาร์จประกอบด้วยขั้วอิเล็กโทรดและแหล่งพลังงานที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง การกระตุ้นตัวอย่างเกิดเมื่อมีการผ่านกระแสไฟฟ้าไปยังช่องว่างระหว่างขั้วของอิเล็กโทรด (ขั้วหนึ่งคือตัวอย่างและอีกขั้วเป็นแท่งโลหะ เช่น ทังสเตน เงิน เป็นต้น) ซึ่งเป็นการปล่อยประจุของตัวเก็บประจุในระหว่างขั้วไฟฟ้า ลักษณะเฉพาะของการปล่อยประจุแบบนี้ทำให้เกิดประกาย (spark discharge) ในระยะเวลาที่สั้นมากและพลังงานที่เกิดขึ้นเพียงพอในการทำให้เกิดอะตอม (atomization) ของตัวอย่างและอะตอมหรือไอออนในสถานะที่ถูกกระตุ้นทางไฟฟ้า อะตอมของธาตุที่ถูกกระตุ้นเหล่านี้จะเปล่งรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปแบบของสเปกตรัมเพื่อกลับมายังสภาวะพื้น เนื่องจากการเปล่งรังสีหรือสเปกตรัมของแต่ละธาตุมีลักษณะเฉพาะตัวและแปรตามความเข้มข้นของธาตุในตัวอย่าง ทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ทดสอบได้ ทั้งนี้การวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยเทคนิคสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรเมตรีต้องควบคุมตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวกับการเตรียมตัวอย่างและกระบวนการกระตุ้นให้ดี รวมทั้งต้องมีชุดของวัสดุมาตรฐานที่ใช้ในการทำกราฟมาตรฐานซึ่งเมตริกซ์ควรจะมีเหมือนองค์ประกอบและสมบัติทางกายภาพในตัวอย่างที่จะทดสอบมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ซึ่งในสภาวะที่ควบคุมได้อย่างดีการทดสอบจะมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ที่ร้อยละ 2-3

ในส่วน of เครื่องสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรมิเตอร์ คุณลักษณะที่สำคัญที่ต้องพิจารณาคือความแม่นยำ (accuracy) ความเที่ยง (precision) ขีดจำกัดในการตรวจพบ (limit of

detection) และความเสถียรในระยะยาว (long-term stability) ความแม่นยำของเทคนิคนี้ขึ้นกับการเตรียมตัวอย่าง วิธีทดสอบ ความเที่ยงของเครื่องมือ และการสร้างกราฟมาตรฐาน โดยทั่วไปการสร้างกราฟมาตรฐานของโลหะที่ต้องการทดสอบจะถูกสร้างไว้ในเครื่องจากโรงงานผู้ผลิต โดยใช้ชุดของก้อนโลหะที่เป็นวัสดุอ้างอิงรับรองหรือวัสดุอ้างอิง เมื่อเครื่องได้รับการติดตั้งให้ผู้ซื้อ การทดสอบตัวอย่างจะทำได้โดยการสอบเทียบเครื่อง (standardization) ด้วยชุดโลหะที่เป็นวัสดุอ้างอิงก่อน การทำเช่นนี้เพื่อแก้ไขความคลาดเคลื่อนของความเข้มแสงของธาตุที่ต้องการทดสอบในก้อนโลหะที่เป็นวัสดุอ้างอิงที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงที่ขึ้นกับเวลา จากนั้นจึงทำการทวนสอบอีกครั้งด้วยก้อนโลหะที่เป็นวัสดุอ้างอิงเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า การสอบเทียบเครื่องถูกต้องและสามารถใช้เป็นการควบคุมคุณภาพด้วย เมื่อการทวนสอบได้ผลดีจึงทำการทดสอบตัวอย่างต่อไป เครื่องสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรมิเตอร์ที่มีใช้กันในปัจจุบันมีทั้งเครื่องมือแบบที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้หรือสามารถเคลื่อนที่ได้ตามภาพที่ 2 และ 3

การประยุกต์ใช้เทคนิคสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรเมตรี

การประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ครอบคลุมการหาปริมาณองค์ประกอบหลัก องค์ประกอบรองและสารปนเปื้อนในโลหะต่างๆ เช่น เหล็กและเหล็กกล้า อะลูมิเนียม สังกะสี ตะกั่ว ดีบุก โลหะบัดกรี ทองแดงและโลหะผสมของทองแดง โลหะผสมของนิกเกิลและโคบอลต์ โลหะผสมของไทเทเนียม และโลหะผสมของแมกนีเซียม ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างก้อนเหล็กก่อนและหลังการทดสอบด้วยสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรมิเตอร์ และภาพที่ 5 แสดงก้อนโลหะอะลูมิเนียมมาตรฐานและแผ่นตัวอย่างอะลูมิเนียมที่ทดสอบด้วยสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรมิเตอร์

นอกจากนี้ตัวอย่างที่ไม่นำไฟฟ้า เช่น กากถลุง (slag) และทังสเตนคาร์ไบด์ (tungsten carbide) สามารถทดสอบโดยใช้หลักการอัดตัวอย่างให้เป็นเม็ด (briquetting หรือ pelleting) โดยการผสมตัวอย่างที่บดละเอียดด้วยผงกราฟไฟต์ ทองแดง หรือผงสารที่สามารถนำไฟฟ้าและสามารถถูกอัดเป็นเม็ดได้ เมื่อผสมจนเข้ากันดีแล้วนำไปอัดให้เป็นเม็ดเพื่อใช้ในการทดสอบด้วยเครื่องสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรมิเตอร์ได้

สรุป

การใช้เทคนิคสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรเมตรีเพื่อทดสอบตัวอย่างโลหะ แม้ว่าจะสามารถทดสอบตัวอย่างได้อย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับการทดสอบตัวอย่างด้วยอินดักทีฟพีลด์เพิลพลาสมาออปติคอลลิมิสชันสเปกโทรเมตรีซึ่งถือว่าเป็นเทคนิคประเภทอะตอมอิมิสชันสเปกโทรเมตรีด้วยกัน แต่ยังมีข้อจำกัดอยู่บ้าง เช่น ความถูกต้องแม่นยำในการวิเคราะห์เชิงปริมาณอาจน้อยกว่า



ภาพที่ 2 เครื่องสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรมิเตอร์ รุ่น ARL 4460 (บริษัท ARL Applied Research Laboratories S.A.)

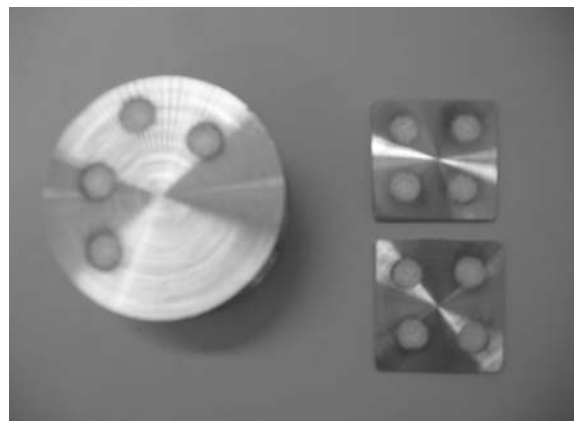


ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างก่อนเหล็กก่อนและหลังการทดสอบด้วยสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรมิเตอร์

นอกจากนี้วัสดุอ้างอิงที่มีเมตริกซ์เดียวกับตัวอย่างมีราคาสูงมากและถือว่าเป็นวัสดุสิ้นเปลือง สำหรับผู้สนใจการทดสอบโลหะด้วยเทคนิคสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรเมตรีโครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการได้ให้บริการทดสอบโลหะ เช่น เหล็กและเหล็กกล้า โลหะบัดกรีและอะลูมิเนียมด้วยเครื่องสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรมิเตอร์ โดยเฉพาะการทดสอบแผ่นอะลูมิเนียมนั้นได้รับการรับรอง ISO/IEC 17025 แล้ว



ภาพที่ 3 เครื่องสปาร์กอิมิสชันสเปกโทรมิเตอร์แบบเคลื่อนที่ได้ (บริษัท Jobin Yvon, Division of Instrument SA Inc)



ภาพที่ 5 แสดงก่อนโลหะอะลูมิเนียมมาตรฐานและแผ่นตัวอย่างอะลูมิเนียมที่ทดสอบแล้ว

(อ่านต่อหน้า 44)

การทดสอบปริมาณขององค์ประกอบในผลิตภัณฑ์

พีวีซี

สิริวรรณ ลีศิริสสว

พีวีซี (PVC) หรือโพลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride) เป็นโพลิเมอร์ประเภทเทอร์โมพลาสติก ได้จากการโพลิเมอร์ไรส์เซชันของไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ (vinyl chloride monomer) ปัจจุบันพีวีซีถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายทั้งในรูปพลาสติกแข็ง (rigid) อีกทั้งยังสามารถนำมาใช้งานในรูปพลาสติกที่มีความพรุน (cellular) เช่น โฟม (foam) และในรูปพลาสติกนิ่ม (plasticized PVC) หลังจากผ่านการเติมสารเติมแต่ง (additives) บางชนิดลงไป

สารเติมแต่งสำหรับอุตสาหกรรมพลาสติก คือ สารที่เติมลงไปในเรซินเพื่อปรับเปลี่ยนสมบัติให้เหมาะสม สารเติมแต่งสำหรับพีวีซีที่สำคัญ 3 ประเภท มีดังนี้

1. พลาสติกไซเซอร์ (plasticizers) เป็นสารที่ใส่ลงไปเพื่อเพิ่มความอ่อนตัว (flexible) หรือเพิ่มความเป็นพลาสติกให้แก่พีวีซี เช่น สาร DEHP [Di(2-ethyl hexyl) phthalate] หรือ DOP (Dioctyl phthalate), สาร ESBO (Epoxidised soy bean oil) และสาร TCP (Tricresyl phosphate) นอกจากนี้แล้วการใช้พลาสติกไซเซอร์ยังช่วยให้สามารถแปรรูปพีวีซีได้ที่อุณหภูมิต่ำลง

2. สารเพิ่มเสถียรภาพ (stabilizers) มีทั้งสารกันตัวออกซิไดส์ (antioxidants), สารเพิ่มเสถียรภาพต่อความร้อน (heat stabilizers) และสารเพิ่มเสถียรภาพต่อรังสีอัลตราไวโอเลต (UV stabilizers) สารกันตัวออกซิไดส์ใช้เพื่อควบคุมการเกิดปฏิกิริยาระหว่างพีวีซีกับตัวออกซิไดส์ (oxidizing agent) ที่เรียกว่าออกซิเดชัน (oxidation) ซึ่งทำให้เกิดการสลายตัวของพีวีซี ส่วนสารเพิ่มเสถียรภาพต่อความร้อนใช้เพื่อเพิ่มความคงตัวต่อความร้อน (heat stability) ให้พีวีซีเนื่องจากกระบวนการแปรรูปต้องใช้ความร้อนสูง ส่วนสารเพิ่มเสถียรภาพต่อรังสีอัลตราไวโอเลตป้องกันการสลายตัวทางเคมีและการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์พีวีซีขณะใช้งานในที่โล่งแจ้ง สารเพิ่มเสถียรภาพ

ที่ใช้กันอยู่ ได้แก่ คาร์บอนแบล็ค (carbon black) และสารประกอบของตะกั่ว (lead compound) เช่น สาร BLC (basic lead carbonate), สาร TBLS (tribasic lead sulphate) และสาร DBLPh (dibasic lead phthalate)

3. สารตัวเติม (fillers) อาจเป็นสารราคาถูกที่ใส่ลงไปเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต ได้แก่ เคลย์ (clay) และแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) หรือสารหน่วงไฟ (flame retardants) เช่น สาร antimony trioxide สารนี้จะทำให้เกิดภาวะช่วยเสริมการหน่วงไฟในพีวีซีที่เรียกว่า synergism โดยขณะที่เกิดการเผาไหม้ จะได้แก๊สหนักที่ปกคลุมไปทั่วพื้นผิวพลาสติก ไฟจึงไม่ลุกลามไหม้ต่อ หรือสารทำให้เกิดสี (colorants) เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์พีวีซีที่มีสีสันสวยงาม

ผลิตภัณฑ์พีวีซีสามารถทำการแยกออกมาได้เป็นพลาสติกไซเซอร์, สารเพิ่มเสถียรภาพและสารตัวเติม และพีวีซีเรซิน โดยใช้วิธีทางเคมีตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสกัดพลาสติกไซเซอร์ (Plasticizer Extraction)

โดยการใช้เครื่องสกัดแบบชอกเลต (Soxhlet apparatus) ดังแสดงในภาพที่ 1 เอทิลอีเทอร์ (ethyl ether) เป็นตัวทำละลายที่ใช้สกัดและเวลาในการสกัด 6 ชั่วโมง สิ่งที่เหลือจากการระเหยตัวทำละลายเอทิลอีเทอร์ในขวดกลั่นก็คือพลาสติกไซเซอร์ จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักปริมาณของพลาสติกไซเซอร์เป็นร้อยละในตัวอย่างพีวีซีสามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

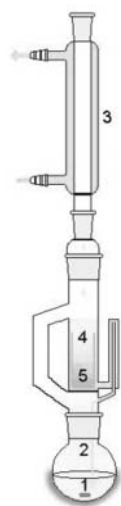
พลาสติกไซเซอร์, ร้อยละ = $\frac{\text{น้ำหนักพลาสติกไซเซอร์ที่สกัดได้}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างพีวีซี}} \times 100$

ขั้นตอนที่ 2 การแยกสารเพิ่มเสถียรภาพและสารตัวเติม (Separation of Stabilizers and Fillers)

โดยการนำตัวอย่างพีวีซีที่ผ่านการสกัดพลาสติกไฮเซอร้อออกแล้ว มาละลายด้วยตัวทำละลายเตตระคลอโรอีเทน (tetrachloroethane) ทำการแยกส่วนที่ละลายในตัวทำละลายกับส่วนที่ไม่ละลาย (ตะกอน) ออกจากกันด้วยการเหวี่ยง (centrifuge) แล้วล้างตะกอนที่แยกได้ด้วยตัวทำละลายเตตระไฮโดรฟิวแรน (tetrahydrofuran, THF) ตะกอนที่เหลือก็คือสารเพิ่มเสถียรภาพและสารตัวเติม จากนั้นอบตะกอนให้แห้งและชั่งน้ำหนัก เพื่อหาปริมาณของสารเพิ่มเสถียรภาพและสารตัวเติมเป็นร้อยละในตัวอย่างพีวีซี ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

สารเพิ่มเสถียรภาพและสารตัวเติม, ร้อยละ = $\frac{\text{น้ำหนักของสารเพิ่มเสถียรภาพและสารตัวเติม}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างพีวีซี}} \times 100$

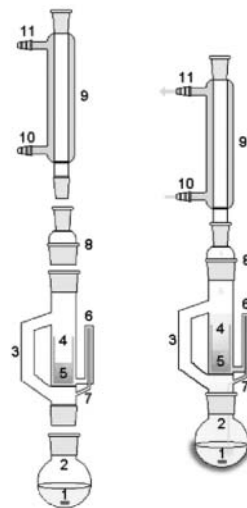
เมื่อนำปริมาณของพลาสติกไฮเซอร้อและของสารเพิ่มเสถียรภาพและสารตัวเติมไปหักออกจากหนึ่งร้อยค่าที่ได้ก็คือปริมาณพีวีซีเรซินในตัวอย่างพีวีซีนั่นเอง



ภาพที่ 1 เครื่องสกัดแบบซอกเลต

1. แท่งกวน (stirrer bar)
2. ขวดกลั่น (still pot)
3. คอนเดนเซอร์ (condenser)
4. ทิมเบิล (thimble)
5. สารที่จะทำการสกัด/ สารที่เหลือจากการสกัด (extraction solid/ residue solid)

กรมวิทยาศาสตร์บริการโดยโครงการฟิสิกส์และวิศวกรรมสามารถให้บริการทดสอบหาปริมาณขององค์ประกอบดังกล่าวได้ ผู้สนใจสามารถติดต่อขอรับบริการได้หรือสอบถามได้ที่โทร. 0 2201 7161



- 1 : Stirrer bar/anti-bumping granules
- 2 : Still pot (extraction pot)
- 3 : Distillation path
- 4 : Soxhlet Thimble
- 5 : Extraction solid (residue solid)
- 6 : Syphon arm inlet
- 7 : Syphon arm outlet
- 8 : Expansion adapter
- 9 : Condenser
- 10 : Cooling water in
- 11 : Cooling water out

เอกสารอ้างอิง

- Additives for PVC. 2007. [Online.] [cited 25 September 2007] Available from Internet : http://www.baerlocher.de/uploads/tx_trbldownload/pb_pvc_additives_v2_int.pdf
- American Society for Testing and Materials. Analysis of components in poly (Vinyl Chloride) compounds using an infrared spectrophotometric technique. D 2124-99. In **Annual book of ASTM standards : plastics (I)**.Vol. 08.01. Baltimore: ASTM, 2007. p.533-538.
- Daniels, C.A. **Polymers: structure and properties**. Lancaster : Technomic Publishing, 1989. p.21-27.
- Soxhlet extractor. 2007. [Online] [cited 25 September 2007] Available from Internet : http://en.wikipedia.org/wiki/Image:soxhlet_extractor.png
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิทยาศาสตร์. ภาควิชาวัสดุศาสตร์. **วิทยาศาสตร์โพลิเมอร์ 1**. โดย เสาวรจน์ ช่างจุลจิตร. กรุงเทพมหานคร : [ม.ป.ท., ม.ป.ป.]

การทดสอบโลหะด้วยเทคนิคออปติคอลอิมิสชันสเปกโทรเมตรี

(ต่อจากหน้า 41)

เอกสารอ้างอิง

- American Society for Testing and Materials. Standard test method for optical emission vacuum spectrometric analysis of carbon and low -alloy steel. E 415-99a. In **Annual book of ASTM Standard (I)** : Analytical chemistry for metals, ores, and related materials Vol. 03.05. West Conshohocken : ASTM, 1999, p. 587 - 595.
- _____. Standard test method for analysis of aluminum and aluminum alloys by atomic emission spectrometry. E 1251-2004. In Analytical Chemistry for Metals, Ores, and related Materials (I). **Annual book of ASTM Standard**, Vol. 03.05. West Conshohocken : ASTM, 2004, p. 699 - 708.
- Australian Standard. Recommended practice for atomic emission spectrometric analysis. **AS 3641.1**. 1999, p. 1-24.
- _____. Analysis of metals- procedures for the setting up, calibration and standardization of atomic emission spectrometers using arc/spark discharge. **AS 2883**. 1986, p. 1-12.
- Skoog, DA., Holler, FJ., and Nieman, TA. **Principle of instrumental analysis**. 5th ed. Philadelphia : Harcourt Brace College Publishers, 1998, p 244-249.
- Thomsen, V. B. E. **Modern spectrochemical analysis of metals: an introduction for users of arc/spark instrumentation**. [n.p] : ASM International.The Materials Information Society, 1994.

การจัดทำข้อมูลห้องปฏิบัติการ

ทางวิทยาศาสตร์ของประเทศ ปี 2549

เกษร ตันนุกิจ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาพัฒนาระบบฐานข้อมูลและสารสนเทศห้องปฏิบัติการเชิงพื้นที่ ข้อมูลและสารสนเทศห้องปฏิบัติการถูกวิเคราะห์เพื่อใช้งานด้านการสนับสนุนการวางแผนและปฏิบัติงานของสำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการแบบบูรณาการ เพื่อการพัฒนาความสามารถห้องปฏิบัติการของประเทศให้ได้มาตรฐานสากลและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมภาคการผลิต

จากการศึกษา พบว่า ฐานข้อมูลประกอบด้วยห้องปฏิบัติการจำนวน 10,155 ห้องปฏิบัติการ จำแนกตามพื้นที่ภาค ประกอบด้วย ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคใต้ มีจำนวนห้องปฏิบัติการปริมาณร้อยละ 56.2 , 11.5, 11.6, 10.6, และ 10.1 ตามลำดับ จำแนกตามประเภทสาขาอุตสาหกรรมจำนวน 10 สาขา ได้แก่ อาหาร น้ำดื่ม น้ำใช้ เพรามิกและแก้ว ยางพารา สิ่งแวดล้อม ผลิตภัณฑ์ยาและเคมีภัณฑ์ ปิโตรเคมี รองเท้าและหนัง ผลิตภัณฑ์พลาสติก กระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ และสาขาอื่นๆ มีจำนวนห้องปฏิบัติการของแต่ละสาขาปริมาณร้อยละ 15.6 , 0.6 , 2.0, 7.2, 16.0, 1.7, 0.4, 1.5, 1.3 และ 54.2 ตามลำดับ การวิเคราะห์ระดับศักยภาพของห้องปฏิบัติการดังกล่าวได้ใช้แนวทางกำหนดเกณฑ์ความสามารถตาม มอก. 17025-2548 (ISO/IEC 17025-2005) เป็นหลัก ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลจากแบบสำรวจมีความสมบูรณ์เพียงพอและสอดคล้องกับมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ในการประเมินขีดความสามารถของห้องปฏิบัติการ ผลการประเมินระดับศักยภาพ พบว่า ห้องปฏิบัติการปริมาณร้อยละ 0.1 (11 ห้องปฏิบัติการ) มีคะแนนศักยภาพในระดับดีมาก พบเฉพาะในกรุงเทพมหานครเท่านั้น และปริมาณร้อยละ 11.1 (1,127 ห้องปฏิบัติการ), 31.8

(3,229 ห้องปฏิบัติการ) และ 57.0 (5,788 ห้องปฏิบัติการ) มีศักยภาพในระดับดี ปานกลาง และสมควรปรับปรุงตามลำดับ ซึ่งกระจายอยู่ทั่วทุกภาค และมีห้องปฏิบัติการปริมาณ ร้อยละ 22.4 (2,275 ห้องปฏิบัติการ) ต้องการความช่วยเหลือด้านการฝึกอบรม การทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ และการขอรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการ

บทนำ

แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ของประเทศไทย พ.ศ. 2545 - 2549 ได้กำหนดให้รัฐดำเนินการพัฒนาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในส่วนงานของรัฐอย่างมีบูรณาการและเป็นเอกภาพ ดังนั้น สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการจึงได้ดำเนินการพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหาร การจัดการ และการปฏิบัติงาน โดยในปีงบประมาณ 2547 ได้เริ่มพัฒนาระบบฐานข้อมูลห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของประเทศเป็น Webbased Application และได้กำหนดแนวทางการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยระบบ Geographic Information System ให้สามารถแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อสะดวกต่อการใช้งาน สามารถสืบค้นสถานที่ตั้งและแสดงผลรายละเอียดของห้องปฏิบัติการทุกสาขา ทุกสถานที่ตั้ง ซึ่งปัจจุบันกระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ เป็นจำนวนกว่าหมื่นห้องได้อย่างแม่นยำ และได้กำหนด Model ที่ใช้ในการประเมินศักยภาพห้องปฏิบัติการดังกล่าว รวมทั้งสามารถรายงานสรุปเชิงสถิติ แต่ละช่วงเวลาได้ ย่อมเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำกับดูแล ส่งเสริม และจัดการพัฒนาศักยภาพห้องปฏิบัติการให้เป็นที่ยอมรับได้อย่างเหมาะสม และยังก่อให้เกิด

เครือข่ายเชื่อมโยงการบริการของห้องปฏิบัติการต่างๆ ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศของห้องปฏิบัติการได้สะดวกและรวดเร็วทันต่อยุคการแข่งขันทางการค้าในตลาดโลก อีกทั้งช่วยลดต้นทุนทั้งในส่วนของผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการในการแลกเปลี่ยนข้อมูลสารสนเทศเพื่อพัฒนาความรู้ให้แก่บุคลากรของห้องปฏิบัติการได้อย่างต่อเนื่อง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ทราบและมีข้อมูลทั่วไปและความต้องการในการพัฒนาที่จำเป็นและเพียงพอสำหรับห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทั่วประเทศ เพื่อจะได้เป็นข้อมูลในการพัฒนาและให้การสนับสนุนความต้องการของห้องปฏิบัติการในแต่ละพื้นที่เกี่ยวกับระบบคุณภาพและวิชาการที่เกี่ยวข้อง
2. เพื่อจัดทำฐานข้อมูลและสารสนเทศของห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ด้วยระบบ GIS ให้ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศไทย เพื่อใช้สำหรับการวางแผนและกำหนดนโยบายในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการทั่วประเทศได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนนำข้อมูลไปใช้ในการสนับสนุนการปฏิบัติการกิจขององค์กรในพื้นที่ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. เพื่อสร้างเครือข่ายฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในการสนับสนุนองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถของห้องปฏิบัติการ เพื่อสนับสนุนภาคอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์และภาครัฐสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศในอนาคตได้
4. เพื่อจัดทำระบบงานสารสนเทศห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เชื่อมกับระบบฐานข้อมูล GIS ให้มีการดำเนินงานแบบบูรณาการซึ่งกันและกัน โดยสามารถนำเข้าและแก้ไขปรับปรุงข้อมูลสารสนเทศผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตลอดจนสามารถออกรายงานสรุปในแต่ละช่วงเวลา เพื่อให้สามารถติดตาม ตรวจสอบ และกำกับดูแลผลการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตการดำเนินงาน

ขอบเขตการดำเนินงาน มีดังนี้

1. สืบค้นข้อมูลและสารสนเทศห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลการพัฒนาห้องปฏิบัติการและความต้องการช่วยเหลือในการพัฒนาห้องปฏิบัติการ

โดยให้ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ และกระจายไปตามประเภทของอุตสาหกรรมภาคการผลิต จำนวนไม่น้อยกว่า 10,000 ห้องปฏิบัติการ

2. วิเคราะห์และจัดกลุ่มระดับความสามารถและคุณภาพห้องปฏิบัติการที่สอดคล้องตามมาตรฐานที่เหมาะสม
3. จัดสัมมนาให้ผู้เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการให้ข้อคิดเห็นเกณฑ์การให้คะแนนคุณภาพ ห้องปฏิบัติการ
4. บันทึกข้อมูลและสารสนเทศห้องปฏิบัติการเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล <http://index.dss.go.th>
5. จัดสัมมนาเผยแพร่ผลงาน

วิธีการดำเนินงาน

ในการดำเนินงานได้ดำเนินการร่วมกับคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยเริ่มต้นจากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ ชื่อห้องปฏิบัติการ สถานที่ตั้ง ที่ติดต่อ เป็นต้น โดยข้อมูลดังกล่าวจะรวบรวมจากแหล่งข้อมูลจากหน่วยงานภาครัฐ เช่น สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม เป็นต้น หลังจากที่ได้สำรวจข้อมูลเบื้องต้นแล้ว จะทำการสำรวจข้อมูลเชิงลึก โดยข้อมูลที่สำรวจจะประกอบด้วย ข้อมูลผู้กรอกแบบสอบถาม ข้อมูลองค์กร ข้อมูลห้องปฏิบัติการ ข้อมูลการพัฒนาห้องปฏิบัติการ และข้อมูลความต้องการช่วยเหลือจากหน่วยงานภาครัฐ ในการดำเนินการ ในขั้นตอนนี้ใช้หลายวิธี ได้แก่ การสัมภาษณ์ ณ ห้องปฏิบัติการ การส่งแบบสอบถามไปยังห้องปฏิบัติการ การสัมภาษณ์ห้องปฏิบัติการทางโทรศัพท์ และการสำรวจข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต เว็บไซต์ <http://www.dss.go.th>, <http://www.dmsc.go.th>, <http://www.tisi.go.th> เป็นต้น

ในการวิเคราะห์ศักยภาพห้องปฏิบัติการ กำหนดดัชนีชี้วัดที่สะท้อนถึงระดับความสามารถและคุณภาพของห้องปฏิบัติการนั้น และออกแบบให้ใช้ข้อมูลที่ได้รับจากแบบสำรวจและแนวกำหนดที่ระบุใน มาตรฐาน ISO/IEC 17025: 2005 รายละเอียด ดังแสดงในตารางที่ 1 ส่วนค่าน้ำหนักของแต่ละตัวชี้วัดได้จากการสำรวจความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการ จำนวน 100 ท่าน โดยใช้วิธีส่งแบบสอบถามและจัดสัมมนาแนะนำการใช้โปรแกรมฐานข้อมูล รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 เกณฑ์ดัชนีชี้วัดห้องปฏิบัติการ

ตัวชี้วัดคุณภาพ	หมวด*	ตัวชี้วัดคุณภาพหลัก	ดัชนีชี้วัด	เกณฑ์ระดับคะแนน	ระดับคะแนน	วิธีการประเมิน	ความสอดคล้องกับ ISO/IEC 17025
ข้อมูลองค์กร							
1. การมีระบบคุณภาพ	ข้อ 8 ระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ	K1.1 ระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ	การมีระบบคุณภาพดังต่อไปนี้ ISO/IEC 17025, GLP ISO 15189	ขึ้นอยู่กับประเภทของระบบคุณภาพ	0 = ไม่มีระบบคุณภาพ 0.5 = กำลังดำเนินการระบบคุณภาพ 1 = มีระบบคุณภาพ	ประเมินโดยตรงแบบสำรวจ	การมีระบบคุณภาพอย่างใดอย่างหนึ่งตามหัวข้อที่ยกตัวอย่างมานี้ เป็นหลักประกันที่แสดงถึงมาตรฐานการดำเนินงานในห้องปฏิบัติการและการให้บริการแก่บุคคลภายนอกได้ในระดับสากล
		K1.2 ระบบคุณภาพอื่นๆ	ISO 14000 HACCP ISO 9000 Series ฮาลาล QS 9000				
2. การมีวัสดุอ้างอิง	ข้อ 7 ห้องปฏิบัติการมีการใช้วัสดุอ้างอิง	K2 การมีวัสดุอ้างอิง	การมีวัสดุอ้างอิง	มี/ไม่มี	0 = ไม่มีวัสดุอ้างอิง 1 = มีวัสดุอ้างอิง	ประเมินโดยตรงแบบสำรวจ	ถึงแม้ว่า ISO 17025 ไม่ได้ระบุว่าห้องปฏิบัติการจะต้องมีวัสดุอ้างอิง (ดังในข้อกำหนดที่ 5.6.3 และ 5.6.4 กล่าวแค่เพียงความสามารถในการสอบกลับได้และการควบคุมการใช้งานวัสดุอ้างอิง (ถ้ามี) เท่านั้น แต่การที่ห้องปฏิบัติการมีวัสดุอ้างอิงไว้ใช้น่าจะเป็นการซึ่งถึงควมมีมาตรฐานและประสิทธิภาพของการดำเนินการทดสอบหรือสอบเทียบ

ตารางที่ 1 เกณฑ์เทียบใช้วัดห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

ตัวชี้วัดคุณภาพ	หมวด*	ตัวชี้วัดคุณภาพหลัก	ดัชนีชี้วัด	เกณฑ์ระดับคะแนน	ระดับคะแนน	วิธีการประเมิน	ความสอดคล้องกับ ISO/IEC 17025
ข้อมูลองค์กร							
3. การมีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้/ความสามารถ/ประสบการณ์ในการใช้วัสดุอ้างอิง	ข้อ 8 เจ้าหน้าที่ที่มีความรู้/ความสามารถ/ประสบการณ์ในการใช้วัสดุอ้างอิง	K3 การมีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้/ความสามารถ/ประสบการณ์ในการใช้วัสดุอ้างอิง	การมีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้/ความสามารถ/ประสบการณ์ในการใช้วัสดุอ้างอิง	มี/ไม่มี	0 = เจ้าหน้าที่ที่มีความรู้/ประสบการณ์ในการใช้วัสดุอ้างอิง 1 = เจ้าหน้าที่ที่มีความรู้/ประสบการณ์ในการใช้วัสดุอ้างอิง	ประเมินโดยตรงแบบสำรวจ	ข้อ 5.2.1 ห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจในความสามารถของบุคลากรที่ใช้เครื่องมือเฉพาะที่ดำเนินการทดสอบหรือสอบเทียบประเมินผลต่างๆ และลงนามในรายงานผลทดสอบ บุคลากรต้องมีพื้นฐานทางด้านการศึกษา การฝึกอบรมหรือความชำนาญตามที่กำหนด
4. การมีระบบประกันคุณภาพของผลการทดสอบ หรือสอบเทียบ	ข้อ 9 มีระบบประกันคุณภาพ (เช่น การทำซ้ำ การ recovery control sample)	K4 การมีระบบประกันคุณภาพของผลการทดสอบ หรือสอบเทียบ	การมีระบบประกันคุณภาพของผลการทดสอบ หรือสอบเทียบ	มี/ไม่มี	0 = ไม่มีระบบประกันคุณภาพ 1 = มีระบบประกันคุณภาพ	ประเมินโดยตรงแบบสำรวจ	ข้อ 5.9.1 “ห้องปฏิบัติการต้องมีขั้นตอนการดำเนินงานในการควบคุมคุณภาพเพื่อเฝ้าระวังความใช้ได้ของการทดสอบ เช่น a. การใช้วัสดุอ้างอิง b. การทำ interlaboratory comparison หรือ proficiency-testing program c. การทำซ้ำ d. การวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดสอบแต่ละครั้ง”

ตารางที่ 1 เกณฑ์ดัชนีชี้วัดห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

ตัวชี้วัดคุณภาพ	หมวด*	ตัวชี้วัดคุณภาพหลัก	ดัชนีชี้วัด	เกณฑ์ระดับคะแนน	วิธีการประเมิน	ความสอดคล้องกับ ISO/IEC 17025
ข้อมูลองค์กร						
5. ความเหมาะสมและเพียงพอของเครื่องมือ	ข้อ 10 เครื่องมือ/อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่มี	K5 ความเหมาะสมและเพียงพอของเครื่องมือ	ความเหมาะสมและเพียงพอของเครื่องมือเมื่อเทียบกับบริการที่สามารถทำได้	ระดับความเหมาะสมและเพียงพอ (0-1)	ประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ	ใน ISO 17025 ได้กล่าวถึงว่าห้องปฏิบัติการจะต้องมีอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติการที่ถูกต้องของการทดสอบ/สอบเทียบด้วย ซึ่งความพร้อมและเหมาะสมของเครื่องมือ/อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติการจะถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะสาขา การให้บริการของห้องปฏิบัติการนั้น
6. จำนวนเครื่องมือที่ได้รับการสอบเทียบเหมาะสม	ข้อ 11 เครื่องมือ/อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอบเทียบตามกำหนด	K6 จำนวนเครื่องมือที่ได้รับการสอบเทียบเหมาะสม	จำนวนเครื่องมือที่ได้รับการสอบเทียบเหมาะสมกับบริการที่สามารถทำได้	ระดับความเหมาะสมและเพียงพอ (0-1)	ประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ	ข้อ 5.6.1 “เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบหรือสอบเทียบ รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้สนับสนุนการวัดที่มีผลกระทบอย่างสำคัญต่อค่าความแม่นยำหรือความไม่ได้อย่างผลการทดสอบหรือสอบเทียบก่อนนำไปใช้งาน”

ตารางที่ 1 เกณฑ์ดัชนีชี้วัดห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

ตัวชี้วัดคุณภาพ	หมวด*	ตัวชี้วัดคุณภาพหลัก	ดัชนีชี้วัด	เกณฑ์ระดับคะแนน	ระดับคะแนน	วิธีการประเมิน	ความสอดคล้องกับ ISO/IEC 17025
ข้อมูลองค์กร							
7. รายการการให้บริการที่ผ่านการทดสอบความชำนาญ/การเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ	ข้อ 13 ผลการทดสอบความชำนาญ/การเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ	K7 รายการการให้บริการที่ผ่านการทดสอบความชำนาญหรือการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ	รายการการให้บริการที่ผ่านการทดสอบความชำนาญหรือการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ	มี / ไม่มี	0 = ไม่มีรายการการให้บริการที่ผ่านการทดสอบความชำนาญหรือเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ 1 = มีรายการการให้บริการที่ผ่านการทดสอบความชำนาญ หรือเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ	ประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ	เช่นเดียวกับคำถามข้อ 9 ในแบบสอบถาม
8. จำนวนครั้งของการเข้าร่วมการฝึกอบรมของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ	ข้อ 2 การฝึกอบรมโดยเฉลี่ยของเจ้าหน้าที่	K8	จำนวนครั้งของการเข้าร่วมการฝึกอบรมของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ	จำนวนครั้ง	0 = ไม่ได้รับการอบรม 0.25 = มีการอบรม 1-5 ครั้ง 0.50 = มีการอบรม 6-10 ครั้ง 0.75 = มีการอบรม 11-15 ครั้ง 1 = มีการอบรมมากกว่า 15 ครั้ง	ประเมินผลโดยตรงจากแบบสำรวจ	ข้อ 5.2.2 “ห้องปฏิบัติการต้องมีนโยบายและขั้นตอนการดำเนินงานในการระบุดูแลความต้องการฝึกอบรม และจัดให้มีการฝึกอบรมแก่บุคลากร โปรแกรมการฝึกอบรมต้องสัมพันธ์กับงานในปัจจุบันและที่คาดว่าจะทำต่อไปของห้องปฏิบัติการ”

ตารางที่ 1 เกณฑ์ดัชนีชี้วัดห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

ตัวชี้วัดคุณภาพ	หมวด*	ตัวชี้วัดคุณภาพหลัก	ดัชนีชี้วัด	เกณฑ์ระดับคะแนน	ระดับคะแนน	วิธีการประเมิน	ความสอดคล้องกับ ISO/IEC 17025
ข้อมูลของค์กร							
9. มีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงาน	ข้อ 3 การจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงาน	K9	มีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงาน	มี / ไม่มี	0 = ไม่มีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม 1 = มีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม	ประเมินผลโดยตรงจากแบบสำรวจ	ข้อกำหนดคือ 5.3.1 “ห้องปฏิบัติการต้องมีการอำนวยความสะดวกต่างๆ สำหรับการผลิต/สอบเทียบ ออกรวมถึงแหล่งพลังงาน ไฟฟ้า แสงสว่าง และสภาวะแวดล้อม ที่อยู่ในสภาพที่เอื้ออำนวยให้การทดสอบหรือสอบเทียบปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง”
10. มีการตรวจเช็ค/บำรุงรักษา เครื่องมือ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	ข้อ 4 การตรวจเช็ค / บำรุงรักษา เครื่องมือ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	K10	มีการตรวจเช็ค / บำรุงรักษา เครื่องมือ อุปกรณ์	มี / ไม่มี	0 = ไม่มีการตรวจเช็ค 1 = มีการตรวจเช็ค	ประเมินผลโดยตรงจากแบบสำรวจ	ข้อ 5.5.6 “ห้องปฏิบัติการต้องมีการดำเนินการในการจัดการเคลื่อนย้าย การเก็บรักษา การใช้และการบำรุงรักษาตามแบบแผนงานของเครื่องมือวัด”

* หมายเลขข้อความที่ระบุ หมายถึง ข้อที่อยู่ในแบบฟอร์มสำรวจข้อมูลห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 2 น้ำหนักความสำคัญของดัชนีชี้วัด

กลุ่มชี้วัด (G)	ตัวชี้วัด คุณภาพหลัก	รายการ	น้ำหนัก (Weight, W)	ระดับคะแนน (L)				
G1	1	1.1 ระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ	0.094 (W1.1)	0	0.5	1		
		1.2 ระบบคุณภาพอื่นๆ	0.069 (W1.2)	0	0.5	1		
G2	2	2. การมี วัสดุอ้างอิง	0.095 (W2)	0	1			
	3	3. การมีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ / ความสามารถ / ประสบการณ์ในการใช้ วัสดุอ้างอิง	0.096 (W3)	0	1			
	4	4. การมีระบบประกันคุณภาพของผลการทดสอบหรือสอบเทียบ	0.101 (W4)	0	1			
	5	5. ความเหมาะสมและเพียงพอของเครื่องมือ	0.093 (W5)	0	0.25	0.5	0.75	1
	6	6. จำนวนเครื่องมือที่ได้รับการสอบเทียบเหมาะสม	0.092 (W6)	0	0.25	0.5	0.75	1
	7	7. รายการการให้บริการที่ผ่านการทดสอบความชำนาญหรือการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ	0.092 (W7)	0	1			
G3	8	8. จำนวนครั้งของการเข้าร่วมการฝึกอบรมของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ	0.081(W8)	0	0.25	0.5	0.75	1
	9	9. มีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงาน	0.086 (W9)	0	1			
	10	10. มีการตรวจเช็ค / บำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	0.102 (W10)	0	1			
		น้ำหนักความสำคัญรวม	1.000					

การคำนวณระดับศักยภาพห้องปฏิบัติการ
คะแนนของแต่ละกลุ่มตัวชี้วัดคำนวณจากผลรวมของ
คะแนนที่ได้รับ คูณด้วยน้ำหนักความสำคัญของแต่ละ
ตัวชี้วัด

$$G_1 + G_2 + G_3 = W1.1L1.1 + W1.2L1.2 + W2L2 + W3L3 + W4L4 + W5L5 + W6L6 + W7L7 + W8L8 + W9L9 + W10L10$$

กำหนดเกณฑ์คะแนนระดับศักยภาพห้องปฏิบัติการ
ที่ได้จากคะแนนรวมของกลุ่มตัวชี้วัด ($G_1 + G_2 + G_3$) ดังนี้

กำหนดให้คะแนนรวม $T = (G_1 + G_2 + G_3)$

ช่วงคะแนน	ระดับศักยภาพห้องปฏิบัติการ
$0.75 \leq T < 1$	ดีมาก
$0.51 \leq T < 0.74$	ดี
$0.26 \leq T < 0.50$	ปานกลาง
$0 \leq T < 0.25$	ปรับปรุง

สรุปผลและวิจารณ์

ผลการสำรวจ ข้อมูลห้องปฏิบัติการได้รวบรวม
ข้อมูลห้องปฏิบัติการทั้งสิ้นจำนวน 10,155 ห้องปฏิบัติ
การ ซึ่งสามารถแยกจำนวนห้องปฏิบัติการออกเป็นพื้นที่
และในแต่ละพื้นที่จะประกอบด้วย 3 กลุ่ม คือหน่วย
ราชการ หน่วยงานเอกชน และหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ
ดังนี้

- หน่วยงานราชการ จำนวน 4,532 ห้องปฏิบัติการ
 - หน่วยงานเอกชน จำนวน 5,208 ห้องปฏิบัติการ
 - หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ จำนวน 415 ห้องปฏิบัติการ
- รวม 10,155 ห้องปฏิบัติการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้จัดทำโปรแกรมการ
รวบรวมข้อมูลห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ในการประมวลผล
และแสดงผลในรูปแบบต่างๆ ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น การออก
แบบโปรแกรมฐานข้อมูลได้ออกแบบโดยอิงตามโครงสร้าง
ของฐานข้อมูลเดิมของกรมวิทยาศาสตร์บริการ และได้
ปรับปรุงโปรแกรมตามข้อเสนอแนะที่ได้รับจากการจัดสัมมนา
ดังตัวอย่างในภาพที่ 1-3

ผลการประเมินระดับศักยภาพ พบว่า ห้องปฏิบัติการ
ปริมาณร้อยละ 0.1 มีคะแนนศักยภาพในระดับดีมาก
พบเฉพาะในกรุงเทพมหานครเท่านั้น และปริมาณร้อยละ
11.1, 31.8 และ 57.0 มีศักยภาพในระดับดี ปานกลาง
และสมควรปรับปรุง ตามลำดับ ซึ่งกระจายอยู่ทั่วทุกภาค
และมีห้องปฏิบัติการปริมาณ ร้อยละ 22.4 ต้องการ
ความช่วยเหลือด้านการฝึกอบรม การทดสอบความ
ชำนาญห้องปฏิบัติการ และการขอรับรองความสามารถ
ห้องปฏิบัติการ

ในการออกแบบดัชนีชี้วัด (ตารางที่ 1) จะมีการ
ออกแบบให้เชื่อมโยงกับข้อมูลในแบบสำรวจ ทั้งนี้เพื่อ
ทำให้การประเมินศักยภาพห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่
สามารถทำได้โดยอาศัยข้อมูลจากแบบสำรวจได้โดยตรง
เช่น การมีระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ มีการใช้วัสดุ
อ้างอิง การมีระบบประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ
การมีเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่มีความรู้ความสามารถ
การมีการตรวจสอบบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ทาง
วิทยาศาสตร์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามดัชนีชี้วัดบางตัวต้อง
อาศัยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านห้องปฏิบัติการ
เช่น สมรรถนะความเหมาะสมและเพียงพอของเครื่องมือ
อุปกรณ์ที่มีในห้องปฏิบัติการ การสอบเทียบเครื่องมือ
ที่จำเป็น รายการการให้บริการที่ผ่านการทดสอบความ
ชำนาญ เป็นต้น ห้องปฏิบัติการที่ได้คะแนนศักยภาพใน
ระดับดี ส่วนใหญ่อยู่กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ
ปทุมธานี ระยอง ชลบุรี สงขลา เชียงใหม่ นครราชสีมา
สมุทรสาคร สระบุรี และพิษณุโลก ในส่วนของห้อง
ปฏิบัติการที่ควรปรับปรุง เนื่องจากยังไม่มีระบบประกัน
คุณภาพ ไม่เคยใช้วัสดุอ้างอิง ไม่สอบเทียบเครื่องมือที่ใช้
ในการวิเคราะห์ทดสอบ เจ้าหน้าที่ไม่ได้รับการอบรม
หลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพห้องปฏิบัติการ ซึ่ง
กรมวิทยาศาสตร์บริการจะได้ดำเนินการพัฒนาต่อไป
รวมทั้งความต้องการด้านต่างๆของห้องปฏิบัติการ ที่
กรมวิทยาศาสตร์บริการสามารถดำเนินการให้ได้

ภาพที่ 1 หน้าจอรายงานสรุปจำนวนห้องปฏิบัติการจำแนกตามจังหวัด

WELCOME TO GIS REPORT - Windows Internet Explorer

http://index.dss.go.th/report/index.php

WELCOME TO GIS REPORT

ภาค	จังหวัด	จำนวน
ภาคกลาง	ราชบุรี	124
	เพชรบุรี	50
	สระบุรี	138
	สมุทรสาคร	316
	สมุทรสงคราม	29
	สมุทรปราการ	765
	สิงห์บุรี	24
	สุพรรณบุรี	67
	อ่างทอง	27
	ลพบุรี	96
	กรุงเทพมหานคร	2703
	กาญจนบุรี	76
	ชัยนาท	24
	นครนายก	35
	นครปฐม	217
	นนทบุรี	218
	ประจวบคีรีขันธ์	61
ภาคตะวันออก	ปทุมธานี	526
	พระนครศรีอยุธยา	216
	รวม	5712
	ระยอง	436
	สระแก้ว	25
	จันทบุรี	50
	ฉะเชิงเทรา	126
	ชลบุรี	446
	ตราด	27
	ปราจีนบุรี	56
	รวม	1166
	บึงสอ	16
	ร้อยเอ็ด	38
	มหาสารคาม	45
	เลย	33
	มุกดาหาร	16
	ศรีสะเกษ	15
	สุรินทร์	41
	หนองคาย	37
	หนองบัวลำภู	11

Internet 100% TH Address 15:30

ภาพที่ 2 หน้าจอแสดงความต้องการในการอบรมและช่วยเหลือ

สรุปความต้องการของห้องปฏิบัติการ - Windows Internet Explorer

http://index.dss.go.th/report/request.php

สรุปความต้องการของห้องปฏิบัติการ

สำนักงานและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
โครงการพัฒนาฐานข้อมูลและสารสนเทศห้องปฏิบัติการเชิงพื้นที่

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ค้นหา

ห้องปฏิบัติการ
บริการทดสอบวิเคราะห์
เครื่องมือ

เข้าสู่ระบบ

ชื่อผู้ใช้

รหัสผ่าน

สมาชิก
ผู้เชี่ยวชาญ
Asst. admin
Administrator

เข้าสู่ระบบ

ยินดีต้อนรับ
คุณ Administrator
ออกจากระบบ

เมนูหลัก

code-org	ชื่อห้องปฏิบัติการ	จังหวัด	ด้านการอบรม	ด้านภาพเขียนเทคนิควิทยา	ด้านอื่นๆ
org-107251		ปทุมธานี			จัดการข้อมูลการจัด
org-107254	ม.เกษตร	กรุงเทพมหานคร			-
org-103456	A.P. FROZEN FOODS CO., LTD (ห้องปฏิบัติการตรวจสอบ ทดสอบ)	สมุทรสาคร			ความรู้ในทางอุตสาหกรรม
org-111319	โรงงานแปรรูปอาหารทะเล (ห้องปฏิบัติการตรวจสอบ)	กรุงเทพมหานคร	iso / IEC 17025	การตรวจ Bioequivalent	
org-106386	โรงงานผลิตนมผง (ห้องปฏิบัติการตรวจสอบ)	ชัยภูมิ	พินิจ		
org-106948	โรงงานผลิตเบเกอรี่ (ห้องปฏิบัติการ LAB 106948 106948 J.P)	สุพรรณบุรี	การวิเคราะห์ดิน		

Internet 100% EN Address 15:33

ภาพที่ 3 หน้าจอแสดงการค้นหาโดยละเอียด

The screenshot shows a web browser window titled 'WELCOME TO GIS REPORT - Windows Internet Explorer'. The address bar shows 'http://index.dss.go.th/report/show/advance_search.php'. The page header includes logos for 'LABORATORY ACCREDITATION BOARD' and 'กรมวิทยาศาสตร์บริการ' (Department of Science Service). The main content area is titled 'ค้นหา' (Search) and contains a form with the following fields:

- ค้นหาแบบใด (How to search): Radio buttons for 'ห้องปฏิบัติการ' (Laboratory), 'บริการทดสอบวิเคราะห์' (Testing service), and 'เครื่องมือ' (Equipment).
- เข้าสู่ระบบ (Login): Fields for 'ชื่อผู้ใช้' (Username) and 'รหัสผ่าน' (Password), with a 'เข้าสู่ระบบ' (Login) button.
- ค้นหา (Search): A form with the following fields:
 - ค้นหาแบบใด (How to search): Radio buttons for 'ห้องปฏิบัติการ' (Laboratory), 'บริการทดสอบวิเคราะห์' (Testing service), and 'เครื่องมือ' (Equipment).
 - ชื่อห้องปฏิบัติการ (Laboratory name): Text input.
 - นิติบุคคล (Legal entity): Dropdown menu.
 - จังหวัด (Province): Dropdown menu.
 - รหัสไปรษณีย์ (Postal code): Dropdown menu.
 - โทรศัพท์ (Telephone): Text input.
 - ประเภทองค์กร (Organization type): Dropdown menu.
 - ห้องปฏิบัติการ (Laboratory): Dropdown menu.
 - ขอบเขตการให้บริการ (Service area): Dropdown menu.
 - อุตสาหกรรม (Industry): Dropdown menu.
 - ระบบคุณภาพ (Quality system): Dropdown menu.
 - สถานะ (Status): Radio buttons for 'และ' (And) and 'หรือ' (Or).
 - Submit button.

เอกสารอ้างอิง

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

ศิริลักษณ์ ไรจน์กิจอำนวย. การออกแบบและบริหารฐานข้อมูล. กรุงเทพมหานคร: บริษัทดวงกมลสมัย, 2545, 236 หน้า.

กรมวิทยาศาสตร์บริการ, สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ. จัดทำโดย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (ฉบับแก้ไข) กิจกรรมสำรวจข้อมูลห้องปฏิบัติการ โครงการพัฒนาระบบฐานข้อมูลและสารสนเทศห้องปฏิบัติการเชิงพื้นที่. มกราคม 2550. 79 หน้า.



รายงานสถานการณ์ปัจจุบัน

ขอบข่ายเกี่ยวกับสารเคมีของสหภาพยุโรป REACH UPDATE

ศาวรสณ ศิลปโกชากุล

ต่อจากฉบับที่ 175

5.2 ความเคลื่อนไหวทางด้านเทคนิคเกี่ยวกับระเบียบ REACH

การทำประชาพิจารณ์ทางอินเทอร์เน็ต ภาคอุตสาหกรรมได้ท้วงติงถึงความเป็นไปได้ของการปฏิบัติตามข้อกำหนดของระเบียบ REACH เนื่องจากความซับซ้อนของ Supply chain และข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและวิธีการใช้สารนั้นเป็นความลับทางการค้า รวมถึงความไม่มั่นใจในการดำเนินงานขององค์กรกลางที่รับผิดชอบ เบื้องต้นจะพิจารณาการประเมินเอกสารและข้อมูลที่ยื่นเสนอจดทะเบียน ด้วยเหตุนี้ ในระหว่างการพิจารณาของคณะมนตรี สหภาพยุโรปและคณะกรรมการสหภาพยุโรป จึงได้เตรียมการเพื่อรองรับการประกาศบังคับใช้ระเบียบ REACH (interim strategy) ควบคู่ไปด้วย โดยมีคณะทำงานเกี่ยวกับเรื่องนี้โดยเฉพาะ (Commission Working Group on Practical Preparations for REACH) การดำเนินการแบ่งออกเป็น

1. Strategic Partnership on REACH Testing (SPORT)
2. Piloting REACH on Downstream User and Communication in Europe (PRODUCE)
3. REACH Implementation Projects (RIP)

5.2.1 Strategic Partnership on REACH Testing (SPORT) ¹¹

กลุ่มอุตสาหกรรมได้เริ่มโครงการทดสอบว่าข้อกำหนดต่างๆ ของระเบียบ REACH สามารถปฏิบัติได้หรือไม่ ต่อมาคณะกรรมการสหภาพยุโรปจึงได้เชิญกลุ่มที่มีส่วนเกี่ยวข้องมาร่วมกันทดสอบระเบียบ REACH และได้ตั้งคณะทำงานอิสระเป็นผู้ดำเนินโครงการและประเมินผลจนทำรายงานผลการทดสอบของกลุ่มผู้เกี่ยวข้องกับระเบียบ REACH ซึ่งประกอบด้วย ผู้แทนจากคณะกรรมการสหภาพยุโรป ประเทศสมาชิกและกลุ่มอุตสาหกรรม ได้แก่ Cefic, UNICE, UEAPME และ DUCC มาร่วมกันทดสอบระเบียบ REACH ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2547 - มิถุนายน พ.ศ. 2548 โดยแบ่งเป็นกรณีศึกษา 8 โครงการ

5.2.1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ คือ

- ก. เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคของการดำเนินการจดทะเบียนและการประเมินสารเคมี (the workability of the registration and evaluation) ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญของระเบียบ REACH
- ข. เพื่อหาวิธีและแนวทางแก้ไขปัญหาและอุปสรรคของการดำเนินการจดทะเบียนและการประเมินสารเคมี
- ค. เพื่อวิเคราะห์ช่องโหว่ของระเบียบ REACH
- ง. เพื่อนำผลการทดสอบไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการสร้างเครื่องมือระบบการบริหารจัดการและคำแนะนำต่างๆ ในโครงการ REACH Implementation Projects (RIP) ต่อไป

¹¹ <http://www.sport-project.info/>

- จ. เพื่อให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีความเข้าใจในกระบวนการของระเบียบ REACH มากขึ้น
- 5.2.1.2 ขอบเขตการทดสอบดังนี้
- ก. ใช้ข้อกำหนดต่างๆ ของร่างระเบียบ REACH ฉบับเดือนตุลาคม พ.ศ. 2546 เป็นหลักแต่สามารถปรับให้สอดคล้องกับการแก้ไขระเบียบของคณะมนตรีและสภายุโรปที่กำลังดำเนินการอยู่
- ข. อุตสาหกรรมที่ทดสอบมีทั้งขนาดใหญ่กลางและเล็ก
- ค. สารเคมีที่ใช้เป็นกรณีศึกษา
- เป็นสารที่มีปริมาณการใช้มาก (high volume) และน้อย (low volume)
 - มีการนำไปใช้ประโยชน์หลากหลาย (broad range of uses)
 - เป็นสารเดี่ยวและกลุ่มสาร (categories of clustered substances)
- ง. หน่วยงานการประเมินที่ทดสอบเป็นหน่วยงานของประเทศสมาชิกหลายประเทศ
- 5.2.1.3 ประเด็นการทดสอบ
- ก. กระบวนการจดทะเบียนโดยผู้ประกอบการอุตสาหกรรม
- การตั้งเครือข่าย (consortia formation) เพื่อใช้ข้อมูลการประเมินความปลอดภัยของสารเคมีร่วมกัน (Substance Information Exchange Forum, SIEF)
 - การเตรียมเอกสารและจดทะเบียน ได้แก่ รายงานการประเมินความปลอดภัยของสารเคมี (CSR) และ SDS
 - การสื่อสารภายใน Supply chain
- ข. กระบวนการประเมินของหน่วยงานของประเทศสมาชิก
- การใช้ category approach and read across
 - การประเมินความสมบูรณ์ของข้อมูล

ตารางที่ 1 แสดงโครงการย่อยการทดสอบระเบียบ REACH ภายใต้โครงการ SPORT
ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2547 - มิถุนายน พ.ศ. 2548

LEAD COMPANY	SUBSTANCE	MEMBER STATE(S)
Arkema	Methane sulfonylchl.	France
BASF	Pentanol	Germany
CHT	Fatty acid amine	Austria
Clariant	Chlorobenzaldehyde	The Netherlands (NL)
Cognis	Alkylsulfates	Italy
DOW	Propyleneglycolethers	Sweden
EFFA	Lavender family	France/ NL
Fuji	Tiron	Finland

5.2.1.4 ผลการทดสอบระเบียบ REACH^{12 13} ของโครงการ SPORT พบว่า

- ก. ปัญหาและอุปสรรคของการปฏิบัติตามข้อกำหนดของระเบียบ REACH (Workability) ขึ้นอยู่กับ
 - ความรู้ความเข้าใจในระเบียบเป็นชัดเจนและตีความได้ถูกต้อง
 - ทรัพยากรของบริษัท
 - ความรู้ความชำนาญของผู้ประกอบการในเรื่องการประเมินความเสี่ยงและของเจ้าหน้าที่ในการประเมินเอกสารและสารเคมี
 - ความพร้อมและความสามารถของผู้ประกอบการในการสื่อสารกับผู้ซื้อ ผู้ขาย คู่แข่งทางการค้า และเจ้าหน้าที่
 - ความพร้อมและความสามารถของเจ้าหน้าที่
- ข. การตั้งเครือข่าย (consortia formation) เพื่อใช้ข้อมูลร่วมกันมีปัญหาและอุปสรรค เช่น
 - ผู้ประกอบการต่างมีสถานะเป็นคู่แข่งทางการค้า เพราะขายสารเคมีตัวเดียวกัน
 - ความวิตกกังวลเรื่องความลับทางการค้า เพราะการทำเอกสารเพื่อจดทะเบียนต้องใช้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณและลักษณะและวิธีการใช้สารเคมี
- ค. การทำรายงานการประเมินความปลอดภัยของสารเคมี และ SDS มีปัญหาและอุปสรรค ดังนี้
 - 1) การสื่อสาร
 - การทำรายงานการประเมินความปลอดภัยของสารเคมี และ SDS ต้องทำการจดทะเบียน จึงทำให้ผู้จดทะเบียนประสบกับความยากลำบากในการสื่อสารให้ downstream users เข้าใจและเห็นความสำคัญและจำเป็น ที่ downstream users จะต้องให้ข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีเพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยง
 - การที่ระเบียบ REACH เปิดช่องให้ downstream users สามารถเลือกที่จะทำรายงานเองได้นั้น มีผลกระทบต่อการสื่อสาร ความร่วมมือ การทำความเข้าใจ และการทำสัญญาใน supply chain
 - ผู้จำหน่ายสารเคมี (distributors) เป็นแหล่งข้อมูลสำคัญ แต่มักเป็นอุปสรรค (bottleneck) ของการส่งต่อข้อมูลทั้งสองทาง (up and down supply chain) เพราะข้อมูลแหล่งผลิตและลูกค้าถือเป็นความลับทางการค้า
 - สมาชิกกลุ่มไม่ยอมให้ข้อมูลของสารอื่นที่เกี่ยวข้อง ทำให้ไม่สามารถทำรายงานการประเมินสารเคมีเป็นกลุ่ม (group of substances) ได้
 - 2) การกระจายของสารเคมีในตลาด ทำให้ supply chain มีการแตกแขนงและซับซ้อน ทำให้มีผู้เกี่ยวข้องใน supply chain จำนวนมาก การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการใช้สารเคมีจึงยากลำบาก ทำให้ไม่สามารถทำรายงานการประเมินความเสี่ยงของสาร และ SDS ให้ครอบคลุมการใช้ได้ทุกอย่าง
- ง. การประเมินเอกสารและสารเคมี ข้อกำหนดของระเบียบบางอย่างยากแก่การตีความจึงทำให้เจ้าหน้าที่และผู้จดทะเบียนมีความเข้าใจในระเบียบต่างกันมาก ประเด็นที่ขัดแย้ง

¹² http://ec.europa.eu/enterprise/reach/docs/trial/sport_report_050704.pdf

¹³ http://www.chemcon.net/asia_pac/chemcon_2005/2005_3.pdf#search=%22Wolf%20SPORT%20experiences%20BAS%22

กันมาก คือ ความสมบูรณ์พอเพียงของข้อมูลสำหรับการประเมินความเสี่ยง และการยอมรับหรือเชื่อถือในข้อมูลที่ใช้ในการประเมินที่ไม่ได้มาจากการดำเนินการภายใต้ระบบการจัดการห้องปฏิบัติการ GLP

จ. ประเด็นหลักที่ไม่สามารถทดสอบได้ คือ

- กระบวนการการอนุญาตและห้ามใช้สารเคมี
- ผลกระทบของการเลิกผลิตหรือจำหน่ายสารบางรายการ (withdrawal of substances)
- ผลกระทบทางเศรษฐกิจของระเบียบ REACH
- วิธีปฏิบัติเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ (preparation /formulations) ในเรื่องการนำเสนอ SDS ของเคมีภัณฑ์ และการระบุวิธีใช้อย่างปลอดภัย เพราะผู้ขายไม่ให้ข้อมูลเรื่องส่วนผสม

5.2.1.5 ข้อสรุปและเสนอแนะต่อโครงการ SPORT

- ก. ปรับปรุงระบบของระเบียบ REACH ให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย
- ข. ข้อกำหนดต้องปฏิบัติตามได้ง่ายและสามารถอธิบายได้ด้วยตัวของมันเอง
- ค. คู่มือแนะนำเป็นสิ่งจำเป็น แต่ต้องไม่เป็นการเติมส่วนที่ขาดความชัดเจนของตัวกฎหมาย และลดความยืดหยุ่นของวิธีปฏิบัติ
- ง. ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัดการเอกสาร เพราะเอกสารประกอบการจดทะเบียนมีเป็นจำนวนมาก และการร่วมกันประเมินความเสี่ยงของสารเคมีต้องมีการแลกเปลี่ยนและใช้ข้อมูลอ้างอิงร่วมกัน
- จ. กำหนดเวลาและปริมาณสารที่จะต้องจดทะเบียนเป็นเงื่อนไขสำคัญที่ต้องใช้ในการตัดสินใจและกำหนดแนวทางที่จะดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องกับคู่ค้า คู่แข่ง และ ภาครัฐ

ผู้สนใจสามารถศึกษารายละเอียดการดำเนินงานและกิจกรรมต่างๆ เกี่ยวกับการทดสอบระเบียบ REACH ภายใต้โครงการ SPORT ได้จากเว็บไซต์ <http://www.sport-project.info/index.htm>

5.2.2 Piloting REACH on Downstream Use and Communication in Europe (PRODUCE)

บริษัท Unilever ได้ริเริ่มและเสนอให้ทำการทดสอบระบบ REACH คณะกรรมาธิการ ฯ จึงได้จัดทำโครงการนำร่อง การทดสอบระเบียบ REACH ในบริบทของผู้ใช้สารเคมีในการผลิตสินค้า (downstream users) ที่อยู่ในสหภาพยุโรป โดยการขับเคลื่อนของกลุ่มของผู้แทนของทุกฝ่าย (steering group) คือ หน่วยงานทั้ง 3 หน่วยของคณะกรรมการสหภาพยุโรป ประเทศสมาชิก 4 ประเทศ และภาคอุตสาหกรรม ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้นำเข้า ผู้จำหน่าย และผู้ใช้สารเคมีผลิตเคมีภัณฑ์หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ (formulator and non-formulator) และมีผู้สังเกตการณ์ที่มาจากองค์กรอิสระ ให้คำแนะนำกลุ่มเป้าหมายของโครงการนี้ต่างจาก SPORT ที่เน้นการทดสอบกลุ่มบน (upstream end) ของ supply chain¹⁴ แต่ PRODUCE เน้นกลุ่ม Downstream users

5.2.2.1 วัตถุประสงค์ของการทดสอบ คือ

- ก. เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคของการดำเนินการตามข้อกำหนด (workability) ของระเบียบ REACH โดยเฉพาะในส่วนของผู้ใช้สารเคมีในการผลิตสินค้า (downstream users)
- ข. เพื่อหาวิธีและแนวทางแก้ไขปัญหาและอุปสรรคของการดำเนินการตามข้อกำหนดของระเบียบ REACH ของผู้ใช้สารเคมีในการผลิตสินค้า (downstream users)
- ค. เพื่อนำผลการทดสอบไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน สำหรับการสร้างเครื่องมือระบบการบริหารจัดการและคำแนะนำต่างๆ ในโครงการ REACH Implementation Projects (RIP) ต่อไป

¹⁴ โครงการ SPORT ระยะที่ 2 ที่กำลังจะดำเนินการในอนาคต กำหนดจะทำการทดสอบระเบียบ REACH กับกลุ่ม Downstream user

ง. เพื่อให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีความเข้าใจในกระบวนการของระเบียบ REACH มากขึ้นจากการที่ได้ทดลองปฏิบัติ

5.2.2.2 ขอบเขตของการทดสอบ ได้แก่

ก. สารเคมีที่เลือกใช้เป็นกรณีศึกษา คือ สารเคมีที่ใช้ในการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภค (consumer products) แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

- 1) Propellant gas สารที่ใช้เป็นก๊าซขับเคลื่อนในผลิตภัณฑ์ต่างๆ
- 2) Complex preparation เคมีภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสาร ที่ผลิตในและนอกสหภาพยุโรป และนำมาผสมกับส่วนผสมอื่นๆ
- 3) สารเคมี (chemical) ที่บริษัทดัดแปลง (converted) มาจากสาร (substance) วัตถุดิบที่นำเข้า

ข. ประเด็นที่ทำการทดสอบ

- Downstream users กับหน้าที่รับผิดชอบตามระเบียบ REACH
- การรับและส่งข้อมูล (information flow) การสื่อสารในห่วงโซ่ของการจำหน่ายและใช้สารเคมี (up and down supply chain)
- การทำ SDS

โดยการทดสอบเริ่มเมื่อเดือนมิถุนายน - ธันวาคม พ.ศ. 2548 โดยแบ่งเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่ม ประกอบด้วยผู้จำหน่ายและผู้ใช้สารเคมี ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงโครงการทดสอบระเบียบ REACH ภายใต้โครงการ PRODUCE ระหว่างเดือน มิถุนายน - ธันวาคม 2548¹⁵

Substance or Preparation	Receiving Companies Organisation (Roles of Receiving Companies)	Supplier	Member State	Commission Involvement
A propellant gas (LPG)	BAMA (trade association) McBride/APL (downstream user) Unilever (downstream user)	BP	Greece	JRC ENTR
A perfume preparation	Carrefour (distributor) Unilever (importer and downstream user)	Fimenich (CH or via EU agent)	The Netherlands	JRC
LAB : Linear alkylbenzene	Unilever (importer)	ISU (Korea)	Hungary	JRC ENV

¹⁵ http://ec.europa.eu/enterprise/reach/docs/trial/produce_summary_report_060222.pdf

5.2.2.3 ผลการดำเนินงานของโครงการ PRODUCE

ก. สิ่งที่ได้รับรู้จากการทดสอบ (lesson learn)

บทบาทหน้าที่ของ downstream user

- ผู้ใช้สารเคมีผลิตสินค้าต้องมีความรู้ความเข้าใจชัดเจนเกี่ยวกับระเบียบ REACH จึงจะทราบว่าบทบาทหน้าที่ของตนจะต้องดำเนินการตามระเบียบนี้อย่างไร เช่น ถ้าเป็นผู้จดทะเบียน ก็ต้องให้ข้อมูลผู้ผลิต/นำเข้าสารเพื่อใช้ในการประเมินสารเคมี
- การคำนวณปริมาณรวมของสารต่างๆ ที่นำออกสู่ตลาด เพื่อการดำเนินการ จดทะเบียน เป็นเรื่องยุ่งยาก

ข. การสื่อสาร

- การสื่อสารภายในองค์กรเดียวกัน ยังต้องปรับปรุง เช่น ความตระหนักในเรื่อง ความซับซ้อนของการดำเนินงานของฝ่ายผลิตและฝ่ายรักษาความปลอดภัยยัง ต่างกันมาก
- การเตรียมบุคลากรที่เหมาะสม เพื่อทำหน้าที่ประสานงานกับผู้จำหน่ายหรือจัดหา สารเคมีให้ (supplier) เป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลาและความพยายามมาก
- การทำความเข้าใจในเรื่องความลับทางการค้าเป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลา
- สมาคม หรือองค์กรภาคอุตสาหกรรม มีบทบาทสำคัญในการประสานงานในระดับต่างๆ ของการดำเนินการเกี่ยวกับระเบียบ REACH เช่น การรวมตัวเพื่อร่วมกันประเมิน ความปลอดภัยของสารเคมี การรักษาความลับทางการค้าด้วยการกำหนดรูปแบบ ของ exposure scenario สำหรับการใส่สารเคมีในอุตสาหกรรมเฉพาะ

ค. การประเมินความเสี่ยง (risk assessment)

- แนวทางการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพต่างจากการประเมินความเสี่ยงต่อ สิ่งแวดล้อม
- การประเมินความปลอดภัยของสารเคมีระหว่างภาครัฐและเอกชนมีมุมมองที่ ต่างกันมากการประเมินความเสี่ยงของทั้งภูมิภาคเป็นหน้าที่ของภาครัฐ มิใช่ ของ ผู้ใช้สารเคมีซึ่งรับผิดชอบเฉพาะท้องถิ่น

ง. การทำ SDS

- ในกรณีของผลิตภัณฑ์ SDS อาจเป็นสิ่งที่ทำให้ความลับทางการค้ารั่วไหลได้เพราะ หมายเลขทะเบียนสารเคมีที่กำกับสามารถเชื่อมโยงไปถึงข้อมูลทางการค้าได้
- ภาษาและคำที่ใช้เกี่ยวกับลักษณะและโอกาสสัมผัสขณะใช้สาร (exposure scenario) มีความแตกต่างกันซึ่งมีผลต่อการทำ SDS

5.2.2.4 การประชุมเชิงปฏิบัติการมีการรายงานเสนอข้อคิดเห็นและคำแนะนำรวม 34 ข้อสรุป¹⁶ ได้ดังนี้

ก. บทบาทหน้าที่เบื้องต้นของผู้เกี่ยวข้อง (ข้อ 1 - 6) ได้แก่ การกำหนดหน้าที่ของบุคคล ในองค์กร การตัดสินใจ หรือเลือกกลไกการนำเข้าวัตถุดิบ

ข. ความร่วมมือใน Supply chain (ข้อ 7 - 11) เช่น การกำหนดประเด็นความร่วมมือและ การสื่อสาร การรักษาความลับ และการมีส่วนร่วมในกลุ่มการใช้ข้อมูลการประเมิน ความปลอดภัยของสารเคมีร่วมกัน ของ downstream user

¹⁶ http://www.producepartnership.be/pdf/PRODUCE_Workshop_Report_Final.pdf

- ค. การจดทะเบียนสารเคมี (ข้อ 12 - 17) เช่น การจดทะเบียนด้วยระบบอัตโนมัติการกระตุ้น supplier จดทะเบียนสารเคมี
- ง. Safety Data Sheet (ข้อ 18 - 27) เช่น การแปลและกำหนด phraseology (risk and safety phrase) การสรุปสถานภาพของสารในมาตรา 15
- จ. รายงานการประเมินความปลอดภัยของสารเคมีและลักษณะและโอกาสที่ผู้ใช้จะสัมผัสกับสารเคมี (ข้อ 22 - 27) เช่น กำหนดขอบเขตการประเมินผลของสารเคมีต่อสิ่งแวดล้อมระหว่างผู้ขอจดทะเบียนกับผู้รับจดทะเบียนสารเคมีให้ชัดเจน และองค์กรภาคอุตสาหกรรม น่าจะเป็นผู้รวบรวมและจัดทำฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ของสารเคมี
- ฉ. การประเมินความเสี่ยง (risk assessment) (ข้อ 28) การประเมินความเสี่ยงของสารควรขึ้นอยู่กับว่าสารนั้นได้ถูกจำแนกว่ามีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยหรือสิ่งแวดล้อม
- ช. การสื่อสาร (ข้อ 29) ต้องรวมเอาเรื่องการเก็บ การขนส่ง การจำหน่ายแจกการค้าปลีก การใช้ในบ้านเรือน และการกำจัดทิ้งด้วย
- ซ. คู่มือคำแนะนำ (ข้อ 30 - 34) เช่น คำอธิบายศัพท์ คู่มือเกี่ยวกับหน้าที่ที่ต้องดำเนินการตามกฎหมายอย่างต่อเนื่องและหน้าที่ใหม่ คู่มือในการใช้ข้อมูลสารเคมีที่มีได้จากการประเมินตามระเบียบ REACH หรือข้อมูลที่มีอยู่แล้ว เช่น ประวัติผู้สัมผัสสาร

5.2.2.5 ประเด็นข้อเรียกร้องอื่นๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

- ก. ความต้องการเกี่ยวกับคู่มือคำแนะนำ
 - สอดคล้องกับความสามารถของผู้ใช้
 - เข้าใจง่ายและมีดัชนีช่วยค้น
 - ศูนย์ให้คำปรึกษาแนะนำ (help desk) ของส่วนกลางและประเทศสมาชิก
- ข. การใช้ข้อมูลร่วมกัน ควรคำนึงถึง
 - การรักษาความลับและสิทธิในการเข้าถึงข้อมูล
 - ข้อห้ามและอนุญาตให้ใช้ข้อมูล
 - การมีส่วนร่วมของ downstream users ในการจัดทำรายงานการประเมิน ความเสี่ยงในเรื่องการค้นคว้าข้อมูลและการตีความร่วมกับ supplier
 - องค์กรทางการค้าและอุตสาหกรรมควรมีบทบาทในการกระตุ้นและประสานความร่วมมือระหว่างผู้ผลิต ผู้นำเข้ากับ downstream users
- ค. การสื่อสาร การสื่อสารกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับระเบียบ REACH จะเกิดประโยชน์ก็ด้วยการดำเนินการที่เหมาะสมและสอดคล้องกัน หน่วยงานของประเทศสมาชิกควรมีบทบาทในระหว่างที่ยังไม่มีหน่วยงานกลางดูแลรับผิดชอบโดยเฉพาะ

ผู้สนใจสามารถศึกษารายละเอียดการดำเนินงานและกิจกรรมต่างๆ เกี่ยวกับการทดสอบระเบียบ REACH ภายใต้โครงการ PRODUCE ได้จากเว็บไซต์ <http://www.producepartnership.be>

5.2.3 REACH Implementation Projects (RIP) ¹⁷

European Chemical Bureau ซึ่งเป็นหน่วยงานหนึ่งของ Joint Research Centre ดำเนินงานโครงการนี้เพื่อการเตรียมเครื่องมือคำแนะนำการจัดตั้งองค์กรการดำเนินงานต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการดำเนินการบังคับใช้ระเบียบ REACH เพื่อบริหารจัดการสารเคมีในตลาดร่วมยุโรป ประกอบด้วยโครงการย่อย 7 โครงการ คือ

¹⁷ <http://ecb.jrc.it/REACH/>

RIP 1 : REACH Process Description โครงการจัดทำเอกสารสำหรับอ่านประกอบ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อบังคับและวิธีปฏิบัติของระเบียบ REACH ซึ่งจัดทำเสร็จแล้วคือ

- 1) แผนภูมิกระบวนการของระเบียบ REACH (Flowcharts - REACH in detail of 04.04.2004)
- 2) คำอธิบายกระบวนการของระเบียบ REACH โดยละเอียด (Detailed Process Description of REACH of 15.06.2004)
- 3) คำถาม-คำตอบ เรื่อง REACH (Question and Answers on REACH)

การจัดทำเอกสาร 2 ฉบับแรกยี่ด่างระเบียบREACH ฉบับเดือนตุลาคม พ.ศ. 2546 เป็นหลัก และจะมีการปรับปรุงเมื่อมีการประกาศฉบับใหม่ สำหรับเอกสารฉบับที่ 3 ยึดตามระเบียบ REACH ฉบับความเห็นของคณะมนตรีสหภาพยุโรปเป็นหลัก

RIP 2 : REACH-IT โครงการพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการจัดการสารเคมีด้วยระเบียบ REACH ซึ่งมุ่งหมายให้

- 1) การดำเนินงานภายใต้ระเบียบ REACH เป็นระบบอัตโนมัติ
- 2) การจดทะเบียนสารเคมีทางระบบอินเทอร์เน็ต
- 3) การทำและจัดการเอกสารสำหรับการจดทะเบียนใช้ซอฟต์แวร์ IUCID version 5 แทน version 4 ซึ่งใช้อยู่ในปัจจุบัน
- 4) ข้อมูลของสารเคมีที่มีการจดทะเบียนในส่วนที่มิใช่ความลับให้เผยแพร่ทางเว็บไซต์ (REACH dissemination website)
- 5) การช่วยเหลือแนะนำเกี่ยวกับวิธีปฏิบัติของระเบียบ REACH สามารถให้บริการได้ทางระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ
- 6) องค์กรกลางเป็นผู้ดูแลบำรุงรักษาและปรับปรุงระบบเทคโนโลยีสารสนเทศให้เหมาะสมกับการดำเนินงานภายใต้ระเบียบ REACH
- 7) พัฒนาซอฟต์แวร์ IUCID version 5 ให้สามารถใช้งานนอกขอบข่ายของระเบียบ REACH ได้ด้วย

การพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ สำหรับการเก็บรวบรวมและประมวลผลข้อมูลสารเคมีต่างๆ ที่เกิดจากการดำเนินงานภายใต้ระเบียบ REACH นี้จะช่วยให้องค์กรที่เป็นศูนย์กลางรับจดทะเบียน (Central Agency, CA) หน่วยงานที่ทำหน้าที่ประเมินเอกสารข้อมูลและความเสี่ยงของสารเคมีของประเทศสมาชิก (MS Competent Authorities) ผู้ประกอบการอุตสาหกรรม คณะกรรมาธิการสหภาพยุโรป และผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ สามารถดำเนินงานภายใต้ระเบียบ REACH ร่วมกันได้ด้วยระบบสารสนเทศที่เหมาะสมและใช้ง่าย ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับระบบและฐานข้อมูลสารเคมี IUCLID (International Uniform Chemical Information Database) สามารถดูได้ที่ <http://ecb.jrc.it/reach-it/> โดยเลือกเมนู Documents

RIP 3 : Guidance Documents: Development of Guidance Documents for Industry โครงการจัดทำคู่มือและคำแนะนำเพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรม และช่วยให้สามารถปฏิบัติตามข้อกำหนดของระเบียบ REACH ได้อย่างราบรื่น โครงการจัดทำคู่มือนี้แยกย่อยออกเป็น

RIP 3.1 : Guidance Document on Preparing the Technical Dossier for Registration
การจัดทำคู่มือการเตรียมเอกสารสำหรับการจดทะเบียนสำหรับผู้ผลิตและผู้นำเข้าสารเคมี

RIP 3.2 : Technical Guidance Document on preparing the Chemical Safety Report
การจัดทำคู่มือให้คำแนะนำผู้ผลิต ผู้นำเข้า และผู้ใช้สารเคมีผลิตสินค้าเกี่ยวกับการทำรายงานการประเมินสารเคมี ซึ่งการประเมินต้องครอบคลุมความปลอดภัยในการทำงานการใช้และสิ่งแวดล้อมที่ต้องสัมผัสนั้น วิธีการทำเอกสารประกอบรายงานการประเมินความปลอดภัยของสารเคมี และการแจกแจงลักษณะและโอกาสที่ผู้ใช้จะสัมผัสสารนั้นได้ (exposure scenario) รวมทั้งมาตรการการ

จัดการความเสี่ยง นอกจากนี้ยังมีคู่มือแนะนำการทำและการปรับปรุงข้อมูล SDS ให้ทันสมัยสอดคล้องกับรายงานการประเมินความปลอดภัยและการทำ SDS โดยใช้ซอฟต์แวร์

- RIP 3.3 : *Technical Guidance Document on Information Requirement on Intrinsic Properties of Substance* การจัดทำคู่มือแนะนำการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารเคมีด้วยวิธีการที่ไม่ต้องใช้สัตว์ทดลอง เช่น การใช้ซอฟต์แวร์ ประเมินความเป็นพิษและอันตรายด้วยโครงสร้างของสาร (QSAR) Chemical category approach) ผลการทดลองในหลอดทดลอง (in-vitro data) และข้อมูลการสัมผัสกับสาร (information on exposure) ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญจากสมาคมและหน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อม ร่วมกันศึกษาทดลองประเมินด้วยวิธีการที่กล่าวมานี้
- RIP 3.4 : *Guidance Document on Data Sharing (Pre-registration)* การจัดทำคู่มือแนะนำผู้ผลิต และผู้นำเข้าเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลการศึกษาทดลองพิษของสารเคมีในสัตว์มีกระดูกสันหลังร่วมกัน เพื่อขอจดทะเบียนสารเคมีในช่วงการจดทะเบียนล่วงหน้า (pre-registration) ทั้งข้อมูลของสารเคมีใหม่ และที่มีวางจำหน่ายอยู่ก่อนแล้วในตลาด (phase in and non-phase in substances)
- RIP 3.5 : *Guidance Document on Downstream-User Requirements* การทำคู่มือแนะนำ downstream users เกี่ยวกับหน้าที่และการปฏิบัติตามข้อกำหนดของระเบียบ REACH เรื่องการใช้สารเคมีและลักษณะกับโอกาสที่จะสัมผัส เมื่อใช้สาร และข้อมูลที่ต้องให้หรือได้รับใน supply chain และการตรวจสอบข้อมูลเหล่านี้ เพราะข้อมูลที่ผู้ผลิตเคมีภัณฑ์ (formulators of a preparation) และผู้ใช้สารหรือเคมีภัณฑ์ในการผลิต (users of substances or preparations) ต้องส่งให้กัน (information flow in supply chain) จะต่างกัน
- RIP 3.6 : *Guidance on Classification and Labelling under Global Harmonised System* โครงการนี้ยังไม่ได้ดำเนินการ เพราะต้องรอให้คณะกรรมการสหภาพยุโรป ประกาศใช้ระบบสากลของการจำแนกความเป็นอันตรายของสารและการติดฉลาก (Global Harmonised System, GHS)
- RIP 3.7 : *Guidance on Preparing and Application Dossier for Authorization* การจัดทำคู่มือแนะนำสำหรับผู้ประกอบการอุตสาหกรรม เกี่ยวกับกระบวนการการยื่นขออนุญาตผลิต หรือใช้สารเคมีอันตราย
- RIP 3.8 : *Guidance on fulfilling the Requirements for articles* การจัดทำคู่มือแนะนำผู้ผลิต และผู้นำเข้า เกี่ยวกับเรื่องสารเคมีในผลิตภัณฑ์ที่ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดมาตรา 6 และข้อมูลเกี่ยวกับสารที่ต้องระมัดระวังเป็นอย่างมาก (Substances of very high concerned, SVHC) ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์มากกว่าร้อยละ 0.1 ตามมาตรา 30(4) คู่มือนี้จัดทำเสร็จและเผยแพร่ใน ECB Website แล้ว แต่คณะกรรมการสหภาพยุโรปจะปรับปรุงคู่มือใหม่ หลังการลงมติเกี่ยวกับนโยบายสารเคมีในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 ส่วนคำแนะนำการประเมินความเสี่ยงและโอกาสที่จะสัมผัสสารที่อยู่ในผลิตภัณฑ์หรือแพร่กระจายอยู่ในโครงการย่อย RIP 3.2-2

RIP 3.9 : *Technical Guidance Document on carrying out a Socio-Economic Analysis or input for one* โครงการการจัดทำคู่มือสำหรับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการอนุญาตและจำกัดการผลิตหรือใช้สารเคมีเกี่ยวกับวิธีทำรายงานผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจและสังคมที่เกิดจากการห้ามใช้สารเคมี ซึ่งประกอบด้วย ข้อสันนิษฐาน (assumptions) การประเมินความไม่แน่นอน (uncertainties) และการสรุปผล (conclusions) โครงการนี้แบ่งเป็นสองระยะ

ระยะที่หนึ่ง เป็นการวิเคราะห์ระบบและขอบเขตการศึกษาผลกระทบเพื่อวางหลักเกณฑ์ขอบเขตและวิธีการ เช่นการกำหนดฐานการศึกษา (baseline) สัดส่วนของเวลา (time perspective) พื้นที่ทางภูมิศาสตร์ (geographical) และเทคนิค (technical) ที่ใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ รายงานผลการดำเนินงานโครงการระยะแรกและร่างคู่มือแนะนำสามารถดูได้ที่ ECB Website

ระยะที่สอง เป็นการทดสอบหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดกรอบได้จากการวิเคราะห์ระบบและขอบเขตการศึกษาผลกระทบในระยะแรกของโครงการ ผลการทดสอบนี้จะนำไปสู่การปรับปรุงร่างคู่มือให้ทันสมัย และมีคำแนะนำสำหรับผู้ร่วมกิจกรรมและสนองความต้องการที่แตกต่างกันในการศึกษาผลกระทบด้วย

RIP 3.10 : *Technical Guidance Document for Identification and Naming of Substances in REACH* โครงการจัดทำคู่มือแนะนำการตรวจพิสูจน์และกำหนดชื่อเรียกสารเคมีในระเบียบ REACH ซึ่งสามารถดูร่างคู่มือได้ที่ ECB Website ในคู่มือให้คำแนะนำการตรวจพิสูจน์และกำหนดชื่อเรียกสารเคมีประเภทต่างๆ ทั้งสารที่ทราบองค์ประกอบชัดเจนที่เป็น mono-constituent substances และ multi-constituent substances และสารที่ยังไม่ทราบองค์ประกอบชัดเจนหรือมีองค์ประกอบหลายแบบ เช่น Substances of Unknown or Variable composition, Complex reaction products or Biological materials (UVCB)

RIP 4 : Guidance Documents: Development of guidance documents for authorities โครงการจัดทำคู่มือสำหรับผู้เจ้าหน้าที่ แบ่งเป็นโครงการย่อย ดังนี้

RIP 4.1 : *Guidance Document on Dossier Evaluation* การจัดทำคู่มือการประเมินเอกสารที่ยื่นขอจดทะเบียนสารเคมี

RIP 4.2 : *Guidance Document on Substance Evaluation* การจัดทำคู่มือการประเมินสารเคมีที่ยื่นขอจดทะเบียนสารเคมี

เนื่องจาก โครงการ RIP 4.1 และ RIP 4.2 มีเรื่องที่ต้องดำเนินการเกี่ยวเนื่องกันหลายประเด็นจึงได้รวมเป็นงานโครงการเดียวกัน เพื่อจัดทำคู่มือการประเมินแนวทางการทดสอบในการค้นคว้าหาข้อมูลสำหรับการทำรายงานการประเมินความปลอดภัยของสารเคมี (testing proposal and compliance check evaluation) ของผู้จดทะเบียนว่าครอบคลุมเพียงพอและถูกต้องหรือไม่ ซึ่งการประเมินนี้เป็นหน้าที่ขององค์กรกลาง และการจัดทำคู่มือการประเมินความปลอดภัยของสารเคมีด้วยข้อมูลในรายงานที่ผู้ยื่นจดทะเบียนเสนอ ซึ่งองค์กรของประเทศสมาชิก (Member States Competent Authorities, MS CA) เป็นผู้ประเมิน การจัดทำคู่มือทั้งสองฉบับคาดว่าจะแล้วเสร็จในปลายปี พ.ศ. 2549

RIP 4.3 : *Guidance Document on Inclusion of Substances into Annex XIII (list of substances subject to authorisation)* การจัดทำคู่มือขั้นตอนการดำเนินงานและวิธีการปฏิบัติงานสำหรับองค์กรกลางใช้ในการตัดสินใจว่าสารเคมีนั้นเป็นสารที่ต้องขออนุญาตผลิตหรือใช้

RIP 4.4 : Guidance Document on preparation of Annex XI Dossiers การจัดทำคู่มือสำหรับการทำเอกสารประกอบของภาคผนวกที่ 9 ของระเบียบ REACH ได้แก่ เรื่อง การจำแนกความเป็นอันตรายและการติดฉลากสารเคมี เรื่องสารอันตรายที่ต้องขออนุญาตผลิตหรือใช้ เรื่องการจำกัดการผลิตจำหน่ายและการใช้สารควบคุมเพื่อให้องค์กรกลาง หรือองค์กรของประเทศสมาชิก ซึ่งเป็นผู้ดูแลเรื่องเหล่านี้ในนามคณะกรรมการสหภาพยุโรป สามารถดำเนินงานให้เป็นที่ยอมรับได้ ผู้สนใจสามารถดูรายงานสรุปผลโครงการได้ที่ ECB Website

RIP 4.5 : Guidance Document on priority Setting for Evaluation การจัดทำคู่มือแนะนำหลักเกณฑ์ การจัดสารเคมีอยู่กลุ่มที่ต้องมีการประเมินก่อนสารอื่น (priority list) ซึ่งประเทศสมาชิกจะต้องเป็นผู้เสนอรายชื่อสาร

RIP 5 : Setting up the pre-Agency การจัดตั้งองค์กรเพื่อดำเนินการต่างๆ ที่ระเบียบ REACH กำหนดให้เป็นหน้าที่ขององค์กรกลางให้บรรลุผลได้อย่างมีประสิทธิภาพและโปร่งใส ในระยะก่อนที่ระเบียบ REACH จะมีผลบังคับใช้

RIP 6 : Setting up the Agency การจัดตั้งองค์กรเพื่อดำเนินการต่างๆ ตามที่ระเบียบ REACH กำหนดให้บรรลุผลได้อย่างมีประสิทธิภาพและโปร่งใส ภายใน 18 เดือน นับตั้งแต่การบังคับใช้ระเบียบ REACH

RIP 7 : Commission preparation for REACH การเตรียมการของคณะกรรมการสหภาพยุโรปเพื่อประกาศบังคับใช้ระเบียบ REACH

6. สรุปความเคลื่อนไหวของระเบียบ REACH

ความเคลื่อนไหวทางด้านกฎหมายและเทคนิค ได้แก่ การพิจารณาร่างระเบียบ REACH เพื่อประกาศบังคับใช้เป็นกฎหมาย และการทดสอบข้อกำหนดและวิธีปฏิบัติของระเบียบ REACH เพื่อศึกษาวิเคราะห์ปัญหาอุปสรรคและหาแนวทางแก้ไขนั้น ทุกฝ่ายต่างเห็นด้วยในหลักการของระเบียบ REACH ที่กำหนดให้มีการจดทะเบียน การประเมิน และการอนุญาตให้ใช้สารเคมี โดยที่คณะมนตรีและสภายุโรปมีมติรับหลักการของระเบียบ REACH ในการพิจารณารวบรวมและปรับแก้ร่างในส่วนของการระบายนโยบายข้อกำหนดและวิธีปฏิบัติบางประการ ส่วนการดำเนินโครงการทดสอบระเบียบ REACH ทั้ง SPORT และ PRODUCE นั้น มีข้อสรุปว่าข้อกำหนดของระเบียบ REACH สามารถดำเนินการได้แม้จะมีปัญหาและอุปสรรคอยู่บ้าง และได้เสนอแนวทางแก้ไข ซึ่งคณะกรรมการสหภาพยุโรปได้นำมาใช้ในการเตรียมการเพื่อการประกาศใช้ระเบียบ REACH เป็นกฎหมายต่อไป โดยนำข้อเสนอเหล่านี้มาปรับปรุงร่างระเบียบที่จะนำเข้าสู่สภาและคณะมนตรีพิจารณาในวาระสอง เพื่อให้ระเบียบมีความชัดเจนและสามารถบังคับใช้ได้ รวมถึงการจัดเตรียมเครื่องมือและคำแนะนำเพื่อให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องมีความเข้าใจและสามารถดำเนินการตามข้อกำหนดได้

ข้อเสนอแนะให้ปรับเปลี่ยนเกี่ยวกับระเบียบ REACH ของฝ่ายต่างๆ ที่น่าสนใจสามารถสรุปได้ดังนี้

การจดทะเบียน

1) การร่วมกันจดทะเบียนสารเคมีรายการเดียวกัน (One Substance One Registration, OSOR) ด้วยการยื่นจดทะเบียนล่วงหน้า ภายในเวลา 18 เดือนก่อนที่กฎหมายจะมีผลบังคับใช้ การกำหนดให้จดทะเบียนร่วมกันนี้ เพื่อเป็นการบังคับให้มีการใช้ข้อมูลร่วมกันแทนความสับสน โดยกำหนดให้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการประเมินสารเคมีตามสัดส่วนของข้อมูล ที่แต่ละรายต้องใช้สำหรับจดทะเบียนตามขอบข่ายของปริมาณสารที่นำเข้าสู่ตลาดต่อปี อย่างไรก็ตามข้อกำหนดนี้ยังเปิดโอกาสให้ผู้จดทะเบียนที่มีความเห็นไม่ตรงกันสามารถแยกจดได้

2) การใช้ use & exposure category ในการระบุถึงลักษณะการใช้และโอกาสสัมผัสเมื่อใช้สารเคมี ในการทำรายงานการประเมินความปลอดภัยของสารเคมี เพื่อให้ผู้ประกอบการคลายความวิตกกังวลในเรื่องการรั่วไหลของความลับทางการค้า

3) การรับรองข้อมูล (quality assurance) กำหนดให้มีการรับรองข้อมูลการประเมินสารเคมีโดยองค์กรที่ได้รับ การรับรอง

การอนุญาตและห้ามใช้สารเคมี

- 1) การเผยแพร่รายชื่อสารที่อยู่ในข่ายต้องขออนุญาตผลิตหรือใช้ (candidate list) เนื่องจากเป็นสารอันตราย
- 2) การกำหนดระยะเวลาของการผลิตหรือใช้สารเคมีที่ได้รับอนุญาต
- 3) การกำหนดให้เสนอแผนการพัฒนารทดแทน ควบคู่ไปกับการขออนุญาตผลิตหรือใช้สารอันตราย

การจัดตั้งศูนย์ให้คำปรึกษาแนะนำ (help desk) ในประเทศสมาชิก เพื่อคอยให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับ ระเบียบ REACH เนื่องจากระเบียบ REACH มีความซับซ้อนสสารและข้อกำหนดเป็นเรื่องเชิงเทคนิคยากแก่การทำความเข้าใจและตีความ

7. ผลกระทบของประเด็นที่เสนอให้มีการปรับเปลี่ยน

7.1 การกำหนดให้มีการจดทะเบียนสารร่วมกัน (OSOR) มีผลกระทบที่เกิดจาก

- ก. การจัดตั้งเครือข่ายผู้จดทะเบียนสารเดียวกัน (consortia formation) เพื่อร่วมกันประเมินความปลอดภัยของสารเคมี

การจัดตั้งกลุ่มต้องใช้เวลาในการจัดเตรียมงาน การต่อรองและการทำสัญญาโดยเฉพาะผู้ประสานงาน ต้องเป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องเทคนิคการประเมินสารเคมีและการแข่งขันทางธุรกิจ จึงเป็นเรื่องยากสำหรับผู้ประกอบการรายย่อย เพราะมีทรัพยากรจำกัด และระยะเวลาของการยื่นจดทะเบียนล่วงหน้ามีเพียง 18 เดือน อาจไม่พอสำหรับการเตรียมตัว นอกจากนี้ผู้ประกอบการรายใหญ่อาจปฏิเสธที่จะรับเข้าร่วมกลุ่ม เพราะศักยภาพในการประเมิน ความเสี่ยงของสารเคมีได้ของผู้ประกอบการรายย่อยมีน้อย

- ข. การใช้ข้อมูลร่วมกัน

- การประเมินความเสี่ยงต้องใช้ข้อมูลทางการค้า เช่น ปริมาณการผลิต การใช้ประโยชน์ และวิธีใช้ การให้ข้อมูลเหล่านี้อาจเป็นช่องทางให้มีการรั่วไหลของข้อมูล
- ผู้ประกอบการรายย่อยอาจไม่สามารถรับภาระค่าใช้จ่ายในการค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลได้ และ ยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานค่าใช้จ่ายการขอใช้ข้อมูล
- สิทธิในข้อมูลที่ได้จากการร่วมกันทำการประเมินเป็นสิ่งที่จะต้องพิจารณาให้รอบคอบไม่ว่าจะเป็นการใช้ การเข้าถึง และข้อจำกัดต่างๆ เพราะมีผลต่อการค้าในระยะยาว

7.2 การอนุญาตให้ผลิตหรือใช้สารเคมี

- ก. การเผยแพร่รายชื่อสารเคมีที่ต้องอนุญาตให้ผลิต หรือใช้เป็นเสมือนการขึ้นบัญชีดำ (black list) สารเหล่านั้น ทำให้สินค้าที่มีสารเหล่านี้เป็นส่วนประกอบตกอยู่ในข่ายเป็นสินค้าอันตรายด้วย แม้ จะผลิตตามมาตรฐานความปลอดภัยของสินค้านั้นๆ ทำให้โอกาสที่จะขายสินค้าได้ลดลง ซึ่งเรื่องนี้ American Chamber of Commerce to the EU (AmCham EU)¹⁸ ได้เสนอให้คณะกรรมการสิทธิการสหภาพยุโรป ยกเลิกการเผยแพร่รายชื่อสาร

- ข. การกำหนดระยะเวลาของการผลิตหรือใช้สารเคมีที่ได้รับอนุญาต มีผลกระทบต่อการตัดสินใจลงทุน และความสามารถในการแข่งขัน เพราะการตลาดเป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลา

¹⁸ http://www.amchameu.be/Pops/2006/areasofconcernandpriorityissuesforcommissionreachproposal_100406.pdf

- ค. การกำหนดให้เสนอแผนการพัฒนาสารทดแทน ควบคู่ไปกับการขออนุญาตผลิตหรือใช้สารอันตราย เป็นการสร้างภาระให้ผู้ประกอบการ และมีได้อยู่บนพื้นฐานของหลักการ precaution principle เพราะ การอนุญาตจะต้องมีการประเมินความเสี่ยงของกอนนสารเข้าสู่ตลาด และมีการจัดการความเสี่ยงที่ดี จึงจะได้รับอนุมัติ

7.3 การใช้ use and exposure category จะช่วยให้การสื่อสารภายใน supply chain มีประสิทธิภาพมากขึ้นและช่วย ป้องกันการรั่วไหลของความลับทางการค้าได้ทางหนึ่ง

8. ความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับระเบียบ REACH ในประเทศไทย

หน่วยงานและองค์กรหลายแห่งได้ดำเนินการ เพื่อสร้างความตระหนักและเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับระเบียบ REACH แก่ผู้ประกอบการ และกระตุ้นให้มีการเตรียมการเพื่อรองรับผลกระทบของระเบียบนี้มาโดยตลอด เช่น

1) การพัฒนาศักยภาพห้องปฏิบัติการไทยเพื่อรองรับผลกระทบของระเบียบ REACH โดยภาคีผู้เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ศูนย์วิจัยแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ สมาคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยร่วมกับสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม โดยการสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

2) การจัดทำเว็บไซต์เผยแพร่ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับกฎระเบียบของสหภาพยุโรป ที่มีผลกระทบต่อการส่งออก สินค้าไทยไปยังตลาดรวมยุโรป ดำเนินการโดยคณะผู้แทนไทยประจำประชาคมยุโรป (สถานเอกอัครราชทูต ณ กรุงบรัสเซลส์ กับสำนักงานไทยต่างๆ ในประเทศเบลเยียม - สำนักงานพาณิชย์ในต่างประเทศ สำนักงานที่ปรึกษาการเกษตร สำนักงานที่ปรึกษาการค้า และการสำนักงานที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) และสถานเอกอัครราชทูตไทยในยุโรป¹⁹

3) การประชุมร่วมระหว่างคณะผู้วิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของระเบียบ REACH ต่อประเทศไทยกับผู้สื่อข่าว สายเศรษฐกิจ จัดโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)²⁰

4) การเตรียมการจัดตั้งศูนย์ให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับระเบียบ REACH และเรื่องที่เกี่ยวข้องทางระบบอินเทอร์เน็ต (REACH Coach) ของศูนย์วิจัยแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับ สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยการสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

9. ข้อเสนอแนะในการเตรียมตัวของไทยเพื่อป้องกันและลดผลกระทบของระบบ REACH

9.1 ภาครัฐ

1) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรศึกษาติดตามความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับนโยบายการจัดการสารเคมีของ ประเทศต่างๆ อย่างจริงจัง โดยเฉพาะระเบียบของสหภาพยุโรปและมีการประสานงานการดำเนินงาน เพื่อให้สามารถ ป้องกันและลดผลกระทบที่จะเกิดกับอุตสาหกรรมของไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันกาล

2) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรร่วมมือกันศึกษาข้อมูลและคำแนะนำต่างๆ เกี่ยวกับระเบียบ REACH ที่คณะ กรรมการสหภาพยุโรปได้จัดทำขึ้นภายใต้โครงการ RIP SPORT และ PRODUCE ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมาก เพื่อพัฒนาศักยภาพทางเทคนิคสำหรับการให้ความช่วยเหลือผู้ประกอบการ

3) พัฒนาห้องปฏิบัติการของไทยให้มีศักยภาพ ในการตรวจสอบและประเมินความเสี่ยงของสารเคมี เพื่อ การจัดทำ SDS และการวิเคราะห์สารในผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ

¹⁹ <http://news.thaieurope.net/>

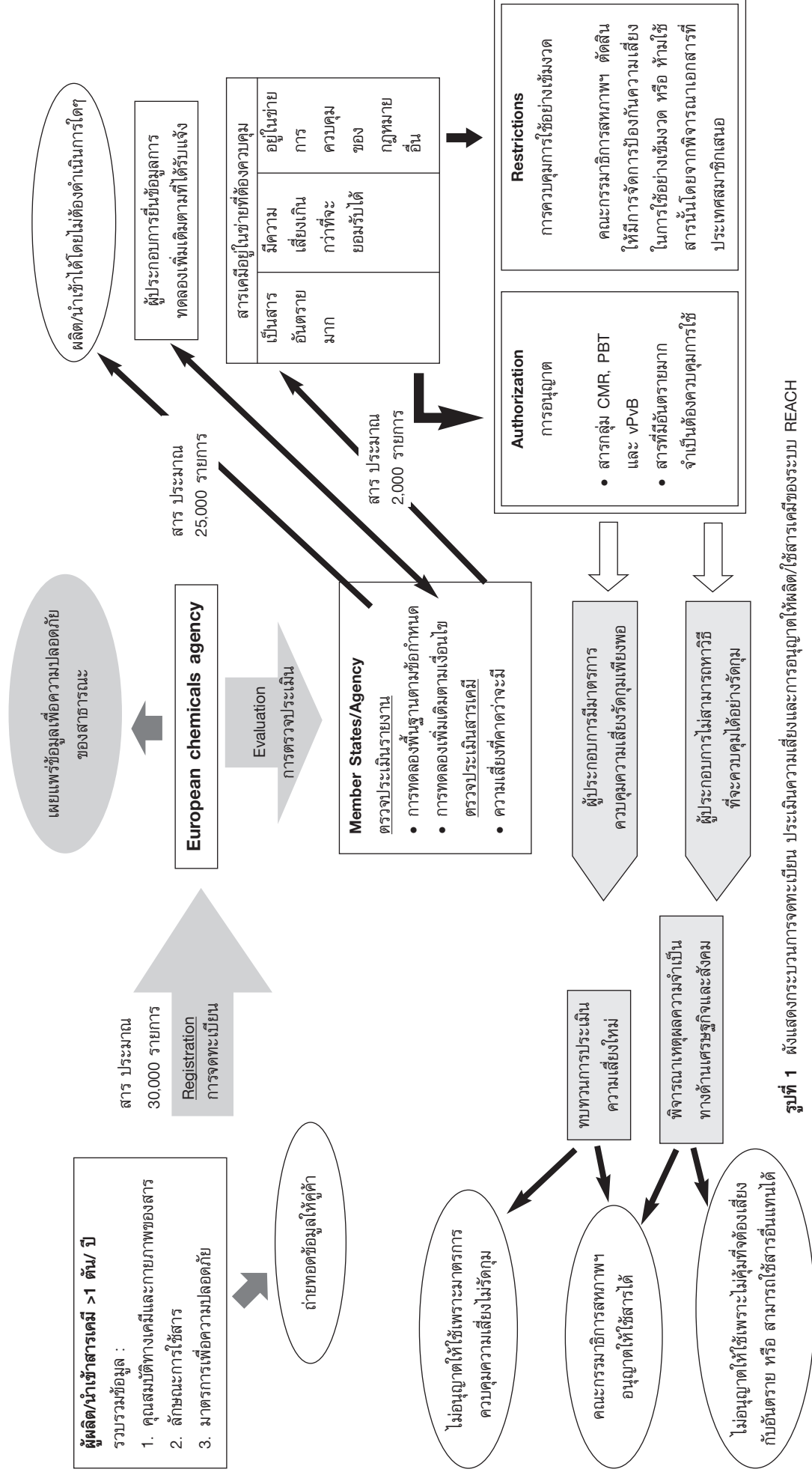
²⁰ http://www.matichon.co.th/matichon/matichon_detail.php?s_tag=01eco09010749&day=2006/07/01

- 4) กวดขันการใช้ข้อกำหนดเกี่ยวกับการส่งมอบ SDS อย่างจริงจัง
- 5) เผยแพร่ความรู้และข้อมูลเกี่ยวกับระบบ REACH ให้ผู้ประกอบการตระหนักและเข้าใจเพื่อให้สามารถรักษาผลประโยชน์ในการค้าขายกับสหภาพยุโรปได้
- 6) ส่งเสริมและพัฒนาให้หน่วยงานที่มีข้อสนเทศเกี่ยวกับสารเคมีและอาชีวอนามัย มีการจัดเก็บข้อมูลให้สามารถเชื่อมโยงฐานข้อมูลกันได้ เพื่อให้สามารถนำข้อมูลมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงของการใช้สารเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพและอ้างอิงได้
- 7) ส่งเสริมให้มีการเรียนการสอนการประเมินความปลอดภัยของสารเคมีด้วยระบบ QSAR และการพัฒนาความเสี่ยงของสารเคมี เพื่อสร้างบุคลากรในด้านนี้ให้เพียงพอกับความต้องการในอนาคต เพราะสินค้าปลอดภัยคือหัวใจของระบบการค้าเสรี

9.2 ภาคอุตสาหกรรม

- 1) ผู้ใช้สารเคมีเดียวกันควรรวมตัวเป็นเครือข่าย เพราะจะช่วยเพิ่มน้ำหนักของข้อต่อรองกับผู้ผลิตสารเคมี ให้จดทะเบียนสารเคมีครอบคลุม การใช้สารในลักษณะและวิธีต่างๆ (use scenario) ของผู้ประกอบการไทย
- 2) องค์กรและสมาคมทางการค้าและอุตสาหกรรม ควรมีบทบาทในการช่วยเหลือและสนับสนุนสมาชิกทางด้านเทคนิคเพื่อลดความเสียหายในด้านต่างๆ ในการขอใช้ข้อมูลร่วมกับผู้จดทะเบียนสารเคมีในสหภาพยุโรป
- 3) องค์กรและสมาคมทางการค้าและอุตสาหกรรม ควรเป็นผู้ประสานงานการสร้างเครือข่ายความร่วมมือของกลุ่มผู้ใช้สารเดียวกัน เพื่อลดความเสี่ยงในเรื่องการรั่วไหลของความลับทางการค้า ในกรณีที่เกิดจากการที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลเฉพาะของผู้ประกอบการ
- 4) ร่วมมือกันจัดทำฐานข้อมูลสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรม เพื่อให้สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนการกำหนดแนวทางปฏิบัติที่เป็นประโยชน์ร่วมกัน
- 5) สนใจและศึกษาคู่มือและคำแนะนำต่างๆ ที่คณะกรรมการการสหภาพยุโรปได้จัดทำขึ้นภายใต้โครงการ RIP SPORT และ PRODUCE อย่างจริงจัง เพราะสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับระเบียบ REACH ได้ดีและยังสามารถปรับใช้ประโยชน์ในทางธุรกิจได้
- 6) พัฒนาการจัดการสารเคมีของตนให้เป็นระบบอย่างจริงจัง เพื่อเป็นพื้นฐานในการดำเนินการแก้ไขการนำติดาสากลมาบังคับใช้ในทางการค้าระหว่างประเทศ

ภาคผนวก



สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

1. Department of Science Service. Bureau of Science and Technology Information Center; and National Center of Excellence for Environmental and Hazardous Waste Management. Chulalongkorn University. ..REACH Watch website **[Online]** [cited 23 August 2006]. Available from Internet : [http:// www.chemtrack.org/ReachWatch](http://www.chemtrack.org/ReachWatch) and <http://siweb.dss.go.th/reach>.
2. Wikimedia Foundation Inc. Wikipedia, the free encyclopedia: EINECS number **[Online]** [cited 23 August 2006]. Available from Internet : http://en.wikipedia.org/wiki/EINECS_number
3. Commission of the European Communities. Proposal concerning the registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals (REACH), COM(2003) 644 final Brussel., 29 October 2003 **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from Internet : <http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/pdf/2003/act0644en03/1.pdf>
4. EU Competitiveness Council. REACH UK Presidency's initial thoughts on a possible compromise on registration, evaluation and authorization. 2005 **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from Internet: <http://www.endseuropedaily.com/docs/50831b.pdf>
5. The European Parliament. Position of the european parliament adopted at first reading on 17 November 2005 with a view to the adoption of Regulation (EC)No .../2006 of the european parliament and of the council concerning the registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals (REACH), establishing a european chemicals agency and amending directive 1999/45/EC. Brussel., November 2005 **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from internet : <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?sessionId=333C28A544BE84F2978E6ABECFED2754.node1?pubRef=-//EP//TEXT%2BTA%2BP6-TA-2005-0434%2B0%2BDOC%2BXML%2BV0//EN&language=EN#top>
6. Council of the European Union. Presidency proposal for a regulation of the european parliament and of the council concerning the Registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals. Brussel., December 2005. **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from Internet:http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/background/docs/political_agreement_council.pdf
7. _____. Common position adopted by the Council with a view to the adoption of a Regulation of the european parliament and of the Council concerning the registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals (REACH), establishing a european chemicals agency, amending directive 1999/45/EC of the european parliament and of the council and repealing council regulation (EEC) No 793/93 and Commission Regulation (EC) No 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directives 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EC and 2000/21/EC. **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from Internet:<http://register.consilium.europa.eu/pdf/en /06/st07/st07524.en06.pdf>
8. Commission of the European Communities. Communication to the commission to the European parliament pursuant to the second subparagraph of article 251(2) of the EC treaty concerning the common position of the council on the adoption of a regulation of the european parliament and of the council concerning the registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals (REACH), establishing a european chemicals agency and amending directive 1999/45/EC; and a directive of the european parliament and of the council amending council directive 67/548/EEC in order to adapt it to regulation (EC) No.../2006 (REACH). **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from Internet: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2006/com_2006_0375en01.pdf

9. European Commission. Enterprise and Industry REACH webpage. **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from Internet : http://ec.europa.eu/enterprise/reach/index_en.htm
10. Pelin Jean. REACH registration, evaluation and authorization of chemicals : view of the french chemical industry. Bucarest., 29 - 30 May 2006. **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from Internet : <http://www.emcef.org/committees/SD/Che/20060529/presentations/Pelin1-REACH%20Bucarest%2029-30%20May%202006.ppt>
11. European Commission. DG enterprise & industry. REACH: SPORT pilot test identified workability concerns and solutions for new chemicals policy. Brussels, 5 July 2005. **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from Internet: http://ec.europa.eu/enterprise/reach/docs/trial/sport_press_release_050705.pdf
12. Ahrens Andreas, et al. The SPORT report : making REACH work in practice. Hamburg, July 2005. **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from Internet: http://ec.europa.eu/enterprise/reach/docs/trial/sport_report_050704.pdf
13. Bias Wolf-Rüdiger **Experiences From SPORT - A first Workability test of REACH.** Kuala Lumpur. 3 June 2005. **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from Internet: http://www.chemcon.net/asia_pac/chemcon_2005/2005_3.pdf#search=%22Wolf%20SPORT%20experiences%20BASF%22
14. The PRODUCE partnership. Produce stakeholder workshop: summary report of the workshop1. vienna. 1 March 2006. **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from Internet: http://www.producepartnership.be/pdf/PRODUCE_Workshop_Report_Final.pdf
15. Solbé John F. Piloting REACH on downstream use and communication in europe summary report. January 2006 **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from Internet: http://ec.europa.eu/enterprise/reach/docs/trial/produce_summary_report_060222.pdf
16. European Chemicals Bureau (ECB). ECB REACH: RIP.- Guidance & Tools webpage **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from Internet: <http://ecb.jrc.it/reach/rip/>
17. The American Chamber of Commerce to the European Union (AmCham EU). Position Paper on AmCham EU areas of concerns and priority issues for the European Commission's REACH proposal as amended by the european council and the european parliament. executive summary. Brussel. April 10th 2006. **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from Internet: http://www.amchameu.be/Pops/2006/areasofconcernandpriorityissuesforcommissionreachproposal_100406.pdf
18. คณะผู้แทนไทยประจำประชาคมยุโรป. Thai Europe.net website. **[Online]** 28 June 2006. [cited 10 August 2006]. Available from Internet : <http://news.thaieurope.net/content/view/1417/77/>
19. หนังสือพิมพ์มติชนรายวัน ฉบับวันที่ 1 มิถุนายน 2549. **[Online]** [cited 10 August 2006]. Available from Internet : http://www.matichon.co.th/matichon/matichon_detail.php?s_tag=01eco09010749&day=2006/07/01



นายปฐม แหยมเกตู
Mr. Pathom Yamkate

เกิด 20 มิถุนายน 2492

การศึกษา

- วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (นิวเคลียร์เทคโนโลยี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- หลักสูตรการวิจัย/จัดการกากกัมมันตรังสี Karlsruhe Nuclear Reserch Center, Germany
- หลักสูตรนักบริหารระดับสูง หลักสูตรที่ 1 (น.บ.ส.) รุ่นที่ 19
- หลักสูตรนักบริหารนิวเคลียร์ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ
- หลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักร (วปอ. รุ่นที่ 45)

ตำแหน่งสำคัญ

- 1 ตุลาคม 2540 รองเลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
- 1 ตุลาคม 2546 เลขาธิการสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
- 25 มกราคม 2548 ผู้ตรวจราชการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1 ตุลาคม 2548 รองปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1 ตุลาคม 2550 อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ

ความสำเร็จของงานที่สำคัญในระดับชาติและนานาชาติ

- หัวหน้าโครงการ Migration and biological transfer of radionuclide from Shallow land burial
- หัวหน้าโครงการ Chemical Treatment of Low Level Waste
- ผู้ร่วมงานวิจัย The use of nuclear and nuclear related techniques in the Study of environmental pollution

ผลงานที่ได้รับการยกย่อง

- นิสิตเก่าวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยดีเด่น ประจำปี 2547
- ประธานชมรมศิษย์เก่าเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

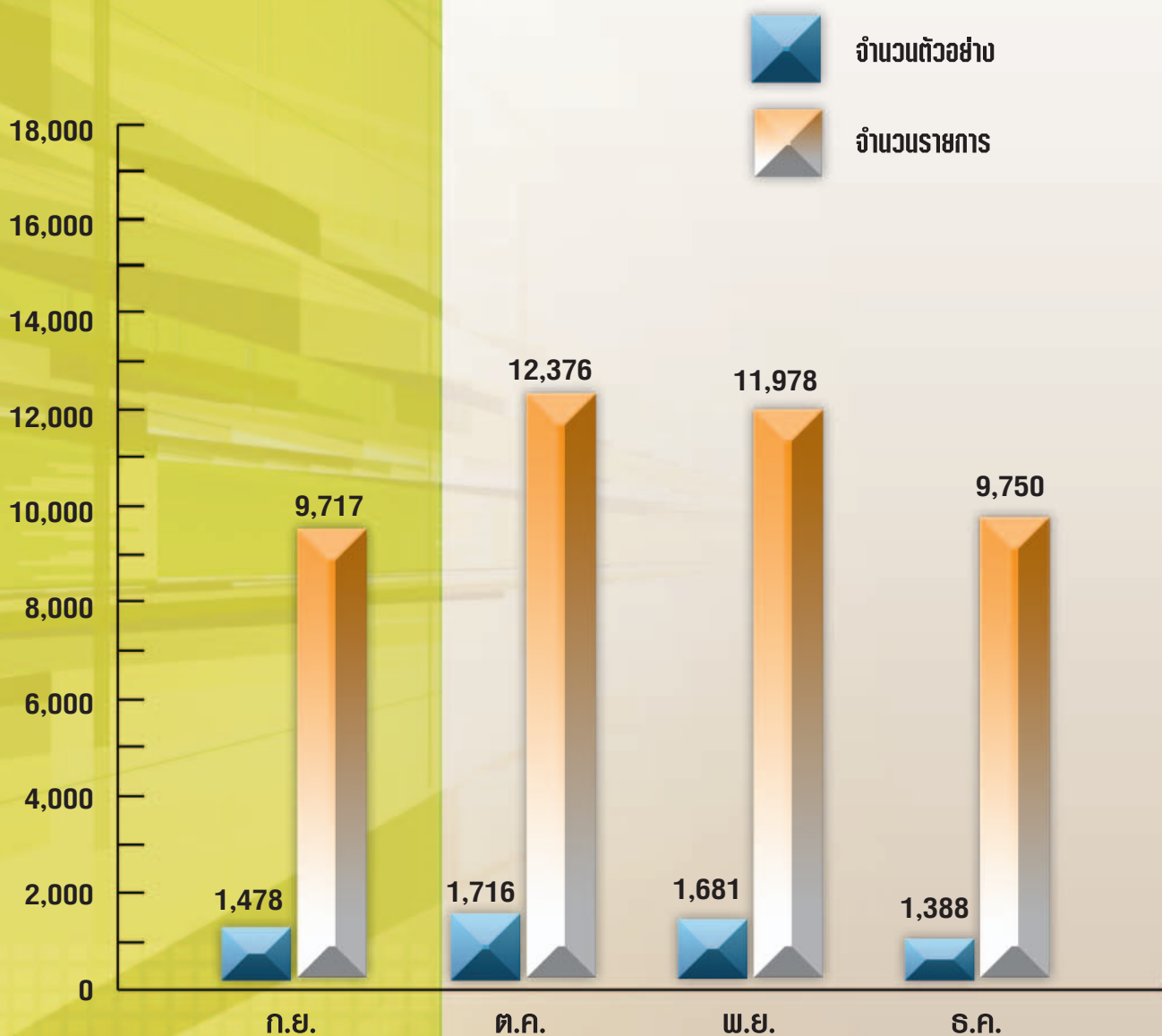
เครื่องราชอิสริยาภรณ์

- มหาวชิรมงกุฎ (ม.ว.ม.)
- ประถมาภรณ์ช้างเผือก (ปช.)

นโยบายท่าน อวต. ปฐม แหยมเกตู

1. นโยบายการทำงานร่วมกัน
2. นโยบายให้มีการฝึกอบรมหลักสูตรนักบริหารวิชาการ
3. นโยบายส่งเสริมสนับสนุนการจัดสิทธิบัตรงานวิจัยของ วค.
4. นโยบายการสร้างภาพลักษณ์ด้าน ว & ท โดยเฉพาะเยาวชน
5. นโยบายการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนและชนบท ให้เป็นรูปธรรม
6. นโยบายผลักดันให้ห้องปฏิบัติการของประเทศได้รับการรับรองมากขึ้น เพื่อไปสู่สากล

สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ
วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง
เดือนกันยายน - ธันวาคม 2550



www.dss.go.th
www.dss.go.th
www.dss.go.th
www.dss.go.th
www.dss.go.th
www.dss.go.th
www.dss.go.th