



วารสาร

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ISSN 0857-7617 ปีที่ 53 ฉบับที่ 167 มกราคม 2548



ภาชนะเครื่องปั้นดินเผา  
สำหรับอาหารไทย

(รางวัลผลงานดีเด่น ประจำปี พ.ศ. 2547)



# CONTENTS



## กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400  
โทร. 0 2644 7021 โทรสาร 0 2354 3884  
http : //www.dss.go.th

## ที่ปรึกษา

นางสาวสุจินดา โชติพานิช  
นายชัยวุฒิ เลาวเลิศ  
นางอัจฉรา พุ่มฉัตร  
บรรณาธิการ  
นางรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์  
กองบรรณาธิการ  
นางสายพิน สืบสันติกุล  
นางอุมาพร สุขม่วง  
นางวรรณดา ต.แสงจันทร์  
นายมานพ สิทธิเดช  
นางสุดาวดี เสริมนอก  
นางสาวเบญจภัทร์ จาตุรนต์รัศมี  
นางสาวอุรารวรรณ อุ่นแก้ว  
นางสุพรรณิ เทพอรุณรัตน์  
นางธารทิพย์ เกิดโนนมงคล  
นายเทพวิฑูรย์ ทองศรี

## ฝ่ายภาพ

นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี

วารสารรายสี่เดือน

ปีละ 3 ฉบับ

มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

## สารบัญ

การประกวดภาชนะเครื่องปั้นดินเผาสำหรับอาหารไทย ประจำปี พ.ศ. 2547 ลดา พันธุ์สุขุมธนา	1
สารพิษต้องห้ามกับระเบียบ RoHS เทพวิฑูรย์ ทองศรี      วันดี ลือสายวงศ์	3
การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุด้วย UML ธวัชชัย สุขสาย      พรพรรณ ปานทิพย์อำพร	8
ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการเขียนวิธีทดสอบและวิธีสอบเทียบ อนนท์ ป้อมประสิทธิ์      สอิ่ง จักขุติลา	11
e-learning ทางเลือกใหม่ของการศึกษา ปัทมา นพรัตน์	15
ห้องปฏิบัติการโครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม ได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ธิดา เกิดท่าไธ      สรรค์ จิตรไธรราย	17
ข่าวทั่วไปใน วศ. มารุจกัรทอรัศ พอบ กันเดอะ สุกัศรา เจริญเกษมวิฑู      ธวัช นุสนธรา	23
องค์กรอัจฉริยะองค์กรแห่งการเรียนรู้ ปาริชาติต์ ดิงะนันทน์	26
Reference Materials กับการควบคุมคุณภาพห้องปฏิบัติการ กานดา โกมลวิฑนชัย      ศิริวรรณ ตีลปัสกุลสุข	33
อัญมพลเบาจากเถ้าลอยลิกไนต์ สุระษุฑู จิงเกษมโชติชัย      วราภรณ์ คุณานานากิจ ลดา พันธุ์สุขุมธนา      วรรณดา ต.แสงจันทร์ พิมพ์วิศุ วัฒนโภาส	36
ไวน์ผลไม้ วศ. สุเหริยธารางวัล อารี ฐวิสิฑกุล      ปิติ กาลธยานันท์	40



## การประกวดภาชนะเครื่องปั้นดินเผาสำหรับอาหารไทย

# ประจำปี พ.ศ. 2547

ลดา พันธุ์สุขุมรนา

**สืบ** เนื่องจากนโยบายส่งเสริมเศรษฐกิจระดับรากหญ้าของรัฐบาลปัจจุบัน เป็นผลให้ทุกภาคส่วนเกิดการนำเอาความรู้และภูมิปัญญามาพัฒนาต่อยอด จนเกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ มากมาย อาหารไทยก็เช่นกัน ได้รับการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์แล้วว่ามีความคุ้มค่าทางโภชนาการสูง อีกทั้งมีความสวยงามด้วยสีสันและการจัดแต่ง จนได้รับความนิยมจากชาวต่างประเทศในปัจจุบัน ดังจะเห็นมีร้านอาหารไทยในต่างประเทศมากมาย รัฐบาลเห็นศักยภาพจึงได้ผลักดันให้เกิดโครงการครัวไทยสู่ครัวโลก เพื่อส่งเสริมธุรกิจร้านอาหารไทยในต่างประเทศให้มีมาตรฐานเป็นที่นิยมมากขึ้น ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการสร้างงานในชนบท การสร้างมูลค่าเพิ่ม การส่งออกวัตถุดิบ ฯลฯ และคาดว่าจะสามารถสร้างรายได้เป็นจำนวนมาก

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีหน้าที่ในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งในด้านเซรามิกมีการพัฒนาทั้งเซรามิกดั้งเดิมและเซรามิกสมัยใหม่ เพื่อส่งเสริมสนับสนุนอุตสาหกรรมเซรามิกในประเทศ ซึ่งรวมถึงงานการจัดการประกวดผลิตภัณฑ์เซรามิกด้วย ดังเช่น การจัดการประกวดเครื่องเคลือบดินเผา

สำหรับสาขาโท ครั้งที่ 1 ประจำปี 2546 ที่ได้รับความสนใจจากผู้ผลิตและนักออกแบบ มีผลงานส่งเข้าประกวดเป็นจำนวนมาก แสดงให้เห็นความตื่นตัวในการพัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

เพื่อให้การสนับสนุนอุตสาหกรรมเซรามิกมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เล็งเห็นว่าภาชนะเครื่องปั้นดินเผาเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สามารถสร้างความโดดเด่นให้กับอาหารไทย จึงได้เกิดแนวคิดในการส่งเสริมการพัฒนา รูปแบบของภาชนะและเป็นการสนับสนุนโครงการครัวไทยสู่ครัวโลกอย่างบูรณาการ จึงได้จัดการประกวดภาชนะเครื่องปั้นดินเผาสำหรับอาหารไทย ประจำปี พ.ศ.2547 ขึ้น และได้มอบหมายให้กรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นผู้ดำเนินงานร่วมกับผู้สนับสนุนทั้งจากหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ ถึง 24 ราย

การจัดประกวดครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นผู้ประกอบการและนักออกแบบ ให้มีความตื่นตัวสร้างสรรค์ พัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาให้มีคุณภาพเป็นมาตรฐาน และเพื่อส่งเสริมการผลิตและการใช้ประโยชน์เครื่องปั้นดินเผาสำหรับอาหารไทย สนับสนุนโครงการ

ครัวไทยสู่ครัวโลก

กำหนดการประกวดฯ และจัดนิทรรศการ คือรับผลงาน ระหว่างวันที่ 16-18 กันยายน 2547 ตัดสินการประกวดวันที่ 27 กันยายน 2547 แลกของขวัญและมอบรางวัล วันที่ 30 กันยายน 2547 และแสดงนิทรรศการผลงานในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ระหว่างวันที่ 15-23 ตุลาคม 2547 ณ อิมแพคเมืองทองธานี

จำนวนเงินรางวัลรวมทั้งสิ้น 600,000 บาท ได้แก่ รางวัลผลงานยอดเยี่ยม ได้รับโล่และเงินรางวัล 200,000 บาท จำนวน 1 รางวัล รางวัลผลงานดีเด่น ได้รับโล่และเงินรางวัล 100,000 บาท จำนวน 1 รางวัล รางวัลผลงานดี ได้รับโล่และเงินรางวัล 50,000 บาท จำนวน 2 รางวัล และรางวัลชมเชย ได้รับเกียรติบัตรชมเชยและเงินรางวัล 20,000 บาท จำนวน 10 รางวัล

ผู้มีสิทธิ์ส่งผลงาน ได้แก่ หน่วยงานราชการ สถาบันการศึกษาในประเทศ บุคคล คณะบุคคล และนิติบุคคลที่มีสัญชาติไทย และหรือเชื้อชาติไทย และผลงานที่ประกวดเป็นภาชนะเครื่องปั้นดินเผาสำหรับอาหารไทย ที่มีลักษณะแสดงความเป็นไทย เหมาะสำหรับร้านอาหารไทยในต่างประเทศ สามารถผลิต



เป็นจำนวนมากได้ ใช้วัตถุดิบหลักจากภายในประเทศ และผ่านการตรวจสอบตามเงื่อนไขที่คณะกรรมการกำหนด คือสามารถบรรจุอาหารได้โดยไม่เกิดการรั่วซึมและไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายจากการปนเปื้อนของโลหะหนัก ผลงานส่งพร้อมแบบวาดอย่างน้อยต้องประกอบด้วยภาพสำหรับใส่ข้าวเพื่อรับประทานเฉพาะคน ภาพสำหรับใส่อาหารประเภทผัก/ยา ภาพสำหรับใส่อาหารที่มีลักษณะแห้ง ภาพสำหรับใส่อาหารประเภทซूप/ต้มยำ/แกง ภาพสำหรับใส่น้ำจิ้ม/น้ำพริก และภาพสำหรับเป็นถ้วยแบ่ง/ถ้วยขนม

การคัดเลือกและตัดสินประกอบด้วย การคัดเลือกผลงานรอบแรก การตรวจสอบคุณภาพโดยการทดสอบสมบัติการดูดซึมน้ำ ไม่มากกว่าร้อยละ 5 และทดสอบการละลายของโลหะหนัก ตามมอก. ภาพเซรามิกใช้กับอาหาร: ปอร์ซเลน 564-2528 ผลงานที่ผ่านการทดสอบจึงได้รับการตัดสินให้รางวัล

เกณฑ์พิจารณาการตัดสินประกอบด้วย ลักษณะและความเป็นไทย ความคิดสร้างสรรค์ ความสะดวกเหมาะสมในการใช้งานความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงพาณิชย์ ความประทับใจโดยรวม

มีผลงานที่ส่งเข้าประกวดทั้งสิ้น 55 ชุด จากแทบทุกภาคของประเทศ ผลงานที่ผ่านการคัดเลือกรอบแรก 15 ชุด และผลการตัดสินได้แก่

**ผลงานยอดเยี่ยม ไม่มี**

**ผลงานดีเด่น มี 3 รางวัล ได้แก่**

1. ผลงานของ นายเอกราช รุจิรักษาโมทย์

ชื่อ งานชามชุดชบวนแห่เรือ  
2. ผลงานของ บริษัททางเจีย เซรามิก จำกัด

ชื่อ สานศิลป์แผ่นดินไทย  
3. ผลงานของ นายคำปั้น คำแก้ว

ชื่อ ชุดอาหาร (ชวานาไทย)  
**ผลงานดี มี 2 รางวัล ได้แก่**

1. ผลงานของ นส.นุชจรี สวัสดิ์ บจก. คราวน์ เซรามิก

ชื่อ ยอดอรุณ  
2. ผลงานของ นส.วิภารัตน์ สุดเสน่ห์ หจก.บ้านศิลาดล

ชื่อ ช้างจ๊ะ  
**ผลงานที่ได้รับรางวัลชมเชย มี 10 รางวัล ได้แก่**

1. ผลงานของ นายทศวัฒน์ หัตถวิจิตรกุล

ชื่อ Thai Romance  
2. ผลงานของ นายคณธร ปวีณวงศ์ชัย บริษัท คราวน์ เซรามิก จำกัด

ชื่อ เส้นหวายลายสาน  
3. ผลงานของ บริษัททางเจีย เซรามิก จำกัด

ชื่อ รวงหอมมะลิ  
4. ผลงานของ นายเกียรติศักดิ์ คณะนา

ชื่อ ภาพชุด “สาน”  
5. ผลงานของ นายเฉลิมพล ดีล้อม

ชื่อ เอื้องผึ้ง  
6. ผลงานของ นายอุทัย เหนย THE STUDIO OF THE NORTH

ไม่มีชื่อผลงาน  
7. ผลงานของ นายอุเทน รินฟอง

ชื่อ ชุดอาหารรูปทรงใบโพธิ์  
8. ผลงานของ นายนิรมิตร

จันทร์เสนา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพ

ชื่อ ไม้สาน ลายดิน  
9. ผลงานของ นายแทน สุริยา หจก.บ้านศิลาดล

ชื่อ ช้าง  
10. ผลงานของ นส.ทัศนีย์ ยะจา หจก.บ้านศิลาดล

ชื่อ ใบบัวศิลาดล

การจัดประกวดในครั้งนี้หวังว่าจะนำไปสู่การพัฒนาแบบตลอดจนเทคโนโลยีการผลิตภาพเครื่องปั้นดินเผาสำหรับอาหารไทยที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน รวมถึงการสร้างค่านิยมในการใช้เครื่องปั้นดินเผาของไทย หากสนใจต้องการสูจิบัตรการประกวดซึ่งรวบรวมรายละเอียดของการดำเนินงานและภาพผลงานที่ส่งเข้าประกวดทุกชุดสามารถติดต่อได้ที่ กรมวิทยาศาสตร์บริการ โทรศัพท์ 0 2201 7097-98





# สารพิษต้องห้ามกับระเบียบ RoHS

เทพวิฑูรย์ ทวงศ์

วันดี ลือสายวงศ์

**ระเบียบ**ว่าด้วยการจำกัดการใช้สารอันตรายบางชนิดในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment หรือที่รู้จักกันในชื่อของ “RoHS”) เป็นระเบียบที่กำหนดโดยกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรป หรือ EU โดยบังคับให้สินค้าเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่จะส่งเข้าไปในตลาด EU หลังวันที่ 1 กรกฎาคม 2549 ต้องปราศจากสารอันตราย 6 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม โครเมียมเฮกซะวาเลนต์ โพลีโบรมิเนท-ไบฟีนิล (PBB) และโพลีโบรมิเนท-ไดฟีนิล-อีเทอร์ (PBDE) ระเบียบ RoHS เป็นระเบียบที่มุ่งเน้นการจำกัดการใช้สารที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ และให้สอดคล้องกับระเบียบที่ทำให้ผู้ผลิตต้องรับผิดชอบในการเรียกคืนซากสินค้าที่หมดอายุ (The Directive on Waste Electrical & Electronic Equipment, WEEE) ตามคณะกรรมการยุโรป กำหนดไว้ในปี พ.ศ.2546 การลดปริมาณสารอันตรายในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่ของผลิตภัณฑ์

เหล่านี้คือชิ้นส่วนโลหะ ชิ้นส่วนพอลิเมอร์ ชิ้นส่วนเซรามิกและแก้ว ทั้งนี้เพื่อเป็นการสร้างความมั่นใจว่าความเสี่ยงต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากสารเหล่านี้จะลดลงได้ ระเบียบนี้ครอบคลุมผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับ WEEE ยกเว้นเฉพาะผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเครื่องมือแพทย์ และเครื่องวัดและควบคุม จากการที่สหภาพยุโรปประกาศใช้ระเบียบเหล่านี้ ทำให้ประเทศที่พัฒนาแล้วคือ สหราชอาณาจักร สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น มีความตื่นตัวและมีมาตรการการกำหนดปริมาณสารพิษในผลิตภัณฑ์ด้วยเช่นกัน

ปัจจุบันผู้ประกอบการไทย โดยเฉพาะผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดเล็กได้ตระหนักถึงผลกระทบที่จะเกิดจากระเบียบเหล่านี้ที่จะบังคับใช้ในไม่ช้า อย่างไรก็ตามการใช้สารอื่นที่ปลอดภัยเพื่อทดแทนการใช้สารพิษเหล่านี้อาจเป็นปัญหาใหญ่สำหรับผู้ประกอบการขนาดกลางและเล็ก เนื่องจากต้องมีการลงทุนเพิ่มขึ้นในการวิจัยเพื่อหาสารทดแทน ดังนั้นการควบคุมปริมาณสารพิษให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดจึงเป็นสิ่งที่สามารถทำได้มากกว่า ในปัจจุบันที่ระเบียบนี้เริ่มมีบทบาทมากขึ้น ผู้ประกอบการไทยจำเป็นต้องพึงห้องปฏิบัติการที่

มีขีดความสามารถในการวิเคราะห์ทดสอบสารต้องห้ามดังกล่าว ไม่ว่าจะห้องปฏิบัติการของภาคเอกชน ทั้งในและต่างประเทศ ทั้งนี้ราคาค่าวิเคราะห์ค่อนข้างสูงซึ่งส่งผลกระทบต่อราคาต้นทุนสินค้าที่ผลิต เพื่อให้ผู้ประกอบการไทยสามารถส่งสินค้าออกไปขายได้ภายใต้เงื่อนไขของระเบียบต่างๆ ที่ทางสหภาพยุโรปและคู่ค้าอื่นๆ กำหนดขึ้น โดยสามารถแข่งขันทางด้านราคากับประเทศคู่ค้าอื่นๆ หน่วยงานของภาครัฐที่เกี่ยวข้องจึงจำเป็นต้องเข้ามาช่วยเหลือด้านการวิเคราะห์ทดสอบสารต้องห้าม 6 ชนิดตามระเบียบ RoHS ในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และการใช้สารทดแทน ดังแสดงในตารางที่ 1 และมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

**ตะกั่วและสารประกอบของตะกั่ว** ตะกั่วเป็นโลหะที่มีความหนาแน่น ความอ่อนตัว ความลื่น ความยืดหยุ่น ความนำไฟฟ้า และการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน ที่ค่อนข้างสูง ความแข็งแรงทางกล ความแข็ง Elasticity และจุดหลอมเหลวต่ำ หล่อได้ง่าย และทนการกัดกร่อนได้ดี สามารถผสมเข้ากันได้ดีในโลหะหลายชนิด เมื่อสะสมในร่างกายปริมาณมากจะก่อให้เกิดอาการบวมพองทางระบบ



ประสาท การสืบพันธุ์ ทำให้พัฒนาการทางสมองและทางกายภาพล่าช้า โดยเฉพาะในเด็ก โอกาสสัมผัสตะกั่วจากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จากการทำงานในโรงงาน การประกอบกรรไกรไซเคิล จากกระบวนการผลิตที่ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม จากการทิ้งเครื่องใช้ที่หมดอายุโดยไม่มีการควบคุม ตัวอย่างการใช้งานตะกั่วและสารประกอบตะกั่วในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และการใช้สารทดแทนแสดงในตารางที่ 1

**แคดเมียมและสารประกอบของแคดเมียม** แคดเมียมเป็นโลหะมีสีเงิน นิ่ม ดัดขึ้นรูปได้ มีจุดหลอมเหลวต่ำและนำไฟฟ้าได้ดี สารประกอบแคดเมียมส่วนใหญ่มีสีส้มสวยงาม และเป็นสีคงทนไม่สลายตัวง่าย หากได้รับไอระเหยหรือฝุ่นแคดเมียมเข้าสู่ร่างกาย จะก่อให้เกิดการระคายเคือง เจ็บคอ ไอ หายใจลำบาก หากสัมผัสผ่านทางผิวหนังจะเกิดการระคายเคือง หากกินเข้าไปจะเกิดอาการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน หากสะสมระยะนานจะมีผลกระทบต่อระบบเลือด สะสมและทำลายไต ทำให้เกิดโรคปอดอักเสบ และเป็นสารก่อมะเร็ง

**ปรอทและสารประกอบของปรอท** เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง สามารถรวมตัวกับโลหะได้เกือบทุกชนิด มีสีเงินเป็นเงาวาว ปรอทเป็นสารพิษเรื้อรัง หากเข้าสู่ร่างกายผ่านทางเดินอาหารจะซึมเข้าในระบบหมุนเวียนโลหิต ทำให้เกิดอาการป่วยด้วยโรคมินามาตะ มีสภาพทุพพลภาพ และพิการทางสมอง ปรอทยังมีพิษทำลายประสาท

ส่วนกลาง ทำให้ความจำเสื่อม บุคลิกภาพและพฤติกรรมเปลี่ยนแปลง กระเพาะอาหารและลำไส้ผิดปกติ ผื่นแดง ทำลายสมองและไต

**เฮกซะวาเลนซ์โครเมียมและสารประกอบของเฮกซะวาเลนซ์โครเมียม** สารประกอบโครเมียม  $Cr^{6+}$  เป็นสารออกซิไดซ์ มี Electro-negativity สูงและทำตัวไม่เหมือนโลหะ มีพันธะเป็นแบบโควาเลนต์ ไอออน  $CrO_4^{2-}$  ซึ่งมีสีเหลือง โครเมียม  $Cr^{6+}$  มีความเป็นพิษสามารถซึมผ่านผนังเซลล์ได้โดยง่าย หากสูดดมจะก่อให้เกิดการระคายเคืองรุนแรง ทำลายเนื้อเยื่อ เกิดการอักเสบบริเวณลำคอ ไอ หอบหืด เป็นสาเหตุของอาการน้ำท่วมปอดได้ หากได้รับผ่านทางผิวหนัง จะเกิดเป็นแผลพุพอง หากผ่านทางเดินอาหาร จะก่อให้เกิดอาการอาเจียน ท้องร่วง ลำไส้อักเสบ วิงเวียนศีรษะ กระหายน้ำ หมดสติ มีอาการโคม่า เกิดอาการดับและไตวายเฉียบพลัน และสามารถทำลาย DNA ของมนุษย์และสิ่งมีชีวิต

**สารประกอบที่มีโบรมีน (PBBs and PBDEs)** โพลีโบรมิเนท-ไบฟีนิล (Polybrominated Biphenyls, PBB) และโพลีโบรมิเนท-ไดฟีนิล-อีเทอร์ (Polybrominated diphenyl ethers: PBDE) เป็นหนึ่งในหลายชนิดของสารหน่วงการติดไฟที่มีโบรมีนเป็นส่วนประกอบหลัก (Brominated Frame Retardants: BFR) ที่ใช้ผสมในพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก มีสมบัติแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปริมาณโบรมีนและน้ำหนักโมเลกุลเป็นหลัก สมบัติต่อการใช้งานได้แก่จุดหลอมเหลว เช่น

Deca-bromodiphenyl ethers มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 959.3 มีปริมาณโบรมีนประมาณ 82-83% และมีจุดหลอมเหลวที่ 290-310° ซ. ขณะที่ Octa-Bromodiphenyl ethers มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 801.5 มีปริมาณโบรมีนประมาณ 79-80% มีจุดหลอมเหลวประมาณ 200-235° ซ. PBB และ PBDE เป็นสารต้องห้ามตามระเบียบ RoHS เนื่องจากมีข้อกังวลเกี่ยวกับการเกิดไดออกซินและฟูราน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในระหว่างการเผาพลาสติกเพื่อคืนพลังงาน ซึ่งมีโอกาสเกิดได้ หากใช้เตาเผาที่มีประสิทธิภาพต่ำ

การวิเคราะห์ทดสอบสารต้องห้ามทั้ง 6 ชนิดในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่สามารถแบ่งออกเป็นชั้นส่วนโลหะ ชั้นส่วนพอลิเมอร์ และชั้นส่วนเซรามิกและแก้ว ตามที่กล่าวมาแล้ว ขั้นตอนการวิเคราะห์สามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลักคือการเตรียมตัวอย่าง การวิเคราะห์เบื้องต้นและการทำปริมาณวิเคราะห์ โดยการวิเคราะห์เบื้องต้น (Screening test) เพื่อตรวจสอบว่ามีสารต้องห้ามหรือไม่ นั้นการวิเคราะห์ทดสอบจะต้องมีความรวดเร็ว สะดวก และไม่ต้องทำลายชิ้นส่วนที่ทดสอบ สำหรับการปริมาณวิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์ทดสอบสารต้องห้ามในชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องการความถูกต้องและแม่นยำในระดับหนึ่งส่วนในล้านส่วน (ppm) ขั้นตอนนี้อาจมีการย่อยสลายตัวอย่างทดสอบ ทำให้มีความยากในการเตรียมตัวอย่างมาก นอกจากนั้นขั้นตอนนี้



ยังต้องการระบบควบคุมคุณภาพ และการปนเปื้อนในทุกขั้นตอนการวิเคราะห์ทดสอบ รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีวิเคราะห์และหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์สารต้องห้าม 6 ชนิดตามระเบียบ RoHS แสดงในตารางที่ 2

กรมวิทยาศาสตร์บริการในฐานะที่เป็นห้องปฏิบัติการของรัฐ ปัจจุบันได้ให้บริการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ เช่น ชิ้นงานโลหะและพอลิเมอร์ ที่ต้องการทราบปริมาณตะกั่ว ปรอท แคดเมียม โครเมียม (ในรูปของโครเมียมทั้งหมด) สำหรับการวิเคราะห์

ทดสอบปริมาณของเฮกซะวาเลนท์โครเมียม โพลีโบรมิเนท-ไบฟีนิล (PBB) และโพลีโบรมิเนท-ไดฟีนิลอีเทอร์ (PBDE) นั้น กรมวิทยาศาสตร์บริการอยู่ระหว่างการศึกษความเป็นไปได้ในการเปิดให้บริการทดสอบดังกล่าว ทั้งนี้การวิเคราะห์ทดสอบสารพิษเฮกซะวาเลนท์โครเมียมจำเป็นต้องทดสอบด้วยเครื่องมือเฉพาะ เช่น Ion Chromatography (IC) หรือ HPLC-ICP-OES ขณะที่ PBB และ PBDE จำเป็นต้องทดสอบด้วยเครื่องมือพิเศษเช่น GC-MS ดังนั้น

การเพิ่มศักยภาพของห้องปฏิบัติการให้อยู่ในระดับแนวหน้าของประเทศในด้านการให้บริการวิเคราะห์ทดสอบสารพิษเหล่านี้จำเป็นต้องจัดหาเครื่องมือที่ทันสมัยเพื่อศึกษาวิธีวิเคราะห์ทดสอบสารพิษดังกล่าว แม้ว่าการลงทุนสำหรับเครื่องมือพิเศษเหล่านี้จะเป็นการลงทุนที่สูงมาก ผลที่คาดว่าจะได้รับคือการใช้บริการมีส่วนช่วยให้ผู้ประกอบการไทย สามารถส่งสินค้าไปขายยังสหภาพยุโรปและประเทศพัฒนาอื่นๆ ได้ต่อไป

ตารางที่ 1 การใช้สารต้องห้าม 6 ชนิดตามระเบียบ RoHS ในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และการใช้สารทดแทน

ชนิด	การใช้งานในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	แนวทางการทดแทน
ตะกั่ว	ใช้เป็นตุ้มน้ำหนัก, แผ่นซิลด์ป้องกันการแผ่รังสี, ป้องกันการกัดกร่อน, เป็นขั้วแลกเปลี่ยนประจุเคมี-ไฟฟ้า, สารเชื่อมประสาน, สารเคลือบเพื่อการหล่อลื่นหน้าสัมผัสทางไฟฟ้า, เพิ่มความถี่-ช่วยในการดึงวัสดุเป็นเส้น, ปรับสมบัติพลาสติก, เม็ดสีพลาสติก	ใช้โลหะอื่น เช่น เงิน พอลวง ทองแดง บิสมัท ดีบุก อินเดียม หรือใช้วัสดุสังเคราะห์
แคดเมียม	ใช้งานเคลือบป้องกันการกัดกร่อนเหล็กและเหล็กกล้าเป็นตัวเชื่อมประสานและบัดกรี	ใช้โลหะอื่น เช่น ทังสเตน นิกเกิล ดีบุก ทอง พาลาเดียม เงิน หรือเม็ดพลาสติกที่ทำจากสารอินทรีย์
โครเมียมเฮกซะวาเลนซ์	ใช้ป้องกันพื้นผิวโลหะจากการกัดกร่อน เป็นสารเติมแต่งเพื่อช่วยควบคุมโครงสร้างจุลภาค	ใช้ โครเมียม(+3) หรือโลหะอื่นเช่น นิกเกิล หรือวัสดุสังเคราะห์อื่น
ปรอท	ใช้เป็นเครื่องบอกอุณหภูมิ เครื่องวัดความดัน และสวิตช์กระตุ้นสารเรืองแสง	หาวัสดุทดแทน
PBBs	เลิกใช้/เลิกผลิตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543	-
PBDEs	ใช้ในพลาสติกสำหรับโครงนอกและชิ้นส่วนขนาดเล็ก ใช้ในพลาสติกโครงสร้าง(Engineering plastic)	สารหน่วงการติดไฟที่ไม่มีส่วนผสมของฮาโลเจน (Halogen-free Flame Retardants: HF-FR)



ตารางที่ 2 กระบวนการวิเคราะห์เบื้องต้นและการทำปริมาณวิเคราะห์ของสารทั้ง 6 ชนิด

ชนิด	วิธีวิเคราะห์ (Method of analysis)	
	การวิเคราะห์เบื้องต้น (Simple method of analysis)	การทำปริมาณวิเคราะห์ (Detailed method of analysis)
Cadmium (Cd)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energy-dispersive X-ray fluorescent spectrometry (EDXRF)</li> <li>- Wavelength-dispersive X-ray fluorescent spectrometry (WDXRF)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-OES)</li> <li>- Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)</li> <li>- Atomic absorption spectrometry (AAS)</li> </ul>
Lead (Pb)		
Mercury (Hg)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cold-vapor atomic absorption spectrometry</li> </ul>
Hexavalent chromium (Cr <sup>6+</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EDXRF (measures total chromium volume)</li> <li>- WDXRF (measures total chromium volume)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diphenylcarbazide absorption photometry</li> <li>- Ion chromatography (IC)</li> </ul>
PBBs and PBDEs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EDXRF (measures total bromine volume)</li> <li>- WDXRF (measures total bromine volume)</li> <li>- Fourier transforming infrared spectrometry (FT-IR)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gas chromatography mass spectrometry (GC-MS)</li> </ul>





## เอกสารอ้างอิง

ปริทรรศน์ พันธุ์บรรยงก์. แนวทางการดำเนินงานของ MTEC เกี่ยวกับระเบียบ RoHS. ในเอกสารประกอบงานสัมมนาเทคโนโลยีวัสดุ เพื่อสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 4 เรื่อง การรับรองสินค้าปลอดสารพิษตามระเบียบ RoHS ของสหภาพยุโรป และโครงสร้างที่ต้องเร่งพัฒนาเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันที่ยั่งยืน. 2547 กันยายน 16 ; ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2547. 5 หน้า. (เอกสารอัดโรเนียว)

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสารปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2547. 100 หน้า.

\_\_\_\_\_. รายละเอียดและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับระเบียบ RoHS. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2547. 28 หน้า.

\_\_\_\_\_. เรียบเรียงโดย นุจรินทร์ ราษฎร์กุล. การวิเคราะห์สารต้องห้ามตามระเบียบสหภาพยุโรป [RoHS] : ห้องปฏิบัติการ Trace Element Analysis (TEA-Lab). กรุงเทพมหานคร : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2547.

Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment. 2004. [online]

[cited 13 November] Available from [http://europa.eu.int/eurlex/pri/en/oj/dat/2003/l\\_037/l\\_03720030213en00190023.pdf](http://europa.eu.int/eurlex/pri/en/oj/dat/2003/l_037/l_03720030213en00190023.pdf)

The Restriction of Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (ROHS) Directive (2002/95/EC). 2004. [online] [ cited dated 13 November] Available from <http://www.environment-agency.gov.uk/netregs/legislation/380525/477158>

### ต่อจากหน้า 16

2. การใช้ e-Learning ต้องมีการลงทุนในเรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ที่พร้อมด้วยอุปกรณ์มัลติมีเดีย และประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ต้องเข้ากันได้ดี และต้องคำนึงถึงการเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อการติดต่อสื่อสารทั้งระหว่างผู้เรียน ผู้สอนอีกด้วย

การเรียน การอบรมสัมมนาแบบ e-learning ออนไลน์ให้ประสบความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ สิ่งสำคัญก็คือ การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากกันและกัน และที่สำคัญอีกประการคือ ผู้สอนเองจะ

ต้องมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบทันทีกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนไม่รู้สึกโดดเดี่ยวหรือถูกทอดทิ้ง และจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศให้เกิดการแสดงความคิดเห็น แต่อย่างไรก็ตามผู้เรียนจะเป็นผู้รับผิดชอบต่อการเรียนของตนเอง มีวินัยและมีการวางแผนระบบการเรียนให้เหมาะสมกับรูปแบบชีวิตของตนเอง จึงทำให้ e-learning เกิดประสิทธิภาพ สูงสุด

กลุ่มฝึกอบรมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้สังเกตเห็นความสำคัญดังกล่าว จึงได้ดำเนิน

โครงการพัฒนาหลักสูตรการศึกษาต่อเนื่องด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนากำลังคนของประเทศอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักวิทยาศาสตร์และผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสาขาต่างๆ ซึ่งหลักสูตรที่ได้ดำเนินการในปี 2547 มีดังนี้ เครื่องแก้วและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ สารเคมีและการจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการ และเทคนิคการเป็นหัวหน้างาน ผู้สนใจสามารถเข้าไปศึกษาได้ที่ [www.e-learning.dss.go.th](http://www.e-learning.dss.go.th)



# การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุด้วย UML

(UML: Unified modeling language)

ธวัชชัย สุขสาย

บรรณวรรณ ปานทิพย์อำพร

## คำสำคัญ UML, การวิเคราะห์ และออกแบบระบบ

หลักการพัฒนาระบบเชิงวัตถุ ประกอบด้วยกลุ่มของวัตถุ (object) ที่ทำงานร่วมกัน โดยแบ่งบทบาทหน้าที่ที่ความรับผิดชอบออกเป็นกลุ่มๆ ที่เรียกว่า คลาส (class) แต่ละคลาส จะมีสถานะ (state) รวมทั้งพฤติกรรม (behavior) ตามบทบาท ของตน

การสร้างระบบงานที่เป็นคอมพิวเตอร์มีความคล้ายคลึงกับการสร้างวัตถุอื่นๆ ทั่วไป นั่นคือการสร้างระบบงานคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีทั้งกระบวนการทำงาน และเครื่องมือควบคู่กันไป กระบวนการทำงานที่ใช้ เช่น RUP (rational unified process) ซึ่งระบุขั้นตอนการทำงานต่างๆ เป็นกรอบให้ปฏิบัติตาม แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเครื่องมือที่สามารถรองรับการสร้างระบบงานคอมพิวเตอร์ที่เป็น object-oriented และเป็นที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ UML (Unified modeling language)

UML เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองของระบบงาน ซึ่งไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะงานที่ทำขึ้นเพื่อใช้กับงานคอมพิวเตอร์ ใน UML ประกอบด้วยชุดเครื่องมือซึ่งใช้ในการอธิบายการทำงาน องค์ประกอบความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่างๆ

ของระบบงานในแง่มุมที่แตกต่างกันออกไป

UML ไม่ใช่ Methodology นั่นคือ UML ไม่ได้บอกถึงขั้นตอนลำดับก่อนหลัง หรือกระบวนการที่ใช้ในการทำงาน ในทางกลับกัน UML เป็นชุดเครื่องมือที่อยู่ในกล่องเครื่องมือพร้อมที่จะให้ผู้ออกแบบ นำไปใช้ในการออกแบบเพื่อสร้างแบบจำลองระบบ

UML diagram ประกอบด้วยแบบจำลองทางสถาปัตยกรรมของระบบในมุมมองต่างๆ แต่ละไดอะแกรมต่างก็ให้มุมมองในแง่มุมที่แตกต่างกัน UML diagram ประกอบด้วย

1. Use case diagram
2. Class diagram (static)
3. Behavior diagram

(dynamic) :

- 3.1 Iteration
  - 3.1.1 Sequence diagram
  - 3.1.2 Collaboration diagram
- 3.2 Statechart diagram
- 3.3 Activity diagram

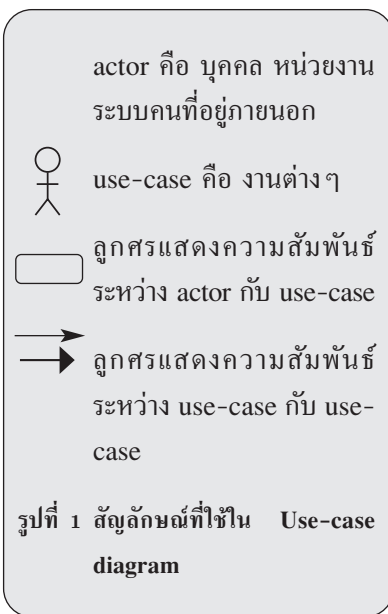
4. Implementation diagram :

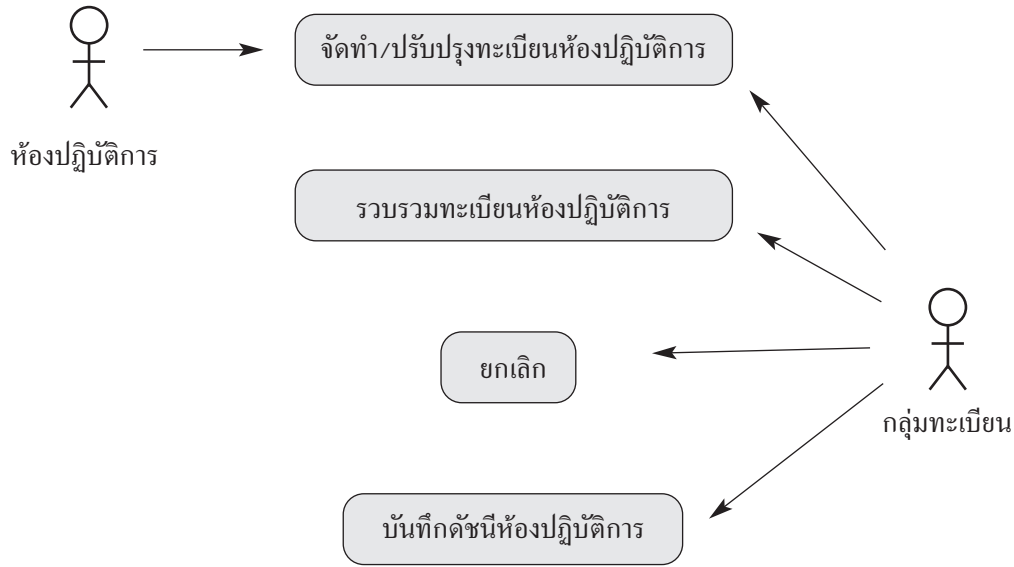
- 4.1 Component diagram
- 4.2 Deployment diagram

## Use-case diagram

Use case diagram ประกอบด้วย actor, use-case และ relationship

- use-case ใช้สัญลักษณ์รูปวงรีที่แสดงหน้าที่ต่างๆ ของระบบ
- actor ใช้สัญลักษณ์เป็นรูปภาพ คือผู้ที่เกี่ยวข้องกับระบบ เป็นองค์ประกอบที่แสดง entity ที่อยู่ภายนอกระบบ และแสดงความสัมพันธ์กับ Use-case
- Relationship แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง use-case กับ use-case, use-case กับ actor, actor กับ actor



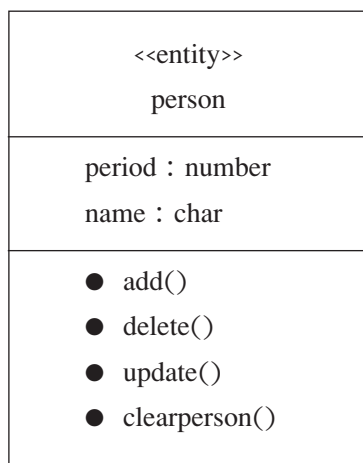


รูปที่ 2 ระบบทะเบียนและดัชนีความสามารถห้องปฏิบัติการ

### Class diagram

Class diagram เป็นไดอะแกรมที่แสดงมุมมองที่เป็น static view ของระบบ Class diagram จะแสดงถึงส่วนประกอบต่างๆ ของระบบ ว่าในระบบมีส่วนประกอบอะไรบ้าง และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร คือ Class diagram จะแสดงโครงสร้างของระบบโดยละเอียดในมุมมองเมื่อระบบไม่มีการทำงานใดๆ เช่นเดียวกันกับที่เราเปิดฝา case ของเครื่องคอมพิวเตอร์ เราจะเห็น สายไฟ ฮาร์ดดิสก์ แรม แหล่งจ่ายไฟ การ์ดแสดงผล ชิพเซ็ด แต่เราจะไม่เห็นว่าการทำงานเป็นอย่างไร เราเห็นแต่เพียงว่ามีอะไรและวางกันโดยมีความสัมพันธ์ในแต่ละส่วนอย่างไรเท่านั้น

Class diagram ถูกแทนที่ด้วยรูปสี่เหลี่ยมที่แบ่งเป็น 3 ส่วนตามขวาง ส่วนแรกแสดงชื่อของ class ส่วนที่สองแสดงคุณสมบัติหรือ attribute ของ class และส่วนสุดท้ายแสดงให้เห็นถึง method หรือ behavior ของ class (ดังรูปที่ 3)

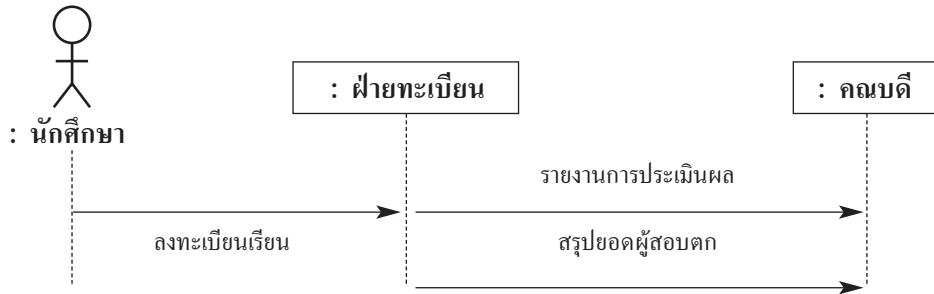


รูปที่ 3 แสดงสัญลักษณ์ของ class ใน Class diagram

จากรูป class person ซึ่งมีคุณสมบัติ 2 รายการ คือ period และ name และมี method สามารถทำ operation พื้นฐาน add, update, delete นอกจากนั้นยังสามารถลบข้อมูลของบุคคลใน person ได้โดยผ่าน method clear person

### Sequence diagram

Sequence diagram เป็นไดอะแกรมที่แสดงให้เห็นถึงการ flow ของ message ต่างๆ ที่ถูกสร้างขึ้นจากส่วนประกอบต่างๆ ของระบบตามเวลา ซึ่ง Sequence diagram แสดงถึงรายละเอียดของขั้นตอนการทำงาน ซึ่งเป็นการทำงานที่ระบุในแต่ละ Use-case หรือเป็นเหตุการณ์หนึ่งในหลายๆ เหตุการณ์ใน Use-case



รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างของ Sequence diagram

### Component diagram

Component diagram เป็นไดอะแกรมแสดงโครงสร้างทางกายภาพ (physical) ในส่วนของความสัมพันธ์กันใน Software component เช่น ชุดคำสั่ง (source

code), executable program และ User interface ดังนั้น Component diagram คือกราฟที่แสดงถึงองค์ประกอบต่างๆ เชิงระบบที่มีการเชื่อมโยงกันโดยใช้ความสัมพันธ์แบบ dependency

ในบทความนี้ กล่าวถึงพื้นฐานของ UML โดยแนะนำให้เห็นถึง diagram หลักๆ ของ UML เพื่อความเข้าใจสำหรับนำไปใช้อ่านทำความเข้าใจ ระบบงาน และสามารถนำ UML ไปวิเคราะห์และออกแบบระบบงานคอมพิวเตอร์ได้

กลุ่มทะเบียนและดัชนีความสามารถห้องปฏิบัติการ

โทร. 0-2201-7194

e-mail [thawatchai@dss.go.th](mailto:thawatchai@dss.go.th)

[pornpanpp@hotmail.com](mailto:pornpanpp@hotmail.com)



## เอกสารอ้างอิง

โอกาส เอี่ยมสิริวงศ์. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2544.

Ali, Bahrami. **Object oriented systems development**. Irwin: McGraw-Hill, 1999.

Jame, A.Senn. **Analysis & design of information system**. 2<sup>nd</sup> ed.. Irwin : McGraw-Hill, 1989.

Pedita, Stevens.; and Rob, Pooley. **Using UML software engineering with objects and components**. Update Edition., [n.p.] :Addison-Wesley, 2000.



# ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการเขียนวิธีทดสอบและวิธีสอบเทียบ

อนุท ป้อมประสิทธิ์

สอว วิทยุศึกษา

ในการจัดทำระบบคุณภาพ ห้องปฏิบัติการตามข้อกำหนด ISO/IEC 17025 ห้องปฏิบัติการต้องจัดทำเอกสารระบบคุณภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ คู่มือคุณภาพ (quality manual) ขั้นตอนการดำเนินงาน (quality procedure) วิธีปฏิบัติงาน (standard operating procedure; SOP) และเอกสารสนับสนุนอื่นๆ (supporting documents) วิธีทดสอบจัดเป็นเอกสารระดับวิธีปฏิบัติงานที่ห้องปฏิบัติการจะต้องจัดทำไว้ตามข้อกำหนด ISO/IEC 17025 ข้อ 5.4 วิธีทดสอบ/สอบเทียบและการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี (test and calibration methods and method validation)

หลักการในการเขียนวิธีและขั้นตอนการดำเนินงานที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมการทดสอบและสอบเทียบ ทั้งหมดที่อยู่ภายในขอบข่ายของการทดสอบ วิธีการเหล่านี้รวมถึงการชักตัวอย่าง การจัดการตัวอย่าง การขนย้ายตัวอย่าง การเก็บรักษา และการเตรียมตัวอย่าง การประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด เทคนิคต่างๆ ทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและสอบเทียบ ต้องมีคำแนะนำต่างๆ ในการใช้และวิธีปฏิบัติกับเครื่องมือ

ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด มาตรฐาน คู่มือ และข้อมูลอ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับงานต้องทันสมัยอยู่เสมอ และจัดทำไว้ให้มีพร้อมสำหรับเจ้าหน้าที่ใช้งาน ความเบี่ยงเบนจากวิธีที่กำหนด การปฏิบัติการที่เบี่ยงเบนไปจากวิธีทดสอบและ/หรือสอบเทียบจะทำได้เฉพาะกรณีที่มีการจัดทำไว้เป็นเอกสาร มีการพิจารณาความเหมาะสมทางด้านวิชาการ มีการมอบหมายงานและได้รับความเห็นชอบจากลูกค้า

การเลือกวิธีทดสอบต้องเลือกใช้วิธีการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ รวมทั้งการสุ่มตัวอย่างให้เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า และเหมาะสมสำหรับกิจกรรมการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ โดยแจ้งให้ลูกค้าทราบถึงวิธีการทดสอบ/สอบเทียบที่เลือก (ถ้าลูกค้าไม่ได้กำหนด) ซึ่งเลือกใช้จากวิธีการที่มีการตีพิมพ์ในมาตรฐานระหว่างประเทศ ระดับชาติ หรือระดับภูมิภาค วิธีขององค์กรที่มีชื่อเสียงหรือตำราหรือวารสารทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องหรือตามที่ระบุไว้โดยผู้ผลิตเครื่องมือ และต้องมั่นใจว่าได้ใช้มาตรฐานฉบับล่าสุด หากมีความจำเป็น มาตรฐานต้องได้รับการจัดทำรายละเอียดเพิ่มเติมเพื่อให้มั่นใจในการนำไปใช้ได้ตรงกัน

และตรวจสอบว่าวิธีมาตรฐานนั้นสามารถใช้ได้เหมาะสมกับห้องปฏิบัติการ วิธีทดสอบที่ไม่เหมาะสมต้องแจ้งให้ลูกค้าทราบ หรือวิธีที่ลูกค้าเสนอไว้พบว่าไม่เหมาะสมหรือล้าสมัยแล้ว

วิธีที่ห้องปฏิบัติการพัฒนาขึ้นเอง ถ้านำวิธีการทดสอบและสอบเทียบที่พัฒนาขึ้นโดยห้องปฏิบัติการมาใช้เอง ต้องเป็นกิจกรรมที่ได้รับการวางแผนไว้แล้ว และมอบหมายให้บุคลากรที่มีคุณสมบัติเหมาะสม พร้อมทรัพยากรที่เพียงพอและแผนงานที่ได้จัดทำมีการปรับให้ทันสมัยอยู่เสมอตามวิธีการที่ได้รับการพัฒนาและต้องมั่นใจว่าการสื่อสารระหว่างบุคลากรทั้งหมดที่เกี่ยวข้องเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีที่ไม่เป็นมาตรฐาน ถ้าใช้วิธีที่ไม่ครอบคลุมตามมาตรฐาน ต้องทำความเข้าใจกับลูกค้า และเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดที่ชัดเจนตามความต้องการของลูกค้า และวัตถุประสงค์ของการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ และตรวจสอบความใช้ได้ก่อนนำมาใช้งาน

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี (validation of methods) วิธีทดสอบที่ต้องตรวจสอบความใช้ได้ ได้แก่ วิธีที่ไม่เป็นมาตรฐานวิธีที่ห้องปฏิบัติการพัฒนา/ออกแบบ



ขึ้นเอง วิธีขยายและดัดแปลงจากวิธีมาตรฐาน ต้องบันทึกผลต่างๆ ที่ได้จากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี โดยรวมถึงผลที่ได้จากการตรวจสอบความใช้ได้ ขั้นตอนการดำเนินการที่ใช้ การระบุสถานะของวิธีนั้นๆ เหมาะสมกับการใช้ตามวัตถุประสงค์หรือไม่ พิสัยและความแม่นยำของค่าที่ได้จากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี ต้องสัมพันธ์กับความต้องการของลูกค้า

ค่าความไม่แน่นอนของผลการทดสอบ ห้องปฏิบัติการสอบเทียบหรือห้องปฏิบัติการทดสอบที่ดำเนินการสอบเทียบเองต้องมีและปฏิบัติตามวิธีดำเนินการ ในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดสำหรับการสอบเทียบและทุกประเภทของการสอบเทียบ

การควบคุมข้อมูล การคำนวณและการถ่ายโอนข้อมูลต้องมีการตรวจสอบ การคำนวณและการถ่ายโอนข้อมูล อย่างเหมาะสมและเป็นระบบ คอมพิวเตอร์และเครื่องมืออัตโนมัติที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล การประมวลผล การบันทึก การรายงาน การเก็บ หรือการเรียกข้อมูลกลับมาใช้ ต้องมั่นใจว่าซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่พัฒนาโดยห้องปฏิบัติการได้จัดทำเป็นเอกสารที่มีรายละเอียดเพียงพอ และเหมาะสมสำหรับการใช้งาน มีขั้นตอนการดำเนินงานที่นำไปใช้ในการป้องกันข้อมูลและมั่นใจว่าคอมพิวเตอร์และเครื่องมืออัตโนมัติต่างๆ ได้รับการบำรุงรักษาเพื่อให้อันตรายที่หน้าที่ได้ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ จัดสถานะแวดล้อมและสถานที่ตั้งให้เหมาะสม

จากการศึกษาข้อกำหนด

เกี่ยวกับเอกสารวิธีทดสอบและสอบเทียบ จะเห็นได้ว่าเนื้อหาสาระของเอกสารต้องสอดคล้องกับชนิดหรือประเภทของวิธีทดสอบและสอบเทียบที่เลือกใช้ เช่นวิธีทดสอบที่เป็นวิธีมาตรฐานไม่จำเป็นต้องตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ แต่ต้องทวนสอบเพื่อให้มั่นใจว่าห้องปฏิบัติการมีความสามารถในการทดสอบเป็นไปตามเกณฑ์การยอมรับของวิธีกำหนด สำหรับวิธีที่ไม่ใช่วิธีมาตรฐาน เช่นวิธีมาตรฐานแต่ใช้นอกขอบข่าย หรือมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการวิเคราะห์วิธีที่ห้องปฏิบัติการพัฒนาขึ้น วิธีอื่นๆ ที่ได้จากเอกสารตีพิมพ์ ห้องปฏิบัติการจะต้องตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีก่อนนำมาใช้ เพื่อความสะดวกในการจัดทำเอกสารวิธีทดสอบและสอบเทียบ ขอแนะนำเอกสารทางวิชาการที่นิยมใช้เป็นแนวทางในการเขียนเอกสาร ดังนี้

#### 1. NATA Technical Note 17 : Format and content of Test Methods and Procedure for Validation and Verification of Chemical Test Methods

*บทนำ* Technical note ฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้สำหรับห้องปฏิบัติการรวมทั้งห้องปฏิบัติการ-วิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา (microbiological) ห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยา (medical pathology) ซึ่งใช้วิธีวิเคราะห์ทางเคมี เนื้อหาสาระประกอบด้วย รูปแบบและเนื้อหาของ in - house method ที่ห้องปฏิบัติการนำมาใช้ ข้อแนะนำในการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีและการพิสูจน์ยืนยันความเหมาะสม

ของวิธีภายในสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ ขั้นตอนเหล่านี้ห้องปฏิบัติการสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดแผนการเฝ้าระวังความน่าเชื่อถือ ของผลการวิเคราะห์

#### รูปแบบและเนื้อหาของวิธีทดสอบ

โดยทั่วไป วิธีทดสอบจะต้อง

1.1 จัดทำเป็นเอกสาร และมีเพียงพอสำหรับบุคลากรทุกคน

1.2 มีระบบควบคุมเอกสาร เช่น การบ่งชี้เอกสารที่เป็นเอกลักษณ์ (a unique identification) สถานะการแก้ไข (amendment status) วันที่ประกาศใช้ (date of adoption) และลายมือชื่อของผู้มีอำนาจ (an authorizing signature)

1.3 มีเอกสารอ้างอิงแหล่งที่มาของวิธีทดสอบ ระบุสิ่งที่แตกต่างไปจากเอกสารอ้างอิง รวมทั้งข้อมูลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี ความแม่นยำและขีดจำกัดของวิธี (limitation of the method)

1.4 อธิบายการควบคุมคุณภาพอย่างชัดเจน จัดทำเป็นเอกสาร วิธีวิเคราะห์ทางสถิติและเงื่อนไขเกณฑ์การยอมรับ ผลการทดสอบ

1.5 ระบุหน่วยและจำนวนเลขนัยสำคัญ หรือจำนวนทศนิยมที่จะรายงานในรายงานผลการทดสอบ โดยมีแหล่งอ้างอิงที่เหมาะสมของค่าอ้างอิง (reference value) เช่น ช่วงค่าอ้างอิงทางฟิสิกส์ (a physiological reference) หรือผลการวิเคราะห์วัสดุอ้างอิงมาตรฐาน (a standard reference material)



1.6 มีการทบทวนเป็นระยะ (be subjected to periodic review) แนะนำให้เลือกแหล่งของวิธีทดสอบที่เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ ซึ่งมีมากมายจากหลายประเทศ แต่บางครั้งถ้าไม่สามารถเลือกใช้วิธีดังกล่าวได้ หรือไม่มีวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์เฉพาะ จำเป็นต้องพัฒนาวิธีและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีก่อนนำมาใช้ปฏิบัติงานจริง ในเรื่องความแม่นยำและความเที่ยงต้องเป็นไปตามข้อกำหนด (โปรดดูการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีข้อ 2.7)

1.7 วิธีทดสอบจะต้องมีรายละเอียดเพียงพอที่ทำให้ผู้วิเคราะห์คนอื่นสามารถปฏิบัติตามได้โดยไม่มียุ่งยาก ควรจัดทำรูปแบบตามที่อธิบายในข้อ 2. AS 2929-1990 Test methods - Guide to the format, style and content. หรือรูปแบบตาม ASTM ในกรณีของ medical test procedure, ควรใช้เอกสารอ้างอิง NPAAC [Guidelines for the preparation of Laboratory Manuals (1986)] วิธีทดสอบตาม AOAC official Method ใช้สำหรับการวิเคราะห์อาหาร แต่โครงสร้างและข้อมูลบางครั้งมีจำกัดทำให้ยากต่อการปฏิบัติตาม ห้องปฏิบัติการ ควรนำมาเขียนตามรูปแบบของ AS 2929 -1990

วิธีทดสอบอาจจะมีขั้นตอนการสอบเทียบด้วยถ้ามีการใช้รีเอเจนต์หรือวัสดุที่ใช้ในการสอบเทียบซึ่งเปลี่ยนแปลงตามอายุและวิธีการใช้ ถ้าไม่มีขั้นตอนการสอบเทียบในวิธีทดลอง อาจเขียนแยกไว้ต่างหากพร้อมระบุความถี่ในการสอบเทียบสำหรับการทดสอบทาง

คุณภาพ ที่เป็นเรื่องทางกฎหมาย ต้องวิเคราะห์ตัวอย่างควบคุม (control sample) โดยให้ความเข้มข้นของสารที่ต้องการตรวจสอบเท่ากับหรือใกล้เคียงกับขีดจำกัดของการตรวจสอบ (the limit of detection) ควบคุมไปกับตัวอย่างและรายงานสิ่งที่ตรวจพบโดยอ้างอิงความเข้มข้นที่แท้จริงของสารที่ตรวจสอบได้ตามวิธีทดสอบ

2. AS 2929 -1990 Test methods - Guide to the formal, style and content.

มาตรฐานฉบับนี้ ออกโดยคณะกรรมการมาตรฐานออสเตรเลีย เป็นข้อเสนอแนะในการเขียนโครงสร้างและการเตรียมมาตรฐานวิธีวิเคราะห์ของวิธีวิเคราะห์ทางเคมี

**เนื้อหาของวิธีทดสอบ**

ประกอบด้วย

2.1 ชื่อเรื่อง (title)

- วัสดุหรือเมทริกซ์ (matrix) ที่วิธีสามารถวิเคราะห์ได้
- ส่วนประกอบหรือคุณสมบัติของสารที่ต้องการวิเคราะห์
- ชนิดของวิธีวิเคราะห์ที่ใช้

**ยกตัวอย่างเช่น** การวิเคราะห์ทางเคมีของตะกั่วอัลลอยด์ (chemical analysis of lead alloys)

**ส่วนที่ 1** การวิเคราะห์ปริมาณพลวง - วิธีเฟลมอะตอมมิคแอบซอร์บชันสเปกโตรเมทริก

**Part 1.** Determination of anti-mony content - Flame atomic absorption spectrometric method.

2.2 ขอบข่าย (scope)

ขยายชื่อเรื่องบอกถึงขอบข่าย อธิบายชนิดของวิธีทดสอบ เครื่องมือ อุปกรณ์ วัสดุ เทคนิคการวิเคราะห์ ข้อควรระวัง อันตราย

2.3 เอกสารอ้างอิง (reference document) รายชื่อเอกสารอ้างอิงทั้งหมดที่วิธีทดสอบอ้างอิง

2.4 นิยาม (definitions) อธิบายถึงคำที่ใช้ในวิธีทดสอบ

2.5 หลักการ (principle) อธิบายถึงหลักการของวิธีทดสอบซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญของวิธีทดสอบ หลักการพื้นฐาน อาจอธิบายในรูปของแผนผัง

2.6 ปฏิกริยา (reaction) มีคำอธิบายสั้น ๆ เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

2.7 รีเอเจนต์ หรือวัสดุ (reagent or materials)

2.8 เครื่องมือ/อุปกรณ์ (instrument and apparatus) รายชื่อของเครื่องมือ อุปกรณ์ รายละเอียดของเครื่องมือ/อุปกรณ์ วิธีการใช้ ข้อควรระวัง ความปลอดภัย (safety note)

2.9 การชักตัวอย่างและการเตรียมตัวอย่าง

2.10 ขั้นตอน (procedure) โดยทั่วไปบอกถึงรายละเอียดของขั้นตอนการวิเคราะห์ จำนวนครั้งของการวิเคราะห์ แบลงก์ การตรวจสอบ ขั้นตอนการสอบเทียบ

2.11 การคำนวณ (calculations) ควรใช้สมการเคมี สัญลักษณ์ที่เหมาะสมและระบุจำนวนเลขนัยสำคัญ

2.12 ความเที่ยง (precision)

2.13 รายงานผล (test



report) รูปแบบ รายละเอียดของ รายงาน

2.14 ภาคผนวก (appendices)

ถึงแม้ว่าห้องปฏิบัติการจะ จัดทำเอกสารวิธีทดสอบหรือสอบ เทียบโดยมีเนื้อหาสาระครบถ้วน

ตามข้อกำหนดแล้ว ห้องปฏิบัติการ ควรคำนึงถึงความถูกต้องและความ เหมาะสมทางวิชาการเป็นหลัก เมื่อ ได้เอกสารวิธีทดสอบหรือสอบเทียบ ตามที่ต้องการแล้ว ต้องปฏิบัติตาม เอกสารที่เขียนไว้สักระยะหนึ่ง เพื่อให้ บุคลากรที่ปฏิบัติหน้าที่ทดสอบ หรือสอบเทียบมีความคุ้นเคยกับวิธี

ดังกล่าวและเก็บข้อมูลไว้ประเมินผล หากพบว่าการปฏิบัติงานไม่เป็นไป ตามเอกสารหรือข้อมูลที่ได้ไม่ถูกต้อง ห้องปฏิบัติการต้องดำเนินการโดย แก้ไขเอกสารให้ตรงกับวิธีปฏิบัติ หรือ ปฏิบัติให้ตรงตามเอกสาร อย่างหนึ่ง อย่างใดก็ได้



## เอกสารอ้างอิง

- Australian Standard. Test methods- guides to the format, style and content. **AS 2929**. 1990.
- International Organization for Standardization/ International Electronic Commission. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. **ISO/IEC 17025**. 1999.
- National Association of Testing Authorities. **Format and content of test method and procedures for validation and verification of chemical test method**. July, 1997. (NATA Technical Note no. 17).
- \_\_\_\_\_. **Guidelines of quality control in the analytical laboratory**. October, 1995. (NATA Technical Note no. 23).



# e-Learning

## ทางเลือกใหม่ของการศึกษา

เรียบเรียงโดย

ปีตมา นพรัตน์

**ปัจจุบัน** การพัฒนาเทคโนโลยีด้านต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีทางการสื่อสาร (ICT-Information and Communication Technology) เป็นไปอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องส่งผลให้เกิดการนำเทคโนโลยีต่างๆ เหล่านี้เข้ามาประยุกต์ใช้ในการจัดการการศึกษา เพื่อให้การศึกษามีคุณภาพและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ รองรับการพัฒนาและสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันในสังคม/เศรษฐกิจแห่งความรู้ (knowledge-based economy/society) การใช้ e-Learning นับเป็นวิถีทางอย่างหนึ่งในการเพิ่มศักยภาพการเรียนการสอน โดยการใช้วิวัฒนาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารให้เกิดประสิทธิภาพประสิทธิผลในการศึกษา

การเรียนรู้แบบออนไลน์ หรือ e-Learning เป็นการศึกษาเรียนรู้ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต (Internet) หรือ อินทราเน็ต (Intranet) เป็นการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้เรียนจะได้เรียนตามความสามารถและความสนใจของตน โดยเนื้อหาของบทเรียนซึ่งประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ

เสียง วิดีโอและมัลติมีเดียอื่นๆ จะถูกส่งไปยังผู้เรียนผ่าน Web Browser โดยผู้เรียน ผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้นเรียนทุกคน สามารถติดต่อปรึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันได้เช่นเดียวกับการเรียนในชั้นเรียนปกติ โดยอาศัยเครื่องมือการติดต่อสื่อสารที่ทันสมัย (e-mail, web-board, chat) จึงเป็นการเรียนสำหรับทุกคน, เรียนได้ทุกสถานที่และทุกเวลา (Learn for all : anyone, anywhere and anytime)

การนำ e-Learning ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนสามารถทำได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. สื่อเสริม (supplementary) นอกจากเนื้อหาที่ปรากฏในลักษณะ e-Learning แล้ว ผู้เรียนยังสามารถศึกษาเนื้อหาเดียวกันนี้ในลักษณะอื่นๆ เช่น จากเอกสารประกอบการสอน เป็นต้น การใช้ e-Learning ในลักษณะนี้ผู้สอนเพียงต้องการให้ผู้เรียนมีทางเลือกอีกทางหนึ่งสำหรับการเข้าถึงเนื้อหา
2. สื่อเติม (complementary) ผู้สอนออกแบบเนื้อหาให้ผู้เรียนเข้าไปศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมจาก e-Learning
3. สื่อหลัก (comprehensive replacement) เป็นการนำ e-Learning ไปใช้ในลักษณะแทนที่

การบรรยายในห้องเรียน ผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาทั้งหมดออนไลน์

องค์ประกอบของ e-learning ที่สำคัญมี 4 ส่วน คือ

1. เนื้อหา (content) สำหรับการเรียน การศึกษาแล้ว ไม่ว่าจะเรียนอย่างไรก็ตาม เนื้อหาถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด e-Learning ก็เช่นกัน
2. ระบบบริหารการเรียน หรือ LMS ซึ่งย่อมาจาก e-Learning Management System ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการติดต่อสื่อสารและการกำหนดลำดับของเนื้อหาในบทเรียน แล้วนำส่งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปยังผู้เรียน ซึ่งรวมถึงขั้นตอนการประเมินผล ควบคุมและสนับสนุนการให้บริการทั้งหมดแก่ผู้เรียน ระบบบริหารการเรียนจะทำหน้าที่ตั้งแต่ผู้เรียนเริ่มเข้ามาเรียน โดยจัดเตรียมหลักสูตร บทเรียนทั้งหมดเอาไว้พร้อมที่จะให้ผู้เรียนได้เข้ามาเรียน เมื่อผู้เรียนได้เริ่มต้นบทเรียนแล้ว ระบบจะเริ่มทำงานโดยส่งบทเรียนตามคำขอของผู้เรียนผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปแสดงที่ web browser ของผู้เรียน จากนั้นระบบก็จะติดตามและบันทึกความก้าวหน้า รวมทั้งสร้างรายงานกิจกรรมและผลการเรียนของผู้เรียนในทุกหน่วยการเรียนอย่างละเอียด



จนกระทั่งจบหลักสูตร

3. การติดต่อสื่อสาร มีเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ติดต่อสอบถาม ปรีกษาหารือ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างตัวผู้เรียนกับครู อาจารย์ผู้สอน และระหว่างผู้เรียนกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนคนอื่นๆ เครื่องมือที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

- ประเภทช่วงเวลาเดียวกัน (synchronous) ได้แก่ chat

- ประเภทช่วงเวลาต่างกัน (asynchronous) ได้แก่ web-board, e-mail

4. การสอบ/วัดผลการเรียน โดยทั่วไปแล้วการเรียนไม่ว่าจะเป็นการเรียนในระดับใด หรือเรียนวิธีใด ก็ย่อมต้องมีการสอบ/การวัดผลการเรียนเป็นส่วนหนึ่งอยู่เสมอ การสอบ/วัดผลการเรียนจึงเป็นส่วนประกอบสำคัญที่จะทำให้การเรียนแบบ e-Learning เป็นการเรียนที่สมบูรณ์ บางวิชาจำเป็นต้องวัดระดับความรู้ก่อนสมัครเข้าเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนในบทเรียน หลักสูตรที่เหมาะสมกับตนมากที่สุด ซึ่งจะ ทำให้การเรียนที่จะเกิดขึ้นเป็นการเรียนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อเข้าสู่บทเรียนในแต่ละหลักสูตร ก็จะมีการสอบย่อยท้ายบท และการสอบใหญ่ก่อนที่จะจบหลักสูตร

**เนื้อหาของ e-learning** สามารถแบ่งเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. ระดับเน้นข้อความออนไลน์ (text online) เนื้อหาจะอยู่ในรูปของข้อความเป็นหลัก ซึ่งมีข้อดีคือเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการผลิตเนื้อหาและการบริหารจัดการรายวิชา โดยผู้สอน

หรือผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาสามารถผลิตได้ด้วยตนเอง

2. ระดับรายวิชาออนไลน์เชิงโต้ตอบและประหยัด (low cost interactive online course) เนื้อหาจะอยู่ในรูปตัวอักษร ภาพ เสียง และวีดิทัศน์ ที่ผลิตขึ้นมาอย่างง่าย ๆ ซึ่งควรมีการพัฒนา LMS ที่ดี เพื่อช่วยผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาในการสร้างและปรับเนื้อหาให้ทันสมัยได้ด้วยตนเอง

3. ระดับรายวิชาออนไลน์คุณภาพสูง (high quality online course) เนื้อหาจะอยู่ในรูปของมัลติมีเดียที่มีลักษณะมีอาชีพการผลิตต้องใช้ทีมงานในการผลิตที่ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (content experts) ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบการสอน (instructional designers) และผู้เชี่ยวชาญการผลิตมัลติมีเดีย (multimedia experts) เนื้อหาในระดับนี้ต้องมีการใช้เครื่องมือหรือโปรแกรมเฉพาะสำหรับการผลิตและเรียกดู เช่น Macromedia Flash หรือ Flash Player เป็นต้น

#### ข้อดีของ e-Learning

1. e-Learning ช่วยให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพราะการถ่ายทอดเนื้อหาผ่านมัลติมีเดียที่ได้รับการออกแบบและผลิตอย่างมีระบบจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนจากสื่อข้อความเพียงอย่างเดียว

2. e-Learning ช่วยให้ผู้สอนสามารถตรวจสอบความก้าวหน้าพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนได้อย่างละเอียดและตลอดเวลา

3. e-Learning ช่วยทำให้

ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ของตนเองได้ โดยสามารถเข้าถึงข้อมูลใดก่อนหรือหลังก็ได้ ตามพื้นฐานความรู้ ความถนัด และความสนใจของตน ทำให้ได้รับความรู้และมีการจดจำที่ดีขึ้น

4. e-Learning ช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับครูผู้สอน และกับเพื่อน ด้วยเครื่องมือต่างๆ มากมาย

5. e-Learning เป็นการเรียนที่ผู้เรียนแต่ละคน จะได้รับเนื้อหาของบทเรียนเหมือนเดิมทุกครั้ง

6. e-Learning ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ทักษะใหม่ๆ รวมทั้งเนื้อหาที่มีความทันสมัย และตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่างๆ ในปัจจุบันได้อย่างทันที

7. e-Learning ทำให้เกิดการเรียนการสอนแก่ผู้เรียนในวงกว้างขึ้น เป็นการสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต

#### ข้อที่ควรคำนึงถึงของ e-Learning

1. ความสำคัญของการออกแบบ ดังนั้นแม้ว่าเนื้อหา วิธีการ ที่มีอยู่จะส่งผ่านระบบเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพอย่างไรก็ตาม แต่ถ้ารูปแบบไม่น่าสนใจ ไม่สามารถดึงความสนใจของผู้เรียนไว้ได้ ก็ทำให้ผู้เรียนไม่อยากจะเรียน ก็จะไม่บรรลุวัตถุประสงค์ในการศึกษาหาความรู้ การนำ e-Learning ไปใช้ นอกจากจะไม่ประสบความสำเร็จแล้วยังทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายและเสียเวลาอีกด้วย



# ห้องปฏิบัติการโครงการฟิสิกส์และวิศวกรรมได้รับการรับรองความสามารถ

## ตามมาตรฐาน **ISO / IEC 17025**

ธิดา เกิดกำไล

asst. จิตรไกรสรณ

**ห้อง**ปฏิบัติการโครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นห้องปฏิบัติการที่มีหน้าที่ให้บริการวิเคราะห์ทดสอบวัสดุดิบ ผลิตภัณฑ์และมลพิษในสิ่งแวดล้อมทางด้านฟิสิกส์ เคมีเชิงฟิสิกส์ เชิงกล และวิศวกรรม เพื่อหาองค์ประกอบและเพื่อประโยชน์สำหรับการควบคุมคุณภาพ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดหรือกฎหมาย อีกทั้งยังให้บริการสอบเทียบความถูกต้องเที่ยงตรงของเครื่องมือและอุปกรณ์วัด ได้ดำเนินการด้านระบบคุณภาพเพื่อพัฒนาคุณภาพของห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล โดยใช้ข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO/IEC 17025 เพื่อเป็นการสร้างเสริมความเชื่อมั่นของทั้งห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบและเพื่อการยอมรับความสามารถของห้องปฏิบัติการทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ

เมื่อเดือนตุลาคม 2544 ห้องปฏิบัติการกองฟิสิกส์และวิศวกรรมหรือโครงการฟิสิกส์และวิศวกรรมในปัจจุบันทั้งในส่วนของการสอบเทียบและการทดสอบได้ยื่นขอการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน มอก. 17025 - 2543 หรือ มาตรฐาน ISO/IEC 17025 - 1999 ต่อสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์

อุตสาหกรรม และได้รับการรับรองความสามารถในส่วนของห้องปฏิบัติการสอบเทียบ เมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2547 หมายเลขการรับรองที่สอบเทียบ 0065 ในสาขาการสอบเทียบ 6 สาขา จำนวน 9 รายการ ดังมีรายการต่อไปนี้

1. เครื่องมือวัดความดันไฟฟ้า (AC Voltage measuring instrument)
2. เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง (pH Meter)
3. เทอร์โมมิเตอร์แบบแทงแก้วบรรจุของเหลวชนิดจุ่มทั้งแท่ง (Liquid - in - glass thermometer (total immersion))
4. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น (Thermo - hygrometer)
5. เครื่องวัดความดัน (Pressure gauge)
6. เครื่องวัดความดันสุญญากาศ (Vacuum gauge)
7. เครื่องวัดมิติแบบหน้าปัทมนาฬิกา (Dial gauge)
8. ตะแกรงทดสอบ (Test sieve) : มิติช่องเปิดตะแกรง
9. ค้อนน้ำหนัก (Weights)

และได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบ เมื่อวันที่ 1 กันยายน 2547 หมายเลข

การรับรองที่ทดสอบ 0131 จำนวน 13 ผลิตภัณฑ์ 73 รายการ ดังนี้

1. พัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย (A.C. Electric Fan : Safety Requirements)
2. ฉนวนไฟฟ้าชนิดแข็ง (Solid Electric Insulating Materials)
3. วัสดุที่เป็นโลหะ (Metallic Materials)
4. กระเบื้องซีเมนต์ใยหินแผ่นลอน : ลอนลูกฟูก (Asbestos - Cement Corrugated Sheets)
5. ท่อโพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride Pipe)
6. ลวดเหล็กเคลือบสังกะสี (Galvanized Wire)
7. สารไม่เป็นแม่เหล็กเคลือบบนสารแม่เหล็ก (Non-magnetic coating on magnetic metals)
8. เครื่องแบบนักเรียน (School uniform)
9. ถุงมือยางสำหรับตรวจโรคชนิดใช้ครั้งเดียว (Single - use rubber examination gloves)
10. ยางวัลคาไนซ์ (Vulcanized Rubber)
11. วัสดุที่เป็นเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic material)



- 12. น้ำเสีย (Wastewater)
- 13. ภาชนะเมลามีน (Melamine Utensil)

**ประโยชน์ที่ได้รับจากการได้รับการรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการ**

- 1. ประโยชน์ต่อประเทศชาติ ทำให้สามารถส่งสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ไปจำหน่ายยังประเทศคู่ค้าได้โดยไม่ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบซ้ำ
- 2. ประโยชน์ต่อองค์กร ทำให้องค์กรได้มีการจัดระบบงานห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามมาตรฐานระหว่างประเทศ เป็นที่เชื่อถือและยอมรับจากนานาประเทศ

3. ประโยชน์ต่อบุคลากรที่ปฏิบัติงาน ทำให้บุคลากรมีความภูมิใจในการมีส่วนร่วมในการจัดทำและดำเนินการตามระบบมาตรฐานระหว่างประเทศ มีจิตสำนึกด้านคุณภาพ และรู้จักวิธีทำงานที่เป็นระบบ มีบทบาทหน้าที่ที่ชัดเจน และตรวจสอบได้

4. ช่วยส่งเสริมภาคเอกชนในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีของการผลิต ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น อันจะส่งผลให้คุณภาพและประสิทธิภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สูงขึ้น ตั้งแต่ข้อมูลการกำหนดคุณภาพของวัตถุดิบ การควบคุมการผลิต และการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

5. เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการวิเคราะห์ทดสอบและสอบเทียบที่ได้การรับรองตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025 ซึ่งเป็นความต้องการของผู้ผลิต และผู้ส่งออกทั้งในภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และพาณิชย์กรรม



**ต่อจากหน้า 40**

คณะเทคโนโลยีชีวภาพมหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ ได้ส่งเสริมการผลิตไวน์ในประเทศไทย โดยจัดประกวดไวน์จากองุ่น ไวน์ผลไม้ ไวน์จากผลิตผลทางการเกษตรและสมุนไพรมาเป็นเวลาหลายปีแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับรางวัลจะต้องผ่านการคัดสรรคุณภาพด้านกลิ่นรส และผ่านการวิเคราะห์คุณภาพตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ในปี 2547 มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ ได้จัดงาน

มหกรรมเครื่องดื่มจากภูมิปัญญาชาวบ้านแห่งชาติครั้งที่ 6 เมื่อวันที่ 8-9 กันยายน 2547 ณ ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพมหานคร ในงานดังกล่าว กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ส่งไวน์ผลไม้ที่ผลิตได้เข้าร่วมประกวดกับไวน์ผลไม้ที่ผลิตจากผู้ประกอบการทั่วประเทศ ผลการประกวดปรากฏว่า ไวน์เสาวรสของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้รับรางวัลเหรียญเงิน ซึ่งนับเป็นรางวัลที่ให้ความภาคภูมิใจและเป็น

ขวัญกำลังใจแก่คณะนักวิจัยของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่จะร่วมกันพัฒนาไวน์ผลไม้ของไทยให้มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศต่อไป หากผู้ใดสนใจต้องการขอข้อมูลเพิ่มเติมหรือขอรับการฝึกอบรมการผลิตไวน์ผลไม้ไทย ติดต่อได้ที่สำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ โทรศัพท์ (02) 201-7187-8



## ข่าวทั่วไปใน วท.



นายกร ภัททะธอสี รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ และดร.ไพรัช รัชชพงษ์ ปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ร่วมกันแถลงข่าวผลงานประจำปีของกระทรวงฯ และเลี้ยงขอบคุณสื่อมวลชน โดยมี นายสุทธิพงษ์ ทัดพิทักษ์กุล เป็นพิธีกร ณ โรงแรมเซ็นจูรี่ พาร์ค



นายกร ภัททะธอสี รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เป็นประธานในพิธีบวงสรวงฉลองสมโภช 200 ปี แห่งการพระบรมราชสมภพ พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว โดยมี ดร.สุจินดา โชติพานิช อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เข้าร่วมพิธี ณ ห้องประชุม ชั้น 6 อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



ดร.ไพรัช รัชชพงษ์ ปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ เชื่อมชมกิจการและผลการดำเนินงานของกรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยมี ดร.สุจินดา โชติพานิช อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ และผู้บริหารให้การต้อนรับ



กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ จัดการประชุมนำเสนอเทคโนโลยีและบริการของกระทรวงฯ แก่กลุ่มสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย สภาอุตสาหกรรมสาขาทั่วประเทศหอการค้าไทย สมาคมธนาคารไทย และสถาบันเฉพาะทางต่างๆ โดยมี ดร.สุจินดา โชติพานิช อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เข้าร่วมประชุมและนำเสนอผลงานพร้อมทั้งแสดงนิทรรศการให้บริการของกรมฯ ณ อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

# ข่าวทั่วไปใน วศ.



**ดร.สุจินดา โชติพานิช** อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ คณะผู้บริหาร ร่วมกับข้าราชการลูกจ้างกรมวิทยาศาสตร์บริการ ทำพิธีถวายสัตย์ปฏิญาณเนื่องในวโรกาสเฉลิมพระชนมพรรษาพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ณ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



**ดร.สุจินดา โชติพานิช** อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ แถลงข่าวเรื่อง กรมวิทยาศาสตร์สร้างนักวิเคราะห์มืออาชีพสาขาเคมีปฏิบัติเพื่อศักยภาพการส่งออก ณ ห้องประชุมกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ



**ดร.สุจินดา โชติพานิช** อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ให้การต้อนรับ Dr.M.S.Banerji ผู้อำนวยการสถาบัน Indian Rubber Manufactures Research Association ประเทศอินเดีย ซึ่งเข้าพบเพื่อปรึกษาหารือเรื่องโครงการความร่วมมือด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ไทย-อินเดีย ในการปรึกษาหารือดังกล่าว กรมวิทยาศาสตร์บริการได้นำเสนอโครงการศึกษาการนำยางธรรมชาติ มาใช้ทำสีจราจร



**สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ** จัดการสัมมนาเรื่อง การยอมรับร่วมในระดับสากลของหน่วยรับรองห้องปฏิบัติการในมุมมองของ Peer valuator ณ โรงแรมเอเชีย และจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตรการใช้สถิติในการประเมินตัวชี้วัดความสำเร็จของหน่วยงาน ณ อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

# ข่าวทั่วไปใน วศ.



สำนักพัฒนาศกยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการจัดการอบรมเรื่อง นักวิเคราะห์มี้อาชีพสาขาเคมีปฏิบัติ สติติสำหรับงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย, Uncertainty of Measurement, การใช้ AAS ในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย ให้แก่ เจ้าหน้าที่ภาครัฐและเอกชน ณ อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



นายคำริ สุโขธน์ รองปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม นายไพโรจน์ สัจยะเดชากุล เลขานุการสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เข้าพบ ดร.สุจินดา โชติพานิช อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เพื่อปรึกษาหารือเรื่อง แนวทางในการดำเนินการด้านการรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการ เพื่อให้เกิดความเป็นเอกภาพของประเทศ ณ ห้องประชุม กรมวิทยาศาสตร์บริการ



คณะผู้บริหารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ให้การต้อนรับบริษัททริสต์ ซึ่งมาตรวจประเมินการปฏิบัติราชการตามคำรับรองการปฏิบัติงานประจำปี 2547 ณ กรมวิทยาศาสตร์บริการ



อาจารย์และนักศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีชลบุรี เยี่ยมชมดูงานการทำกระดาษจากกุนน้ำมะพร้าว และการทำกระดาษจากต้นสับปะรด ผลงานของสำนักเทคโนโลยีชุมชน กรมวิทยาศาสตร์บริการ

# ข่าวทั่วไปใน วศ.



**กรมวิทยาศาสตร์บริการ** ร่วมจัดนิทรรศการวิชาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน กิจกรรมอินดิเคเตอร์หรรษา การทดสอบสารตกค้างในน้ำและตอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งรางวัลในงาน 1 ปีต้นกล้าสังคมเตรียมอุดมศึกษาภาคเหนือ ณ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาภาคเหนือ จ.พิษณุโลก



**กรมวิทยาศาสตร์บริการ** นำผลงานการวิเคราะห์ทดสอบทางด้านเคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา การผลิตสารกรองสนิมเหล็กในน้ำและการผลิตเครื่องกรองน้ำดื่ม ความปลอดภัยด้านอาหาร ผลิตภัณฑ์จากสมุนไพร การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา การเรียนรู้การวิเคราะห์ทดสอบสำหรับเยาวชน ไปแสดงในงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ประจำปี 2547 ณ ศูนย์แสดงสินค้าอิมแพค เมืองทองธานี



**กรมวิทยาศาสตร์บริการ** นำผลงานภาชนะเครื่องปั้นดินเผาสำหรับอาหารไทยที่ได้รับรางวัล ไปแสดงในงานนิทรรศการ Made in Thailand ณ ศูนย์แสดงสินค้าอิมแพค เมืองทองธานี



**สำนักเทคโนโลยีชุมชน** จัดสัมมนาเรื่องนวัตกรรมด้านกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์เซรามิก แก่ผู้ประกอบการไทยหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเซรามิก ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น



# มารู้จัก **ริทอร์ต พอช** กันเถอะ

สุภัตรา เจริญเกษมวิทย์  
ธวัช บุสนธรา

## ประเทศไทย

มีผลผลิตทางการเกษตรมาก ราคาถูก เมื่อถึงฤดูกาลจะล้นตลาดและเน่าเสีย จึงมีการนำวัตถุดิบเหล่านี้มาผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปชนิดใหม่ๆ โดยใช้เทคโนโลยีและภาชนะที่ทันสมัย ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเหล่านี้สามารถเก็บได้นาน มีสี กลิ่น รส กลั้วเคี้ยวของสด สามารถส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ทำให้ผู้บริโภคในต่างประเทศสามารถบริโภคอาหารตามที่ต้องการได้ เนื่องจากอาหารสำเร็จรูปเหล่านี้ในต่างประเทศไม่สามารถหาวัตถุดิบมาปรุงแต่งได้ และกรรมวิธียุ่งยาก เช่น แกงเขียว หวานลูกชิ้นปลากราย น้ายา น้ापริก แกงกะหรี่ไก่ ข้าวเหนียวน้ำกะทิทุเรียน กระเพาะปลา หูปลาฉลาม เป็นต้น ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำเอาเทคโนโลยีริทอร์ต พอช มาบรรจุอาหารสำเร็จรูปเพื่อจำหน่ายไปยังต่างประเทศโดยได้รับการส่งเสริมจากรัฐบาล อาหารสำเร็จรูปเหล่านี้สามารถนำมาอุ่นแล้วฉีกซองใส่ภาชนะเสิร์ฟได้ทันที อาหารจะร้อนและมีรสชาติดี

ริทอร์ต พอช (retort pouch) หรือถุงต้มฆ่าเชื้อเป็นบรรจุภัณฑ์พลาสติกลามิเนตแบบยืดหยุ่นที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมากในวงการอุตสาหกรรมอาหารใน

ปัจจุบัน และมีแนวโน้มของการใช้เพิ่มขึ้นในอนาคต ริทอร์ต พอช มีคุณสมบัติเด่นคือ มีความยืดหยุ่น และการทนต่ออุณหภูมิสูงๆ ได้ดี สามารถทนต่ออุณหภูมิที่ใช้ฆ่าเชื้อได้ ใช้บรรจุอาหารได้หลายชนิด และป้องกันการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพอาหารด้าน สี กลิ่น รส จากความชื้นและก๊าซออกซิเจนเมื่อนำมาเก็บที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้ยังมีน้ำหนักเบา ไม่ยุบหรือบวม ไม่เกิดสนิม และที่สำคัญคือสามารถใช้กับเตาไมโครเวฟได้

ริทอร์ต พอช ถูกคิดค้นขึ้นในปี ค.ศ. 1950 โดยกองทัพสหรัฐอเมริกาซึ่งต้องการผลิตอาหารสำหรับทหารเรียกว่า MRE (Meal Ready to Eat) ดังนั้นการผลิตริทอร์ต พอช จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการใช้งานเช่นเดียวกับกระป๋องโลหะคือสามารถนำมาบริโภคได้โดยง่าย และมีน้ำหนักเบา การวิจัยเพื่อพัฒนา ริทอร์ต พอช ได้ดำเนินมาตลอดจนกระทั่งในปี ค.ศ. 1965 ประเทศ

อิตาลีได้ผลิตริทอร์ต พอช ในเชิงการค้าขึ้นเป็นครั้งแรก

## องค์ประกอบของถุงริทอร์ต พอช

ริทอร์ต พอช ผลิตจากพลาสติกลามิเนตกับอะลูมิเนียมฟอยล์ หรือพลาสติกกับพลาสติกส่วนใหญ่ประกอบด้วยวัสดุ 4 ชั้นอัดติดกันดังนี้

**ชั้นที่ 1** หรือชั้นที่อยู่นอกสุด เป็นพลาสติกชนิดโพลีเอสเตอร์ (polyester) มีความหนาประมาณ 12 ไมครอน มีลักษณะใสไม่ละลายน้ำ กรด ต่าง แอลกอฮอล์ น้ำมัน และไขมัน สามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์และไอน้ำได้ดี ทนต่ออุณหภูมิสูงที่ 200 องศาเซลเซียส และต่ำสุดได้ที่ -40 องศาเซลเซียส มีความแข็งแรงทนทานต้านแรงกระแทกได้ มีความเหนียวไม่ฉีกขาดง่าย และสามารถพิมพ์ข้อความหรือภาพกราฟฟิกได้โดยไม่หลุดลอก



ตัวอย่าง retort pouch



ชั้นที่ 2 เป็นพลาสติกชนิดไนลอน (nylon) มีความหนา 15-25 ไมครอน มีสมบัติป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี แต่ป้องกันไอน้ำได้ปานกลาง แข็งแรง ไม่มีลักษณะขาดง่ายและทนทานต่อรอยขีดข่วนที่อาจเกิดขึ้นได้

ชั้นที่ 3 เป็นชั้นของอะลูมิเนียมฟอยล์ (aluminum foil) มีความหนา 7-9 ไมครอน ชั้นนี้มีสมบัติป้องกันแสง อากาศ หรือกลิ่นได้ดี และยังเป็นตัวนำความร้อนที่ดี ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนได้ดี มีความเหนียวและทนต่อการฉีกขาด

ชั้นที่ 4 เป็นพลาสติกชนิดโพลิโพรพิลีน (polypropylene) เป็นชั้นที่อยู่ใตสุด มีความหนา 70-100 ไมครอน มีลักษณะใสไม่ละลายในน้ำ กรด-ด่าง และแอลกอฮอล์ มีสมบัติป้องกันการรั่วซึม มีความแข็งแรงและยืดหยุ่นสูง สามารถปิดผนึกได้ดี และเนื่องจากต้องสัมผัสกับอาหารจึงไม่ควรทำปฏิกิริยากับอาหาร

ในระหว่างชั้นของพลาสติกแต่ละชั้นจะมีชั้นของกาวเป็นตัวทำหน้าที่ยึดพลาสติกแต่ละชั้นให้ติดกัน

ซึ่งควรมีความหนาในแต่ละชั้นอย่างน้อย 3 ไมครอน เพื่อให้แน่ใจว่าการยึดติดมีความแข็งแรงเพียงพอ

ริทอร์ต พouch บางประเภทมีลักษณะใส (foil-free-pouch) เนื่องจากมีการใช้พลาสติกชนิดอื่นซึ่งมีสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนได้ดี เช่น โพลี(ไวนิลิดีนคลอไรด์) หรือ เอทิลีนไวนิลแอลกอฮอล์โคพอลิเมอร์ (EVOH) แทนการใช้อะลูมิเนียมฟอยล์ โดยมีจุดประสงค์ให้สามารถมองเห็นสินค้าที่บรรจุภายในถุงได้

### การตรวจสอบคุณภาพของถุงริทอร์ต พouch

การผลิตถุง ริทอร์ต พouch จำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพต่างๆ ดังต่อไปนี้

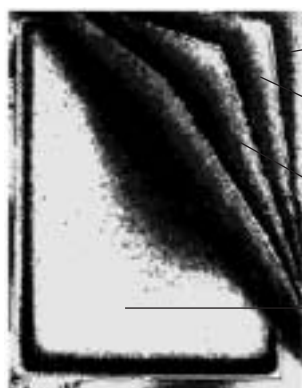
1. การตรวจด้วยการสังเกต (Visual examination) เป็นการตรวจสอบรอยปิดผนึกภายนอกรวมทั้งรอยฉีกขาด รอยปิดผนึกต้องเรียบสะอาด ไม่มีรอยปนเปื้อนจากผลิตภัณฑ์ ความกว้างของรอยปิดผนึกต้องเป็นไปตามมาตรฐานและควรมีความกว้างต่ำสุดที่ 3 มิลลิเมตร ตรวจรอยปิดผนึกโดยใช้แรงดันที่คงที่แล้วตรวจสอบด้วยการสังเกตว่ามีการแตกร้าวหรือตะเข็บลอก

ร้อนออกจากกันหรือไม่ ในการตรวจแบบสังเกตนี้ควรทำหลังการฆ่าเชื้อทันทีเพราะโดยมากบรรจุภัณฑ์จะเสียหายระหว่างการฆ่าเชื้อ

2. การทดสอบความทนต่อการแตก (Static Load Burst) หรือ Pressurization Hold Test เป็นการตรวจสอบความทนต่อการแตกของของสภาวะของการปิดผนึกโดยตรง เพราะการทดสอบจะใช้การถ่ายทอดแรงดันของผลิตภัณฑ์ไปยังบริเวณรอยปิดผนึก โดยการวางของผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำหรือของเหลวในแนวขวางระหว่าง Plate 2 อัน Plate อันที่หนึ่งจะเคลื่อนที่อย่างช้าๆ บีบอัดของบรรจุภัณฑ์เข้ากับ Plate อีกอันหนึ่ง เพื่อทดสอบว่าของจะสามารถทนแรงดันที่ 7.5 Kg/15 mm ได้นานกี่นาที หากผลิตภัณฑ์ที่บรรจุเป็นของแข็งไม่ควรใช้วิธีการทดสอบนี้

3. การทดสอบการทนต่อแรงดันภายใน (Internal Burst Test) โดยทั่วไปมักเรียกว่า Burst Test เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการทดสอบตะเข็บปิดผนึกมากกว่า เพราะตะเข็บที่แข็งแรงจะสามารถทนต่อแรงกระแทกในระหว่างการขนส่งและการจัดวางได้ดี วิธีการทดสอบคือการใช้แรงดันประมาณ 20 Psi นาน 30 วินาที ซึ่งของที่ดีไม่ควรมีการขยายตัวเกินร้อยละ 10 การทดสอบการทนต่อแรงดันภายในควรทำก่อนกระบวนการฆ่าเชื้อเพราะถ้าหากทำหลังจากผ่านกระบวนการให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อแล้วจะทำให้ความแข็งแรงของตะเข็บลดลง

4. การทดสอบความต้านแรงดึง (Tensile Test) เป็นการทดสอบหาค่าแรงที่ใช้ในการดึง



โพลิโพรพิลีน

อะลูมิเนียมฟอยล์

ไนลอน

โพลิเอสเตอร์  
(ชั้นนอกสุด)



ตะเข็บให้ขาดออกจากกัน เป็นค่าที่บอกความตึงเครียดของตะเข็บ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุ ความกว้างของรอยตะเข็บ อุณหภูมิและเวลาในการปิดผนึก

### ข้อดีของรีทอร์ต พอช เมื่อเปรียบเทียบกับกระป๋องโลหะและแก้ว

1. มีความหนาน้อยกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นจึงช่วยลดเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนลดโอกาสที่จะทำให้อาหารสุกเกินไป (overcook) ทำให้คุณภาพและรสชาติของอาหารดีกว่า มีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการน้อย โรงงานผู้ผลิตสามารถประหยัดพลังงานได้เพราะรีทอร์ต พอช มีความหนาน้อยกว่า จึงมีการถ่ายเทความร้อนได้เร็วกว่ากระป๋องหรือแก้ว

2. เปิดได้ง่ายจึงไม่ต้องใช้อุปกรณ์ช่วยเปิดและไม่มีอันตรายจากการเปิดเพื่อบริโภค บางครั้งมีชิปติดอยู่เพื่อช่วยให้ความสะดวกในการปิดและเปิดใหม่

3. สามารถพิมพ์ลวดลายบนภาชนะได้โดยตรงและสวยงามกว่าทำให้มีความคงทนและดึงดูดใจผู้บริโภคมากกว่า

4. ช่วยลดต้นทุนการขนส่งเนื่องจากรีทอร์ต พอช มีลักษณะแบนบางจึงสามารถขนส่งได้มากขึ้นในแต่ละครั้ง

5. ต้องการพื้นที่เก็บน้อยโดยเฉพาะการเก็บรีทอร์ต พอช ที่ยังไม่ได้บรรจุ ใช้ที่เก็บน้อยมากเมื่อเทียบกับกระป๋องเปล่าโดยพื้นที่ของรถพ่วง (trailer) ขนาด 45 ฟุต จะบรรจุกระป๋องขนาด 8 ออนซ์ ได้ 200,000 กระป๋อง แต่บรรจุรีทอร์ต พอช ได้ 2.3 ล้านถุง

6. ปลอดภัยจากโลหะหนักและการกัดกร่อน

### ข้อเสียของรีทอร์ต พอช

1. เพิ่มต้นทุนในการผลิตเนื่องจากตัวภาชนะมีราคาแพง มีการลงทุนในเรื่องของเครื่องจักรสูง การบรรจุทำได้ช้าและยุ่งยากกว่าการใช้กระป๋องหรือแก้ว

2. การผลิตต้องควบคุมอย่างละเอียด เพราะการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในรีทอร์ต พอช มีความยุ่งยากมาก เช่น ต้องควบคุมความดันภายในถุงและภายนอกถุงไม่ให้มีความแตกต่างกันมาก ตะเข็บจะแตกได้

3. ในการขนส่งต้องสิ้นเปลืองหาวัสดุประเภทอื่นมาห่อหุ้มตัวบรรจุภัณฑ์อีกครั้ง เพราะรีทอร์ต พอช มีความบางมากอาจเกิดการฉีกขาดหรือทะลุได้ง่าย

ประเทศไทยกำลังก้าวสู่การเป็น “ครัวของโลก” จากการเป็นประเทศผู้ส่งออกน้ำ ที่มีทรัพยากรอยู่มากมาย แต่การที่จะก้าวไปสู่จุดหมายดังกล่าวได้นั้น ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอาหารจะต้องคำนึงถึงเรื่องของผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณภาพ ขณะเดียวกันก็ต้องคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยของอาหาร หรือ Food Safety ด้วย และสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงควบคู่กับอาหารคือการพัฒนาภาชนะบรรจุให้ทันสมัย มีความปลอดภัยและมีอายุการเก็บยาวนานพอโดยที่อาหารยังมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จึงถือได้ว่า รีทอร์ต พอช เป็นทางเลือกใหม่สำหรับบรรจุภัณฑ์ซึ่งอาจเข้ามามีบทบาทสำคัญแทนที่กระป๋องและแก้วในอนาคต อันจะทำให้เกิดแนวทางการแข่งขันเพื่อนำสินค้าเข้าไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศมากขึ้นต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

กฤษณา พงษ์ศรีเจริญสุข. Retortable pouch (ตอนที่ 1). วารสารสถาบันอาหาร, กรกฎาคม-สิงหาคม, 2544 , ปีที่ 3, ฉบับที่ 18, หน้า 45-47.

\_\_\_\_\_. Retortable pouch (ตอนจบ). วารสารสถาบันอาหาร, กันยายน-ตุลาคม, 2544, ปีที่ 4, ฉบับที่ 19, หน้า 38-40.

ปานจิตร วรรณมณี. การควบคุมคุณภาพ : รีทอร์ตพอช. 2004. [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 26 ตุลาคม 2547] เข้าถึงได้จาก <http://www.charpa.co.th/bulletin/retortpouch.html>.

Canadian Food Inspection Agency. Flexible retort pouch defects. 2004. [online] [cited 26 October 2004] Available from <http://www.inspection.gc.ca/english/anim/fispoi/manman/pousac/chap2e.pdf>.



# องค์กรอัจฉริยะ :

# องค์กรแห่งการเรียนรู้

เรียบเรียงโดย

ปาริฉัตร คุ้มชนะนันท์

**หาก**เราติดตามความเคลื่อนไหวของกระแสการเปลี่ยนแปลงต่างๆ จะพบว่า ปัจจุบันนี้หลายองค์กร ไม่ว่าจะเป็นภาคราชการ เอกชน รัฐวิสาหกิจ หรือแม้แต่นักเรียนที่เกี่ยวกับความมั่นคงของประเทศอย่างหน่วยงานทหาร พยายามจะแสดงถึงความมีประสิทธิภาพของตนเองด้วยการประกาศว่า ต่อไปนี้เราจะก้าวไปสู่การเป็น “องค์กรแห่งการเรียนรู้” หลายคนอดสงสัยไม่ได้ว่า องค์กรแห่งการเรียนรู้ คืออะไร ทำไมถึงจะต้องเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ แล้วทุกวันนี้เรายังไม่เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้กันอีกหรือ ในเมื่อหน่วยงานของเรามีบุคลากรที่ทรงคุณวุฒิ มีผู้เชี่ยวชาญหลากหลายสาขาที่ผลิตผลงานทางวิชาการมากมาย บุคลากรในองค์กรต่างเพิ่มพูนความรู้ของตนด้วยการศึกษาต่อและอบรมทั้งในและต่างประเทศ เหล่านี้สามารถพูดได้ว่าเราเป็น “องค์กรแห่งการเรียนรู้” แล้วหรือยัง

เนื้อหาที่น่าสนใจต่อไปนี้จะได้กล่าวถึงนัยของ “องค์กรแห่งการเรียนรู้” โดยเริ่มทำความรู้จักกับ

ลักษณะของความรู้และแหล่งความรู้ที่อยู่ในองค์กร รูปแบบการขยายผลของความรู้ดังกล่าวตามแนวทางที่ได้รับความนิยมนำไปปรับใช้และได้ผลมาแล้วในองค์กรชั้นนำหลายแห่งรวมทั้งวินัย 5 ประการ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญขององค์กรแห่งการเรียนรู้ ขั้นตอนที่จะใช้เป็นแนวทางในการเริ่มดำเนินการ ตัวอย่างการนำไปใช้ รวมทั้งปัจจัยและอุปสรรคแห่งความสำเร็จ ซึ่งพอจะเป็นแนวทางให้เราเห็นภาพ และเกิดความเข้าใจที่เป็นพื้นฐานเดียวกันเพื่อประโยชน์ต่อการนำไปใช้ต่อไป

## อย่างไรจึงเรียกว่า “องค์กรแห่งการเรียนรู้” (Learning Organization : LO)

“องค์กรแห่งการเรียนรู้ หรืออาจเรียกให้ชัดเจนขึ้นว่า “องค์กรที่มีการเรียนรู้” เป็นองค์กรที่มีการสร้างช่องทางให้เกิดการถ่ายทอดความรู้ซึ่งกันและกันภายในระหว่างบุคลากร ควบคู่ไปกับการรับความรู้จากภายนอก โดยมีเป้าประสงค์สำคัญคือ เพื่อให้มีโอกาสได้ใช้ความรู้เป็นฐานในการพัฒนาต่อไป

ผู้บุกเบิกแนวคิดเกี่ยวกับองค์กรแห่งการเรียนรู้ เป็นคนแรกคือ Chris Argyris เริ่มขึ้นประมาณปี ค.ศ. 1978 จากงานเขียน ชื่อ Organization Learning แต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก เพราะมีเนื้อหาเชิงวิชาการที่เข้าใจยาก ต่อมาปี ค.ศ.1990 Peter M. Senge Ph.D. ศาสตราจารย์แห่ง MIT Sloan School of Management ได้เขียน “The Fifth Discipline : The Art and The Learning Organization” หรือ “วินัย 5 ประการ” แนวคิดเพื่อนำองค์กรไปสู่การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization:LO) และได้รับความนิยมนำปฏิบัติกันอย่างแพร่หลายในเวลาต่อมา จนกระทั่ง American Society for Training Development-ASTD สมาคมเพื่อการฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรที่ใหญ่ที่สุดในสหรัฐอเมริกา ได้ประกาศเกียรติคุณให้เขาเป็นนักวิชาการเกียรติคุณดีเด่นประจำปี ค.ศ.2000<sup>1</sup> Peter M. Senge กล่าวว่า “Learning in organization means the continuous testing of experience, and

<sup>1</sup> วินัย 5 ประการ (The Fifth Discipline) ระบบจัดการฐานความรู้ [ออนไลน์] . กรุงเทพฯ : [อ้างถึง 29 ตุลาคม 2547] เข้าถึงได้จาก อินเทอร์เน็ต : <http://www.wasant.org/knowledge/tutor/km8.php>



the transformation of that experience into knowledge-accessible to the whole organization, and relevant to its core purpose.<sup>2</sup>” ซึ่งมีนักวิชาการไทยให้คำจำกัดความไว้ว่า “องค์กรที่บุคลากรภายในองค์กรได้ขยายความสามารถของตนอย่างต่อเนื่องทั้งในระดับบุคคล ระดับกลุ่มบุคคล และระดับองค์กร เพื่อสร้างผลลัพธ์ที่บุคคลในระดับต่างๆ ต้องการอย่างแท้จริง เป็นองค์กรที่บุคลากรมีความคิดใหม่ๆ และการแตกแขนงของความคิดได้รับการยอมรับเอาใจใส่ เป็นองค์กรที่บุคลากรในองค์กรมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องด้วยวิธีการที่จะเรียนรู้ไปด้วยกันทั้งองค์กร”<sup>3</sup>

ในแง่ขององค์กร การสนับสนุนให้บุคลากรฝึกอบรมเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอแล้วสำหรับคุณนี้ จากการศึกษาพบว่ามีการนำไปใช้ประโยชน์หลังจากนั้นเพียงแค่ 10 % เมื่อทิ้งห่างไป 2 สัปดาห์ หากไม่ได้นำกลับมาใช้อีก ทักษะหรือความรู้ต่างๆ จะเลือนหายไปร่วม 87% อีกทั้งองค์กรรูปแบบเดิมๆ มักจะมีงานยุ่งๆ จนไม่มีเวลาทบทวน อ่านศึกษา ปรับปรุง นอกจากนี้การส่งสมความรู้ที่อยู่กับผู้ใดผู้หนึ่งหลายๆ อีก

ด้านหนึ่งอาจกลายเป็นจุดอ่อนได้เช่นกัน เพราะเมื่อบุคคลนั้นมีการโยกย้าย เปลี่ยนแปลงสถานที่ทำงาน องค์ความรู้ก็พลอยสูญไปด้วย หรือในกรณีของหน่วยงานราชการจะมีผลงานทางวิชาการออกมาทุกปี แต่หลายชิ้นเป็นไปเพียงเพื่อปรับระดับหรือตำแหน่ง หลังจากนั้นจะถูกเก็บขึ้นหิ้ง ไม่เคยมีการนำมาแบ่งปันถ่ายโอน หรือต่อยอดระหว่างบุคลากรให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันเอื้อให้เกิดโอกาสในการหาแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best Practices) เพื่อให้ทันต่อความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ และนำไปสู่การสร้างเป็นฐานความรู้ที่เข้มแข็ง (Core competence) ขององค์กรต่อไป ซึ่งการเรียนรู้ในแง่นี้ไม่จำกัดและอาจมีการเรียนรู้ข้ามสายงานกันได้

### ประเภทของความรู้ และแหล่งความรู้ในองค์กร

Dr.Ryoko Toyama (Associate Professor, Graduate School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology) ได้แบ่งความรู้ตามความสามารถในการถ่ายทอดออกเป็น 2 ประเภท<sup>4</sup> ดังนี้

1. Tacit Knowledge เป็นความรู้ที่อยู่ในสมองคน ได้มาจากประสบการณ์ สัญชาติญาณ หรือพรสวรรค์ ส่วนหนึ่งยากต่อการบรรยายเป็นถ้อยคำ หรือสูตรสำเร็จ ขึ้นอยู่กับความเชื่อและทักษะเชิงวิชาการของบุคคลที่จะกลั่นกรองความรู้ชนิดนี้สามารถพัฒนาและแบ่งปันกันได้ และเป็นความรู้ที่จะทำให้เกิดการได้เปรียบในการแข่งขัน บางแหล่งข้อมูลเรียกความรู้ชนิดนี้ว่า ภูมิปัญญา

2. Explicit Knowledge เป็นความรู้ที่เป็นเหตุเป็นผล สามารถบรรยาย หรือถอดความออกมาได้ในรูปของทฤษฎี การแก้ไขปัญหา คู่มือ และฐานข้อมูล เป็นลักษณะของความรู้ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงหรือหาซื้อได้

นอกจาก 2 ประเภทข้างต้น มีความรู้อีกลักษณะหนึ่งซึ่งนักวิชาการบางท่านได้เพิ่มเติมขึ้นมาได้แก่

3. Implicit knowledge<sup>5</sup> จัดเป็นความรู้ภายในองค์กรที่อาจจะไม่เห็นชัดเจน เช่น กระบวนการปฏิบัติงาน กฎระเบียบข้อบังคับ เป็นต้น

<sup>2</sup> องค์กรแห่งการเรียนรู้. ระบบจัดการฐานความรู้ [ออนไลน์]. กรุงเทพฯ : [อ้างถึง 29 ตุลาคม 2547] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : <http://www.wasant.org/knowledge/tutor/km7.php>

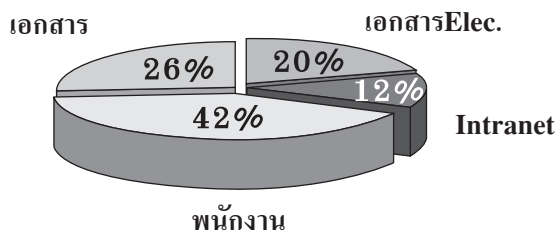
<sup>3</sup> สาริน(นามแฝง). องค์กรอัจฉริยะ : องค์กรแห่งการเรียนรู้. สล. สาร, มีนาคม, 2547, ปีที่ 12, ฉบับที่ 4, หน้า 12

<sup>4</sup> ยุทธนา แซ่เตียว. การวัด การวิเคราะห์ และการจัดการความรู้ : สร้างองค์กรอัจฉริยะ. กรุงเทพฯ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2547. 295 หน้า

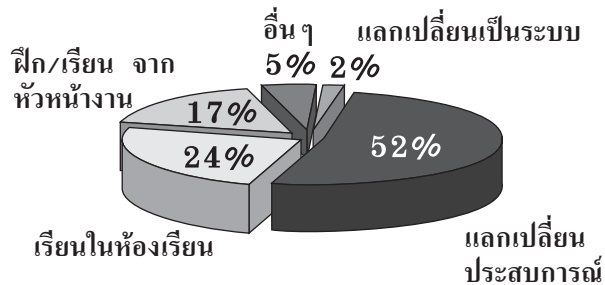
<sup>5</sup> ลักษณะของความรู้. ระบบจัดการฐานความรู้ [ออนไลน์]. กรุงเทพฯ : [อ้างถึง 29 ตุลาคม 2547] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : <http://www.wasant.org/knowledge/tutor/km1.php>



### ความรู้องค์กรอยู่ที่ใด



### เรามีการถ่ายทอดความรู้ในองค์กรอย่างไร



จากกราฟ แสดงข้อมูลการสำรวจบรรดาผู้บริหารระดับสูงของสหรัฐอเมริกา โดย Delphi<sup>6</sup> พบว่าแหล่งความรู้ส่วนใหญ่ในองค์กรอยู่ที่คนถึง 42% อยู่ในเอกสาร 26% อยู่ในเอกสารรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ 20% และอยู่ในฐานข้อมูลกลางขององค์กรในระบบอินทราเน็ตอีก 12% ผลสำรวจดังกล่าวเมื่อนำมาเทียบเคียงกับองค์กรในบ้านเรา จากการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างนักวิชาการ

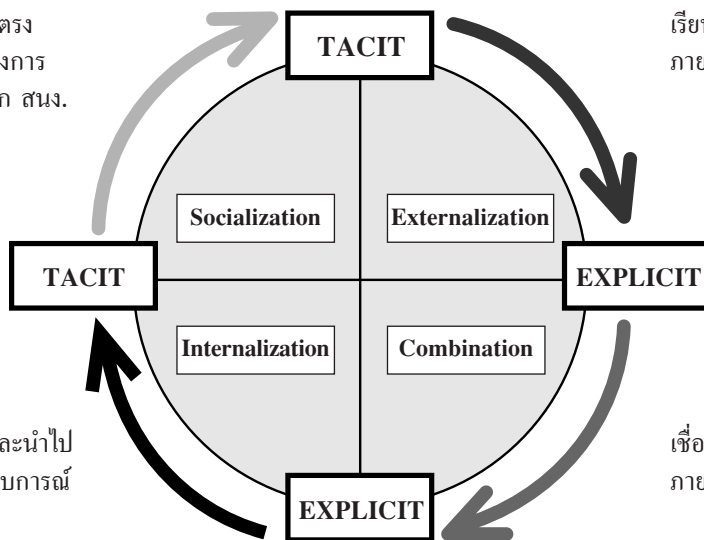
และกลุ่มผู้บริหาร เสียงส่วนใหญ่ต่างกล่าวว่า ความรู้จะอยู่ที่ตัวคนร่วม 70-80% ดังนั้นจึงเป็นเรื่องที่ผู้บริหารควรให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่ง องค์กรจะอย่างไรเพื่อให้ความรู้เหล่านี้มีการขยายผล เกิดการเรียนรู้ ถ่ายทอด แบ่งปันกันระหว่างบุคลากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่สูญหาย และนำไปสู่การสร้างความรู้ที่เข้มแข็งขององค์กร

### รูปแบบการขยายผลของความรู้ในองค์กร

Professor Ikujiro Nonaka และ Hirotaka Takeuchi<sup>7</sup> ผู้เชี่ยวชาญและนักวิชาการที่มีชื่อเสียงมีผลงานทางด้านการบริหารจัดการความรู้ในองค์กร ได้เขียนหนังสือชื่อ The Knowledge Creating Company(1995) นำเสนอรูปแบบการขยายผลของความรู้ในองค์กร เรียกว่า SECI-Knowledge Von-

Nonaka's SECI Model

ถ่ายโอนความรู้กันโดยตรง เป็นทางการ/ไม่เป็นทางการ เช่น เดินพูดคุยใน/นอก สง.



เรียนรู้ แสวงหาความรู้จากภายนอก

ผลของการเชื่อมโยง และนำไปปฏิบัติ กลายเป็นประสบการณ์ และปัญญา

เชื่อมโยงความรู้ภายในกับภายนอก

<sup>6</sup> บดินทร์ วิจารณ์. สร้างและต่อยอดความรู้ในองค์กร. The Magazine for Chief Information Officer. พฤศจิกายน, 2546, ปีที่ 33, ฉบับที่ 7, หน้า 31

<sup>7</sup> Ikujiro Nonaka & Hirotaka Takeuchi. The Knowledge Spiral 1995. [ออนไลน์]. กรุงเทพฯ : [อ้างถึง 29 ตุลาคม 2547] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : <http://www.nwlink.com/>



version Process หรือ SECI Model<sup>8</sup> ซึ่งมีการนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายจนประสบความสำเร็จในองค์กรชั้นนำต่างๆ ดังนี้

**Socialization** แสดงการถ่ายโอนความรู้กันโดยตรงระหว่างกลุ่ม หรือบุคคล ที่มีความรู้พื้นฐานความสนใจที่สอดคล้องกัน หรือมีคลื่นความถี่ที่สื่อสารทำความเข้าใจกันได้โดยง่าย สามารถทำให้เกิดขึ้นได้ทั้งแบบเป็นทางการและไม่เป็นทางการ

**Externalization** แสดงให้เห็นการเรียนรู้ แสวงหาสิ่งใหม่ๆ จากภายนอกเพิ่มเข้ามาเพื่อให้ทันต่อกระแสการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งประสบการณ์ตรงที่สัมผัสกับลูกค้า ผู้ใช้บริการ ผู้ทำธุรกิจกับองค์กร เป็นความรู้ที่สำคัญต่อความสามารถในการแข่งขันและดำรงอยู่ขององค์กร

**Combination** เชื่อมโยงความรู้ภายในกับความรู้ภายนอก แล้วหาแนวปฏิบัติที่ดีที่เหมาะสมกับเรา ในส่วนนี้ผู้ที่มีความสามารถใช้ภาษาในการสื่อสารที่ดี จะช่วยสรุปองค์ความรู้ใหม่ๆ ให้กับองค์กรได้

**Internalization** เป็นผลของการเชื่อมโยงแล้วนำความรู้มาปฏิบัติ เกิดเป็นความรู้ประสบการณ์และปัญญาฝังอยู่ในตัวคน กลายเป็น Tacit Knowledge เพื่อนำไปถ่ายทอดหมุนเวียนต่อไป

องค์ประกอบที่สำคัญซึ่งนับว่าเป็นหัวใจของการเป็น “องค์กรแห่งการเรียนรู้” คือ “วินัย 5 ประการ”

ซึ่ง Peter M.Senge กล่าวไว้ ได้แก่

1. **บุคคลที่รอบรู้ (Personal Mastery)** หมายถึง การเรียนรู้ของบุคลากรจะเป็นจุดเริ่มต้นคนในองค์กรจะต้องให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ ฝึกฝน ปฏิบัติ และเรียนรู้อย่างต่อเนื่องไปตลอดชีวิต (Lifelong Learning) เพื่อเพิ่มศักยภาพของตนเองอยู่เสมอ

2. **รูปแบบความคิด (Mental Model)** หมายถึง แบบแผนทางความคิด ความเชื่อทัศนคติ จากการสั่งสมประสบการณ์กลายเป็นกรอบความคิดที่ทำให้บุคคลนั้นๆ มีความสามารถในการทำความเข้าใจ วิเคราะห์ ตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม สิ่งเหล่านี้ถือเป็นพื้นฐานของวุฒิภาวะ (Emotional Quotient, EQ)

3. **การมีวิสัยทัศน์ร่วม (Shared Vision)** หมายถึง การสร้างทัศนคติร่วมของคนในองค์กรให้สามารถมองเห็นภาพและมีความต้องการที่จะมุ่งไปในทิศทางเดียวกัน เป็นการมองในระดับความมุ่งหวังเปรียบเทียบเหมือนหางเสือของเรือที่ขับเคลื่อนให้เรือนั้นมุ่งสู่เป้าหมายในทิศทางที่รวดเร็ว ประหยัดและปลอดภัย

4. **การเรียนรู้เป็นทีม (Team Learning)** หมายถึง การเรียนรู้ร่วมกันของสมาชิกในลักษณะกลุ่ม หรือทีมงาน เป็นเป้าหมายสำคัญที่จะต้องทำให้เกิดขึ้นเพื่อให้มีการแลกเปลี่ยนถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์กันอย่างสม่ำเสมอ ทั้งในรูปแบบที่เป็น

ทางการและไม่เป็นทางการ การเรียนรู้ชนิดนี้ เน้นการทำงานเพื่อก่อให้เกิดความร่วมมือร่วมใจ มีความสามัคคีในการร่วมมือกันแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น

5. **การคิดเชิงระบบ (System Thinking)** หมายถึง การที่คนในองค์กรมีความสามารถที่จะเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ โดยมองเห็นภาพความสัมพันธ์กันเป็นระบบได้อย่างเข้าใจและมีเหตุมีผล เป็นลักษณะการมองภาพรวมหรือระบบใหญ่ (Total System) ก่อนว่าจะมีเป้าหมายในการทำงานอย่างไร แล้วจึงสามารถมองเห็นระบบย่อย (Subsystem) ทำให้สามารถนำไปวางแผนและดำเนินการทำส่วนย่อยๆ นั้นให้เสร็จทีละส่วน

**ทิศทาง...ไปสู่การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้**

**ขั้นตอนที่ 1** สำรวจสภาพปัจจุบัน วิเคราะห์ ศึกษาว่าองค์กรของเรามีอะไรดี ประเมินศักยภาพขององค์กร /บุคลากร ค่านิยม ปัญหาข้อบกพร่องต่างๆ รวมทั้งประเมินการมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ในปัจจุบัน

**ขั้นตอนที่ 2** นำข้อมูลที่ได้มากำหนดเป้าหมาย กลยุทธ์ หรือแนวทางที่จะใช้เป็นรูปแบบ และกิจกรรมที่จะทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน (mutual learning) เช่น บางหน่วยจัดให้มี Knowledge Center ของตนเองรวบรวมทรัพยากรแห่งการเรียนรู้ที่เข้าถึงได้ง่ายและสะดวกต่อการใช้เป็นสถานที่แลกเปลี่ยน

<sup>8</sup> SECI model. Knowledge Management [ออนไลน์]. กรุงเทพฯ : [อ้างถึง 29 ตุลาคม 2547] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : <http://medinfo.psu.ac.th/KM/KM001.htm>



เปลี่ยนถ่ายทอดความรู้ระหว่างกัน

**ขั้นตอนที่ 3** ดำเนินงานตามแผน มีการแต่งตั้งคณะทำงานส่งเสริมการดำเนินงาน ติดตามและ ประเมินผลตามระยะเวลา หรือ อาจมีการตั้งหน่วยวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ในองค์กร ซึ่งมีตัวแทนจากบุคลากรทุกฝ่าย รวมทั้งผู้บริหาร

**ขั้นตอนที่ 4** จัดเกณฑ์การพิจารณาประเมินผลในขั้นท้ายสุดหลังจากที่ดำเนินการไปแล้วระยะหนึ่ง เพื่อให้ทราบว่าคุณค่าของเรา มีลักษณะเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด

มีข้อสังเกตเกี่ยวกับการประเมินผลอยู่บางประการ คือ เนื่องจาก “ความรู้” เป็นสิ่งที่จับต้องยาก มีลักษณะเป็นนามธรรม เมื่อเรานำมาความรู้มาใช้ในการปฏิบัติงานใดๆ ก็ตาม จึงยากต่อการวัดผลหรือนับออกมาเป็นค่าทางสถิติให้เห็นชัดเจนได้ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การวัดผลมีข้อจำกัดตามไปด้วย การประเมินว่าคุณค่าของเรามีลักษณะเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด ผลที่ได้จากการเรียนรู้สัมฤทธิ์หรือไม่ จึงเป็นเรื่องที่ต้องอาศัยเวลาในการพิจารณาดูผลความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นก่อนที่จะสามารถสรุปได้ โดยทั่วไป การวัดผลที่พอกระทำได้จึงมักจะเน้นไปที่กระบวนการในการจัดการว่าได้ดำเนินการไปแล้วมากน้อยเพียงใด หรือวัดในเชิงปริมาณขององค์ความรู้ที่ได้มีการถ่ายทอด ขณะที่ปริมาณดังกล่าวก็ไม่ได้เป็นเครื่องยืนยันได้เสมอไปว่าบุคลากรมีลักษณะของการเรียนรู้ อย่างแท้จริงหรือไม่ เรื่องที่วัดผลยาก

อีกประการหนึ่ง คือ ส่วนที่เกี่ยวกับการเงิน หรือ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการลงทุน กล่าวคือเมื่อลงทุนไปแล้ว สิ่งเหล่านี้จะให้ผลตอบแทนกลับมาเท่าไร เป็นต้น

### **ตัวอย่างกิจกรรมหรือแนวปฏิบัติที่ดีจากองค์กรอื่นๆ**

- บริษัทปูนซีเมนต์นครหลวง แยกความรู้ออกเป็นกลุ่มๆ เนื่องจากแต่ละคนมีความสามารถไม่เหมือนกัน เช่น ในส่วนเทคนิคระดับสูง จะจัดวิศวกรที่มีความสนใจร่วมกัน 4 คนต่อทีม มาทำงานร่วมกับวิศวกรอาวุโสที่มีชั่วโมงการทำงานสูง แต่อาจจะมีโอกาสเรียนรู้วิทยาการใหม่ๆ น้อย ในกลุ่มมีกิจกรรมสอนงาน ประชุม หรือ แลกเปลี่ยนความรู้ และวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ความรู้ที่ได้หรือแนวทางแก้ไขปัญหาต่างๆ จะถูกรวบรวม เป็นคู่มือ หรือ บทความ เข้าร่วมศูนย์ข้อมูล เพื่อให้พนักงานทุกคนมาศึกษาได้

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จัดให้มี Online Learning Center ให้พนักงานเข้าถึงและค้นข้อมูลได้ง่าย และฝึกฝนให้ไม่กลัวเทคโนโลยี รับผิดชอบต่อการพัฒนาตนเอง ทำให้การฝึกอบรมลดบทบาทลงไปส่วนหนึ่ง

- 3 M จัดเวทีแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประชุมสัมมนาภายในเพื่อให้ทุกคนได้มาแลกเปลี่ยนความรู้และสิ่งที่ค้นพบใหม่ๆ

- Hewlett-Packard สนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ และยอมรับความเสี่ยงใหม่ๆ สนับสนุนให้พนักงานทดลองในสิ่งที่คิดว่าจะไม่สำเร็จ และใช้ขั้นแรกของการอาคารเป็นที่สำหรับให้พนักงาน

ดีมกาแฟร่วมกัน เพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์

- Xerox สร้างห้องกาแฟที่พนักงานจากฝ่ายต่างๆ สามารถมาพบ และแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างฝ่าย

- Norvatis เป็นบริษัทจำหน่ายยา เน้นการวิจัยและพัฒนาสร้างตลาดความรู้ (Knowledge Market Place) ขึ้นในองค์กร จัดทำเป็นสมุดหน้าเหลืองรวบรวมข้อมูลพนักงานตามความเชี่ยวชาญ และทำสมุดหน้านำเงินเป็นรายชื่อผู้เชี่ยวชาญรอบรู้จากภายนอก และมีเวทีให้พนักงานแลกเปลี่ยนความรู้กันผ่านระบบอินทราเน็ตขององค์กร

- GE (General Electric) เรียนรู้จากภายนอก โดยได้เก็บข้อร้องเรียนของลูกค้าไว้ในฐานข้อมูล และจัดทำข้อมูลปัญหาที่มีโอกาสจะเกิดขึ้น 1.5 ล้านแนวทาง เป็นอีกลักษณะหนึ่งของการเรียนรู้เพื่อนำข้อมูลทั้งข้อร้องเรียน ข้อเสนอแนะจากภายนอกมาศึกษา วิเคราะห์นำไปคิดค้น หาแนวทางแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น และเป็นโอกาสที่จะนำข้อเสนอแนะไปคิดประดิษฐ์นวัตกรรมใหม่ๆ มาตอบสนองผู้บริโภค เป็นการก้าวไปข้างหน้าเพื่อให้ได้เปรียบผู้แข่งขัน

นอกจากนี้ ยังมีตัวอย่างอื่นๆ อีก เช่น การจัดให้มีกระดานเวบบอร์ดเพื่อให้บุคลากรได้แลกเปลี่ยนข้อมูลหรือปัญหาข้อขัดข้องต่างๆ หรือกรณีบริษัทที่ปรึกษาบางแห่ง จะออกแบบสำนักงานเพื่อให้เกิดการแบ่งปันความรู้ โดยพนักงานจะไม่มีที่นั่งประจำ มีเฉพาะล็อกเกอร์เก็บเอกสารและคอมพิวเตอร์ส่วนตัว



ขณะอยู่ที่ทำงานก็สามารถเลือก  
โต๊ะทำงานได้ว่าจะทำงานเป็นกลุ่ม  
เพื่อปรึกษาหารือ หรือแยกตัวเพื่อ  
ความสงบ เป็นต้น

## ปัจจัยแห่งความสำเร็จ และสิ่งที่ สะท้อนปัญหาอุปสรรค

1. วัฒนธรรมองค์กร จะ  
เห็นว่าองค์กรแห่งการเรียนรู้ มี  
วัฒนธรรมองค์กรที่เน้นการพบปะ  
พูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น  
องค์กรหนึ่งๆ หรือบ้านหลังหนึ่ง  
หากการพูดคุย ติดต่อสื่อสาร การมี  
ปฏิสัมพันธ์ของคนในบ้านยังไม่มี  
ประสิทธิภาพเพียงพอ อยู่กันแบบ  
ห่างเหิน ไม่อยากเสวนาพูดคุย  
พูดคุยกันเพียงไม่กี่คำ ความไว้วางใจ  
กันอยู่ในระดับต่ำ มีความสัมพันธ์ที่  
ไม่ดี บรรยากาศเหล่านี้เป็นสัญญาณ  
อันตรายที่บ่งบอกถึงสุขภาพของ  
องค์กร แต่หากคนในองค์กรยอมรับ  
ที่จะปรับเปลี่ยนทัศนคติหรือมุมมอง  
บางด้านที่เป็นอุปสรรคออกไป พุด  
คุยกันมากขึ้น ก็จะทำให้มีความ  
เข้าใจกันในระดับลึก การพูดคุยกัน  
จะมีความหมาย ไม่ใช่โครงสร้าง  
องค์กรแบบต่างคนต่างอยู่ ต่างคน  
ต่างทำ

2. บุคลากร การเรียนรู้ที่มี  
ประสิทธิผลจะต้องไม่เกิดบนพื้นฐาน  
ของการบังคับ ปัญหาอันเกิดจากตัว  
บุคลากร เช่น ผู้รู้ไม่อยากถ่ายทอด  
เพราะเกรงว่า เมื่อถ่ายทอดไปแล้ว  
จะไม่เหลืออะไร ตนจะหมดความ  
สำคัญ หรือฝ่ายผู้เรียนรู้ไม่ยอมรับ  
ในตัวผู้ถ่ายทอด หรือคนในองค์กร  
ขาดความกระตือรือร้น เนื่องจาก  
โดยทั่วไปไปแล้วพบว่าคนเรามี  
แนวโน้มที่จะเฉื่อยชา หรือมีความ  
กระตือรือร้นลดน้อยลงตามอายุที่

สูงขึ้น บุคลากรบางคนไม่ชอบความ  
เปลี่ยนแปลง อาจจะเป็นปัญหา  
สะสมที่พบได้บ่อยในหน่วยงาน  
ราชการ และต้องใช้เวลาในการปรับ  
เปลี่ยนพอสมควร

3. ระบบความดีความชอบ  
อาจไม่ส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยน  
ความรู้ เพราะหากคนในองค์กร  
มองว่า ความรู้เป็นอาวุธส่วนตัว  
สำหรับใช้ในการต่อสู้แข่งขันกับ  
เพื่อนร่วมงาน บางแห่งพนักงาน  
ใช้ความรู้ที่มีเป็นเครื่องต่อรองกับ  
ผู้บริหาร ด้วยเหตุนี้เพื่อสร้างเสริม  
แรงบันดาลใจ หรือแรงจูงใจ อาจจัด  
ให้มีรางวัลที่เป็นนามธรรมแก่  
หน่วยงานที่มีลักษณะเป็นองค์กร  
แห่งการเรียนรู้ เช่น การประกาศ  
ยกย่องชมเชย เป็นต้น

4. ด้านการเรียนรู้ ในส่วน  
ที่เกี่ยวกับการยอมรับความผิดพลาด  
เนื่องจากสังคมวัฒนธรรมเรามองว่า  
ความผิดพลาดเป็นเรื่องไม่ดี ต้อง  
หลีกเลี่ยง หรือถ้าเกิดขึ้นแล้วก็  
ต้องปกปิดมิดชิดไม่มีการให้ความรู้  
เราจึงได้เรียนรู้จากมุมมองด้านเดียว  
คือมุมมองด้านความสำเร็จ โดยไม่  
ได้เรียนรู้ว่าก่อนจะมีความสำเร็จ  
ต้องผ่านสิ่งใดมาบ้าง ไม่เคยเรียนรู้  
ว่าอะไรสมควรหลีกเลี่ยง หรือมา  
วิเคราะห์กันว่าเราจะตอบสนองต่อ  
ปัญหาอย่างไร

## บทสรุป

ปัจจัยสำคัญของการเป็น  
องค์กรแห่งการเรียนรู้ นั้น  
“คน” เป็นหลัก เครื่องมือ อุปกรณ์  
หรือเทคนิคต่างๆ ตลอดจนระบบ  
เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นเพียง  
อรรถประโยชน์ที่จะช่วยเอื้ออำนวย  
ให้วิธีการที่จะนำไปสู่องค์กรแห่งการ

เรียนรู้ดำเนินไปได้สะดวกขึ้น และ  
เน้นการมีปฏิสัมพันธ์กันโดยตรง ไม่  
เน้นผ่านเอกสาร จะเห็นว่าการให้  
ความสำคัญกับเทคโนโลยีจนหลง  
ลืมความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลอาจ  
ก่อให้เกิดผลเสียได้ “องค์กรแห่ง  
การเรียนรู้” เป็นเรื่องที่มีแนวทาง  
หลากหลาย ขณะเดียวกันไม่ได้  
หมายความว่าเมื่อนำรูปแบบที่  
ประสบความสำเร็จไปใช้แล้วจะ  
ประสบความสำเร็จตามไปด้วย  
ทั้งนี้เพราะมีปัจจัยแวดล้อมที่จับ  
ต้องไม่ได้หลายประการที่แตกต่าง  
กัน ต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์  
ประเด็นสำคัญคือ ต้องทำให้เกิด  
การแลกเปลี่ยน ถ่ายทอดระหว่าง  
บุคลากรจนมีการต่อยอดและ  
สร้างสรรค์นำไปสู่แนวปฏิบัติที่มีประ  
สิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด  
(Best Practices) ขององค์กร  
ความรู้ นั้นเป็นทุนทางปัญญา เป็น  
สินทรัพย์ที่แตกต่างจากสินทรัพย์  
อื่นๆ คือใช้แล้วไม่หมดไป ยิ่งใช้  
มากยิ่งขึ้น ยิ่งให้มากขึ้นทุนยิ่ง  
ถูกลง สิ่งเหล่านี้อาจไม่ได้ผล  
ตอบแทนกลับมาโดยตรงในระยะ  
เวลาอันสั้น แต่เป็นสิ่งที่จะทำให้เกิด  
การพัฒนาขึ้นในระยะยาวทั้งในแง่  
ตัวบุคคลและองค์กร





## เอกสารอ้างอิง

- บดินทร์ วิจารณ์. สร้างและต่อยอดความรู้ในองค์กร. นิตยสาร CIO Forum, พฤศจิกายน , 2546 , ปีที่ 33, ฉบับที่ 7, หน้า 31.
- ยุทธนา แซ่เตียว. การวัด การวิเคราะห์ และการจัดการความรู้ : สร้างองค์กรอัจฉริยะ. กรุงเทพฯ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2547 . 295 หน้า.
- ระบบจัดการฐานความรู้ [ออนไลน์]. กรุงเทพมหานคร : [อ้างถึง 29 ตุลาคม 2547] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : <http://www.wasant.org/knowledge/>.
- สถาบันส่งเสริมการจัดการความรู้เพื่อสังคม. แนวคิดเกี่ยวกับความรู้และการจัดการความรู้ [ออนไลน์]. กรุงเทพมหานคร : [อ้างถึง 29 ตุลาคม 2547] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : <http://www.kmi.or.th/>.
- สารานุกรมประจำสัปดาห์ 2003 Magazine Online. การจัดการความรู้ KM-Knowledge Management [ออนไลน์]. กรุงเทพมหานคร : [อ้างถึง 29 ตุลาคม 2547] เข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต : [http://www.ku.ac.th/magazine\\_online2003/ku\\_knowledge1.html](http://www.ku.ac.th/magazine_online2003/ku_knowledge1.html)
- สาริน(นามแฝง). องค์กรอัจฉริยะ : องค์กรแห่งการเรียนรู้ . สลค. สาร. มีนาคม, 2547, ปีที่ 12 , ฉบับที่ 4
- เอกชัย โปรงปัญญาสกุล. การบริหารความรู้กับความเป็นองค์กรชั้นนำ. ข่าวสาร กพผ., พฤศจิกายน, 2546, ปีที่ 33, ฉบับที่ 10

### ต่อจากหน้า 35

กรณีของการทดสอบความชำนาญ ผู้จัดกิจกรรมต้องทำการประเมินและควบคุมความเป็นเนื้อเดียวกันและความเสถียรของวัสดุ ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมาก และในกิจกรรมทดสอบความชำนาญมักจะไม่ใช่วัสดุอ้างอิงรับรองเป็นตัวอย่างในการดำเนินการ แต่จะใช้ค่ากำหนดที่ได้จากค่าเฉลี่ยของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรมทดสอบความชำนาญ (consensus value from participants) แทน ดังนั้นหากจะใช้ตัวอย่างที่เหลือจากกิจกรรมทดสอบความชำนาญในการควบคุมคุณภาพ

ภายใน ต้องพิจารณาว่าค่ากำหนดของตัวอย่างนั้นเป็นค่าที่ได้จากค่าเฉลี่ยจากห้องปฏิบัติการหรือไม่ หากใช่ต้องพึงระลึกว่าค่าดังกล่าวอาจจะไม่ใช่ค่าที่ถูกต้อง แต่เป็นค่าที่ได้จากห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ที่เข้าร่วมกิจกรรมเท่านั้น และไม่มีกระบวนการค่าความไม่แน่นอนของผลการทดสอบของแต่ละห้องปฏิบัติการไว้ด้วย

ดังนั้นการจะเลือกใช้วัสดุอ้างอิงชนิดใดนั้นขึ้นกับวัตถุประสงค์และงานที่จะนำไปใช้ โดยอาจจะพิจารณาจากรายละเอียดของวัสดุ

นั้น เช่น เมทริกซ์ ช่วงความเข้มข้นความเป็นเนื้อเดียวกัน ความเสถียร (อายุการใช้งาน) ค่าความไม่แน่นอนวิธีการในการหาค่ากำหนด (เช่นวิธีทดสอบ หรือสถิติที่ใช้) ราคา เป็นต้น ในส่วนของห้องปฏิบัติการก็ควรจะศึกษาถึงวิธีทดสอบแต่ละวิธีว่ามีความจำเป็นต้องใช้วัสดุอ้างอิงในระดับใด เกณฑ์และช่วงการวัด/ทดสอบ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ห้องปฏิบัติสามารถเลือกใช้วัสดุอ้างอิงได้อย่างถูกต้องและคุ้มค่า โดยจะส่งผลต่อคุณภาพของการวิเคราะห์ทดสอบอีกด้วย





# Reference Materials

## กับการควบคุมคุณภาพห้องปฏิบัติการ

กานดา โคมลวัฒน์ชัย  
ศิริวรรณ ศิลปสกุลสุข

การที่จะบอกว่าผลการทดสอบ/สอบเทียบจากห้องปฏิบัติการหนึ่งห้องปฏิบัติการใดมีความน่าเชื่อถือ หรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด จำเป็นจะต้องมีสิ่งที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบหรือชี้บ่ง สิ่งหนึ่งที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการเปรียบเทียบและควบคุมคุณภาพของผลการทดสอบ/สอบเทียบของห้องปฏิบัติการคือวัสดุอ้างอิง (reference materials) ซึ่งอาจจะเป็นวัสดุหรือสารที่มีสมบัติเป็นเนื้อเดียวกัน มีความเสถียร และถูกกำหนดให้ใช้ในการสอบเทียบเครื่องมือ ประเมินวิธีการวัด การประมาณค่าความไม่แน่นอน การควบคุมคุณภาพทั้งภายในและภายนอก

วัสดุอ้างอิงมีการนำไปใช้ในหลายสาขาวิชาการ เช่น ทางเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ การแพทย์ วิศวกรรม ฯลฯ โดยอาจจะใช้สมบัติเฉพาะของวัสดุนั้นๆ ในการอ้างอิง เช่น โครงสร้างทางเคมี ลักษณะของเส้นใย หรือจุดชิวะชนิดต่างๆ เป็นต้น หรือใช้ค่ากำหนด (assigned value) เช่น ปริมาณของสารเคมีตัวใดตัวหนึ่ง หรือค่าความแข็ง เป็นต้น โดยทั่วไปสามารถแบ่งชนิดของวัสดุอ้างอิงได้ดังนี้

1. สารบริสุทธิ์ (pure substances) ใช้ชี้บ่งความบริสุทธิ์ของสารเคมี และ/หรือสิ่งเจือปน

2. สารละลายมาตรฐาน และแก๊สผสม (standard solutions and gas mixtures) ปกติเตรียมจากสารบริสุทธิ์ที่ทราบน้ำหนัก และโดยมากใช้ในการสอบเทียบ (calibration)

3. วัสดุอ้างอิงเมทริกซ์ (matrix reference materials) ใช้ชี้บ่งองค์ประกอบหลัก และองค์ประกอบรองทางเคมี วัสดุประเภทนี้มักจะเตรียมจากวัสดุซึ่งมีองค์ประกอบที่สนใจปนอยู่จริงตามธรรมชาติ หรือจากการผสมสารที่สังเคราะห์ขึ้นเอง

4. วัสดุอ้างอิงเคมี-ฟิสิกส์ (physico-chemical reference materials) ใช้ในการชี้บ่งสมบัติทางกายภาพ เช่น จุดหลอมเหลว ความหนืด ความทึบแสง เป็นต้น

5. วัตถุอ้างอิง หรือวัตถุที่จัดเตรียมขึ้น (reference objects or artifacts) ใช้ชี้บ่งสมบัติหลัก เช่น รสชาติ กลิ่น เลขออกเทน จุดวาบไฟและความแข็ง เป็นต้น วัตถุประเภทนี้ยังรวมถึงสิ่งที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ที่เตรียมขึ้นเพื่อชี้บ่งสมบัติทางจุดชิวะ หรือประเภทของเส้นใยต่าง ๆ

### การจำแนกประเภทของวัสดุอ้างอิง

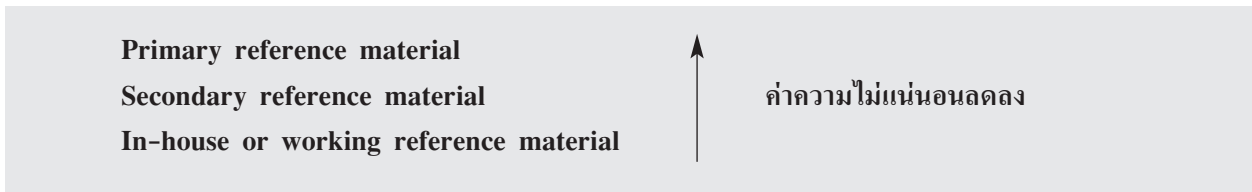
ตามมาตรฐาน ISO ได้จำแนกวัสดุเพื่อการอ้างอิงออกเป็น 2 ประเภท โดยกำหนดให้เรียกว่า

วัสดุอ้างอิงรับรอง (certified reference materials; CRMs) และ วัสดุอ้างอิง (reference materials; RMs) โดยนิยามว่าวัสดุอ้างอิงรับรอง (CRMs) นั้นจะต้องสามารถสอบกลับ (traceable) ไปยังค่าของสมบัติ (property value) ที่สนใจที่แสดงในรูปของหน่วยที่มีความแม่นยำ (accuracy) เป็นที่ยอมรับ และค่าของสมบัติของวัสดุนั้นจะต้องประกอบด้วยค่าความไม่แน่นอน ซึ่งระดับความเชื่อมั่นไว้ด้วย ส่วนวัสดุอ้างอิง (RMs) คือวัสดุที่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน และมีการกำหนดค่าของสมบัติที่สามารถนำไปใช้ในการสอบเทียบเครื่องมือ ประเมินผลวิธีทดสอบ หรือใช้เพื่อกำหนดค่าของวัสดุ

วัสดุอ้างอิงส่วนใหญ่ที่ผลิตขึ้นก่อน ค.ศ. 1990 ไม่ได้ใช้วิธีการประมาณค่าความไม่แน่นอนตามวิธีที่แนะนำโดยมาตรฐาน ISO ซึ่งใช้ในปัจจุบัน ดังนั้นค่าความไม่แน่นอนที่แท้จริงคาดว่าจะมากกว่าค่าที่ระบุไว้ประมาณ 2-3 เท่า และเคยพบว่าวัสดุอ้างอิงรับรองบางชนิดที่จำหน่ายไม่มีการระบุถึงแหล่งที่สามารถสอบกลับได้ (traceability)



ในบางครั้งอาจจะพบระบบการจำแนกประเภทของวัสดุอ้างอิงได้ดังแสดงต่อไปนี้



ระบบจำแนกอื่น เช่น NIST จะใช้คำว่าวัสดุอ้างอิงมาตรฐาน (Standard reference materials; SRMs) ซึ่งมีความหมายเดียวกับ วัสดุอ้างอิงรับรอง (CRMs) และ กำหนดเป็นระดับ ตามความสามารถ ในการสอบกลับได้ถึงระบบ SI ของ วัสดุอ้างอิงนั้น

สำหรับระบบการให้การ รับรองคุณภาพของผู้ผลิตวัสดุอ้างอิง กำลังอยู่ระหว่างการพิจารณาภายใน กลุ่มห้องปฏิบัติการที่ได้รับการ รับรองระดับนานาชาติ ซึ่งคงใช้เวลา อีกพอสมควรในการกำหนดระบบ เพื่อให้มีผลในการควบคุมคุณภาพ ของวัสดุอ้างอิงที่จะจำหน่ายใน ท้องตลาด ดังนั้นผู้ใช้จะต้องมีความ ระมัดระวังและตรวจสอบหลักฐาน ของผู้ผลิตว่าวัสดุอ้างอิงที่จะซื้อ นั้น มีคุณภาพตามที่ต้องการและมีค่า กำหนดที่สามารถสอบกลับได้

### การสอบกลับได้ของวัสดุอ้างอิง (Traceability of reference materials)

วัสดุอ้างอิงนั้นเป็นเป็น เครื่องมือสำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ใน การถ่ายทอดความแม่นยำของผลการ วัดระหว่างห้องปฏิบัติการ และค่า กำหนดของวัสดุนั้นจะต้องมีความ น่าเชื่อถือและสามารถสอบกลับ ไปยังหน่วย SI ได้ ในปัจจุบันเรื่อง ของการสอบกลับได้ยังเป็นเรื่องที่ ค่อนข้างใหม่ในสาขาการวัดทางเคมี ดังนั้นจึงมีวัสดุอ้างอิงทางเคมีที่ สามารถสอบกลับไปถึงหน่วย SI จริงๆ ได้ค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่ แล้วการกำหนดค่าของวัสดุอ้างอิง จึงยังคงใช้ระบบเปรียบเทียบจาก ระดับของวิธีการวัดเป็นเกณฑ์ ในการสอบกลับได้ของค่ากำหนด ดังแสดงต่อไปนี้

บางครั้งกระบวนการในการ ระบุค่ากำหนดในใบรับรองอาจจะได้ จากการใช้หลายวิธีด้วยกัน เช่นอาจ จะใช้ค่ากำหนดที่ได้จากการเปรียบ เทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ (interlaboratory comparison) ที่ได้จากวิธีวิเคราะห์แบบปฐมภูมิ (Primary method) เป็นต้น สำหรับผู้ที่จะเลือกใช้วัสดุอ้างอิงที่ ไม่ได้ระบุถึงการสอบกลับได้อย่าง เป็นทางการ ผู้ใช้จำเป็นจะต้อง ตัดสินจากข้อมูลที่แสดงถึงนัยใน การสอบกลับได้ หรือข้อมูลทาง เทคนิคที่มีอยู่ในใบรับรอง สิ่งสำคัญ อีกอย่างหนึ่งคือจะต้องมีการระบุ ค่าของการรบกวนทางเคมี (chemical interferences) และผลของ เมทริกซ์ รวมอยู่กับค่ากำหนด และ ค่าความไม่แน่นอนของวัสดุอ้างอิง ทุกตัว

วิธีการวัด	การสอบกลับได้
Primary method	SI
Method of known bias	SI/International standard
Independent method(s)	Results of specified methods
Interlaboratory comparison	Results of specified methods



วัสดุอ้างอิงทุกตัวจำเป็นจะต้องระบุค่าความไม่แน่นอนร่วมกับค่ากำหนด เพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของผลการทดสอบ แต่ค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากวัสดุอ้างอิงนั้นควรจะน้อยกว่า  $\frac{1}{3}$  ของค่าความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นทั้งหมด

### การเลือกใช้วัสดุอ้างอิง

ถึงแม้ว่าจะมีหลายหน่วยงาน/องค์กรที่ผลิตวัสดุอ้างอิงขึ้นเพื่อจำหน่าย ทั้งหน่วยงานที่อยู่ในรูปของสถาบัน เช่น NIST หรือโครงการที่ได้รับการสนับสนุนทุนจากภาครัฐ เช่น โครงการ EU และ BCR เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีบริษัทเอกชนอีกเป็นจำนวนมากที่เริ่มหันมาทำธุรกิจทางด้านนี้ แต่ปัญหาหนึ่งที่ยังพบมากสำหรับห้องปฏิบัติการในการเลือกใช้วัสดุอ้างอิงคือไม่สามารถหาวัสดุอ้างอิงที่เหมาะสมกับงานของตนได้ สาเหตุอาจจะเนื่องมาจากไม่มีผู้ผลิต หรือวัสดุอ้างอิงที่มีจำหน่ายอยู่นั้นมีเมทริกซ์ที่ไม่เหมาะสมกับตัวอย่างที่ทดสอบ ดังนั้นจึงเป็นความรับผิดชอบของห้องปฏิบัติการที่จะต้องศึกษาและประเมินข้อมูลของวัสดุอ้างอิงที่จำหน่ายในท้องตลาดเองว่าสามารถจะนำมาประยุกต์ใช้กับงานของตนได้อย่างเหมาะสมหรือไม่ ในการเลือกให้คำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการนำวัสดุอ้างอิงนั้นไปใช้

### วัตถุประสงค์ในการใช้วัสดุอ้างอิง

1. เพื่อหาการยอมรับได้ของวิธีทดสอบ และการหาค่าความไม่แน่นอน (Method Validation and Measurement Uncertainty)

ในกรณีนี้จะใช้วัสดุอ้างอิงเพื่อหาค่าผลต่างระหว่างค่าที่วัดได้จากการทดลองกับค่ากำหนดของวัสดุอ้างอิง (estimation of bias) วัสดุอ้างอิงที่ใช้นั้นนอกจากจะสามารถสอบกลับได้แล้วจะต้องมีสมบัติอยู่ในขอบข่ายตามวิธีที่ทดลองนั้นกำหนด เช่น เมทริกซ์ ความเข้มข้น และควรจะมีการทดสอบว่าวัสดุอ้างอิงนั้นสามารถให้ผลที่สอดคล้องกันตลอดช่วงการทดสอบตามวิธีที่ศึกษาค่าความเบี่ยงเบนของการทำซ้ำของวัสดุอ้างอิงที่ใช้ต้องอยู่ในเกณฑ์ที่วิธีทดสอบนั้นยอมรับได้ ซึ่งค่าความเบี่ยงเบนนี้สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของวิธีทดสอบได้ โดยทั่วไปค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากวัสดุอ้างอิงไม่ควรมากกว่า  $\frac{1}{3}$  ของค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากการทดสอบ

### 2. การทวนสอบวิธีทดสอบ (Verification of the Correct Use of a Method)

ความสำเร็จของการนำวิธีทดสอบมาใช้ในห้องปฏิบัติการได้อย่างถูกต้อง ขึ้นอยู่กับความสามารถของเจ้าหน้าที่ ความเหมาะสมของเครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ เราสามารถนำวัสดุอ้างอิงมาใช้ประโยชน์ทางด้านการอบรม/ฝึกฝนบุคลากรตรวจสอบวิธีทดสอบที่ไม่ได้ทำการทดลองมาเป็นเวลานาน หรือใช้ในการสืบหาสาเหตุและแก้ปัญหาในกรณีที่ผลการทดลองผิดปกติ

### 3. การสอบเทียบ (Calibration)

โดยทั่วไปวัสดุอ้างอิงที่เป็นสารบริสุทธิ์และสามารถสอบกลับได้ มักจะใช้สำหรับสอบเทียบในขั้นตอนของการวัด ดังนั้นค่า

ความไม่แน่นอนของความบริสุทธิ์ของวัสดุอ้างอิงจะมีผลต่อค่าความไม่แน่นอนทั้งหมดที่เกิดจากการทดลองด้วย เช่นถ้าวัสดุอ้างอิงที่มีความบริสุทธิ์ ร้อยละ 99.9 และมีค่าความไม่แน่นอนขยาย (expanded uncertainty) U (k=2) ร้อยละ 0.1 ซึ่งค่า 0.1 นี้จะนำไปรวมในค่าความไม่แน่นอนทั้งหมดที่เกิดจากการทดลองตัวอย่างด้วย ในกรณีที่เป็นการหาธาตุที่มีปริมาณน้อยๆ ในตัวอย่าง ค่าร้อยละ 0.1 นี้จะมีผลต่อผลการทดลองมาก ดังนั้นจึงควรเลือกวัสดุอ้างอิงที่มีเมทริกซ์และความเข้มข้นของสารหรือสิ่งที่ต้องการวัดใกล้เคียงกับตัวอย่าง

### 4. การควบคุมและการประกันคุณภาพ (Quality Control and Quality Assurance)

ค่ากำหนดของวัสดุอ้างอิงสามารถใช้ในการควบคุมคุณภาพของผลการทดสอบ โดยใช้เป็นค่าอ้างอิงในกรณีที่ต้องการประเมินผลที่ได้จากวิธีทดลองที่แตกต่างกัน หรือใช้เป็นเครื่องมือในการเฝ้าระวังระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการ เช่น ใช้ในการเตรียม control chart เป็นต้น

สมบัติของวัสดุอ้างอิงถูกบ่งบอกด้วยความเป็นเนื้อเดียวกัน ความเสถียร ค่าของสมบัติที่ได้การรับรอง ถ้าหากเป็นการควบคุมคุณภาพภายใน (in-house QC) วัสดุอ้างอิงที่ใช้ก็ไม่จำเป็นต้องมีค่าจากการรับรอง แต่ยังคงต้องมีความเป็นเนื้อเดียวกัน และความเสถียรอยู่ ซึ่งสมบัติเหล่านี้จำเป็นต้องมีในตัวอย่างที่ทำการทดสอบด้วย เพราะจะมีผลต่อการทดสอบ ใน



# อิฐมวลเบา จากเถ้าลอยลิกไนต์

เรียบเรียงโดย

สุรเชษฐ์ จิงเกษมโชคชัย<sup>1</sup>

วรภรณ์ คุณวานาภิจ<sup>1</sup>

ลดา พันธุ์สุขุมรนา<sup>2</sup>

วรสนา ต.แสงจันทร์<sup>2</sup>

วิมลพัทธ์ วัฒนโนภาส<sup>2</sup>

## ปออุบบัน

มีวัสดุก่อสร้างประเภทหนึ่งที่มีความสนใจมากเป็นวัสดุที่มีประโยชน์สำหรับงานก่อสร้างที่ต้องการวัสดุน้ำหนักเบา ประหยัดพลังงาน ลดความดั่งของเสียง ป้องกันความร้อน เพิ่มความปลอดภัย และความสบายแก่ผู้ใช้ หรือผู้อยู่อาศัย วัสดุดังกล่าวได้แก่ อิฐมวลเบา อิฐมวลเบาจึงเป็นวัสดุที่มีแนวโน้มในเชิงพาณิชย์สูง

ในการผลิตไฟฟ้าจากถ่านลิกไนต์ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ผลิตผลพลอยได้จากโรงไฟฟ้าคือเถ้าลอยซึ่งมีลักษณะคล้ายฝุ่นจำนวนมาก เถ้าลอยมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ซิลิกา ( $\text{SiO}_2$ ) อะลูมินา ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) เหล็กออกไซด์ ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) แคลเซียมออกไซด์ ( $\text{CaO}$ ) แมกนีเซียมออกไซด์ ( $\text{MgO}$ ) ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ ( $\text{SO}_3$ ) เป็นต้น และมีส่วนประกอบทางวิทยาแร่เป็นอสังฐาน มากกว่าร้อยละ 90 ทำให้สามารถเกิดปฏิกิริยาได้ดี มีสมบัติเป็นสารปอซีโซลาน (Pozzolan) สังกะหรณ์ประเภทหนึ่ง เมื่ออยู่ในสภาพแห้ง ไม่มีสมบัติเชื่อมเกาะ

ระหว่างอนุภาค แต่เมื่อสัมผัสกับน้ำภายใต้อุณหภูมิปกติ จะสามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับสาร  $\text{Ca(OH)}_2$  และเกิดเป็นสารใหม่ที่มีสมบัติเชื่อมประสาน (cementitious) ได้มีการนำเถ้าลอยลิกไนต์จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะมาใช้ประโยชน์ในงานคอนกรีต โดยทดแทนปริมาณของซีเมนต์ที่ใช้ในงานก่อสร้าง ใช้ในงานคอนกรีตกำลังสูง งานคอนกรีตผสมเสร็จ และงานก่อสร้างของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย นอกจากนั้นแล้วยังนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้าง ได้แก่ ซีเมนต์-บล็อกสำหรับปูพื้นและก่อผนัง

เถ้าลอยลิกไนต์จัดเป็นวัสดุที่มีความถ่วงจำเพาะค่อนข้างต่ำ ( $\approx 2.51$ ) ซึ่งสมบัติความถ่วงจำเพาะยังสามารถลดต่ำลงได้อีกโดยการเพิ่มปริมาณรูพรุนในเนื้อ รูพรุนเหล่านี้เพิ่มสมบัติความเป็ฉนวนโดยทำหน้าที่ช่วยลดความสามารถในการส่งผ่านความร้อนและเสียงได้ เถ้าลอยลิกไนต์จึงเป็นวัสดุที่มีศักยภาพสูงในการนำมาใช้ทำอิฐมวลเบา

ด้วยเหตุนี้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยจึงได้ร่วมมือกับสำนักเทคโนโลยีชุมชน (ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก) กรมวิทยาศาสตร์บริการ ดำเนินการวิจัยหาแนวทางเพื่อผลิตอิฐมวลเบาจากเถ้าลอยขึ้น โดยแบ่งขั้นตอนการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอนคือ การวิเคราะห์สมบัติของเถ้าลอยลิกไนต์ที่ใช้ในการทดลอง การทดลองหาส่วนผสมที่เหมาะสมที่จะให้ได้กำลังรับแรงอัดที่สูง การทดลองหาส่วนผสมที่เหมาะสมของสารทำให้เกิดฟองคือผงอะลูมิเนียม และการทดลองเพิ่มกำลังแรงอัด

ขั้นตอนและวิธีการเตรียมตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2 คือ การนำเถ้าลิกไนต์ เช่น เถ้าลอยลิกไนต์ ซีเมนต์ และปูนขาวมาทำปฏิกิริยากับน้ำร่วมกัน หลังจากนั้นก็แข็งตัวแล้วก็นำไปผ่านขบวนการอบไอน้ำที่อุณหภูมิและความดันสูง (Autoclave) คืออบตัวอย่างด้วยไอน้ำที่ความดัน 1.75 MPa ทำให้ได้ผลึก Tobermolite ซึ่งเป็นผลึกที่ให้ความแข็งแรง ก่อนนำตัวอย่างมาทดสอบหาความหนาแน่นเชิงปริมาตร และกำลังรับแรงอัด

<sup>1</sup> สำนักงานวิจัยและพัฒนา การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

<sup>2</sup> กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



**ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์** สมบัติของเถ้าลอยลิกไนต์ ได้วิเคราะห์ เถ้าลอยด้วยเทคนิค X-ray Diffraction พบว่ามีองค์ประกอบเป็น เฟสหลัก องค์ประกอบทางเคมีของ เถ้าลอยลิกไนต์แสดงดังตารางที่ 1 เถ้าลอยลิกไนต์ประกอบด้วย  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  เป็นองค์ประกอบหลัก และการกระจายขนาดอนุภาคแสดงดังตารางที่ 2 คือมีขนาดมัธยฐานที่ 200-270 เมช

**ขั้นตอนที่ 2 การทดลอง** หาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่จะให้ได้กำลังรับแรงอัดที่สูง โดยการแปรเปลี่ยนส่วนผสมของเถ้าลอยลิกไนต์ 38-80% ปูนซีเมนต์ 20-50% ปูนขาว 0-40% ผลการทดลองทำให้ได้ตัวอย่างที่มีค่าความหนาแน่น 1.27-1.55 กรัม/ลบ.ซม. และมีกำลังรับแรงอัด 148-335 กิโลกรัม/ตร.ซม.

**ขั้นตอนที่ 3 การทดลอง** หาส่วนผสมที่เหมาะสมของสาร

**ทำให้เกิดฟอง** ทดลองแปรเปลี่ยน ปริมาณผงอะลูมิเนียมและสารเติมแต่งเช่นสารลดน้ำ ทำให้ตัวอย่างที่ได้จากการทดลองในขั้นตอนที่ 2 มีค่าความหนาแน่นลดลงเหลืออยู่ในช่วง 0.51-0.70 กรัม/ลบ.ซม. และมีกำลังรับแรงอัด 23-60 กิโลกรัม/ตร.ซม.

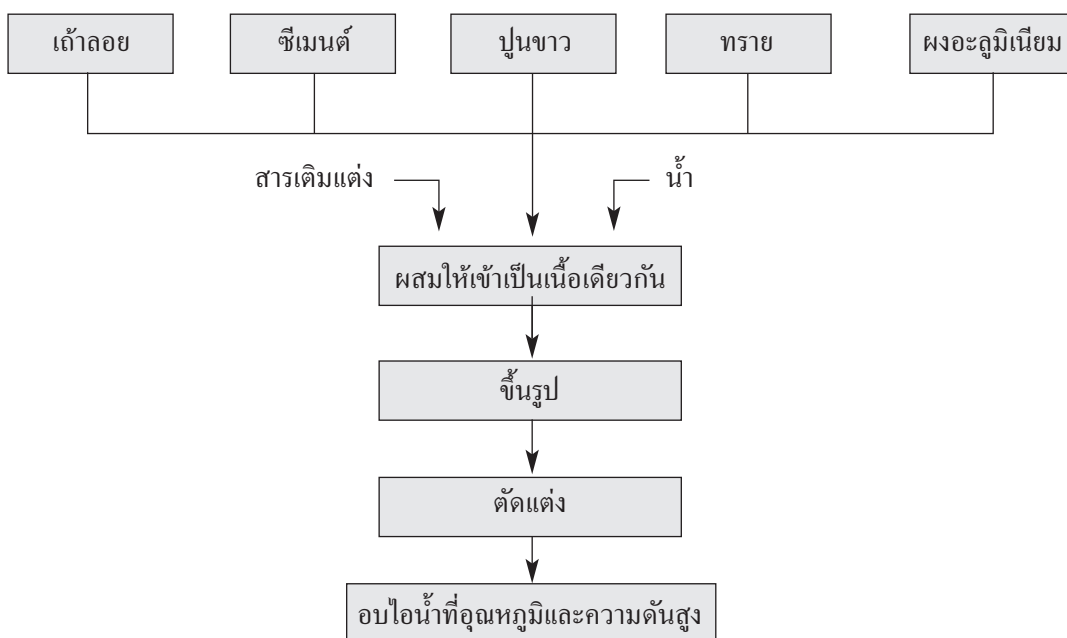
**ขั้นตอนที่ 4 การทดลอง** เพิ่มกำลังรับแรงอัด ได้ทดลองเพิ่มกำลังรับแรงอัดโดยเติมทรายละเอียดลงในส่วนผสม แปรเปลี่ยนปริมาณทรายในช่วงร้อยละ 5-35 ทำให้ตัวอย่างที่ได้จากการทดลองในขั้นตอนที่ 3 มีค่าความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.54-0.70 กรัม/ลบ.ซม. และมีกำลังรับแรงอัด 32-52 กิโลกรัม/ตร.ซม. ความสัมพันธ์ของปริมาณทรายและกำลังรับแรงอัดแสดงดังภาพที่ 3 ตัวอย่างส่วนผสมและสมบัติที่ได้จากการทดลองคือ

เถ้าลอยลิกไนต์	70	ส่วน
ซีเมนต์	20	
ปูนขาว	10	
อะลูมิเนียม	0.1	
ทราย	5-35	
ความหนาแน่น	0.54-0.70	กรัม/ลบ.ซม.
มีกำลังรับแรงอัด	32-52	กิโลกรัม/ตร.ซม.

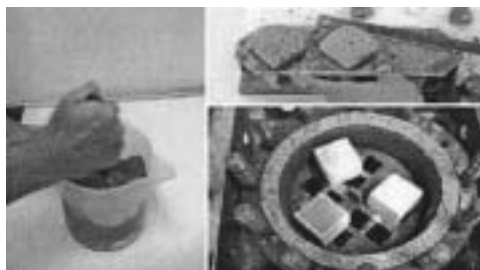
ผลการวิจัยอิฐมวลเบาจากเถ้าลอยลิกไนต์ แสดงให้เห็นว่า สามารถพัฒนาอิฐมวลเบาที่มีความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 0.54-0.70 กรัม/ลบ.ซม. และมีกำลังรับแรงอัดอยู่ระหว่าง 32-52 กิโลกรัม/ตร.ซม. ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้งานในการก่อสร้างได้ ลักษณะของเนื้ออิฐมวลเบาจากเถ้าลอยลิกไนต์ที่ได้จากงานวิจัยแสดงดังภาพที่ 4

### กิตติกรรมประกาศ

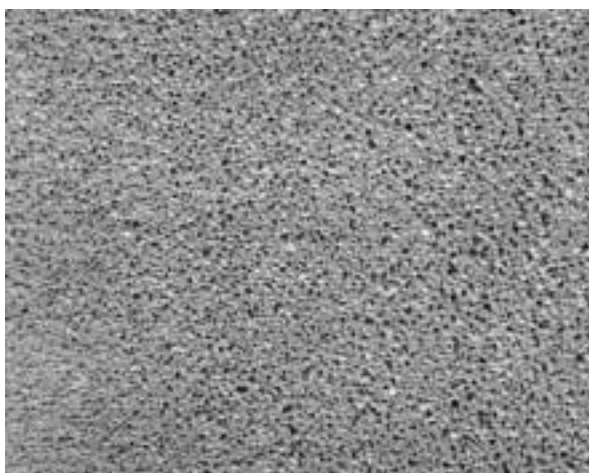
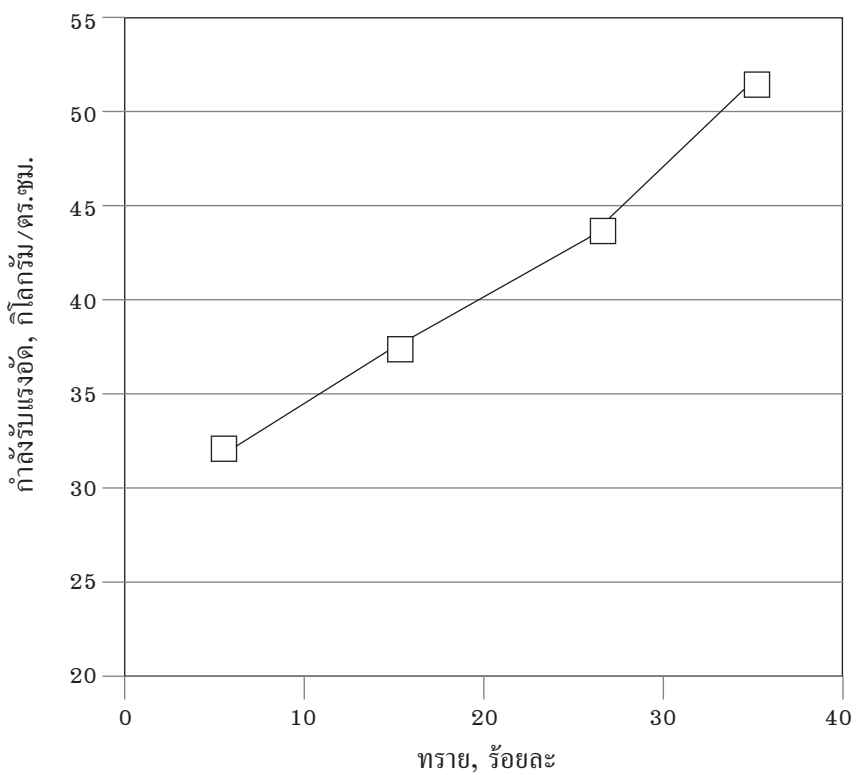
ขอขอบคุณการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่ได้สนับสนุนงบประมาณสำหรับงานวิจัยนี้



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างอิฐมวลเบา



ภาพที่ 2 แสดงวิธีการเตรียมตัวอย่าง



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะของเนื้ออิฐมวลเบาจากเถ้าลอยลิกไนต์



ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของแก้วลอยลิกไนต์

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ
Loss on ignition	0.23
SiO <sub>2</sub>	40.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.40
TiO <sub>2</sub>	0.57
CaO	13.74
MgO	4.20
Na <sub>2</sub> O	1.83
K <sub>2</sub> O	2.75

ตารางที่ 2 แสดงการกระจายขนาดอนุภาคของแก้วลอยลิกไนต์

ขนาด, เมช	ปริมาณ, ร้อยละ	ปริมาณสะสม
+20	0.06	0.06
20-40	0.16	0.22
40-60	0.86	1.08
60-80	2.48	3.56
80-100	3.29	6.85
100-140	7.33	14.18
140-200	9.2	23.38
200-270	26.88	50.26
270-325	21.74	72
-325	27.48	99.48





# ไวน์ผลไม้วท.สู่เหรียญรางวัล

อารี ชูวิสิษฐกุล

ปิติ กาลิยานันท์

**ไวน์** เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักน้ำองุ่นโดยใช้ยีสต์ เชื่อกันว่ามีการผลิตตั้งแต่สมัยโบราณยุคฟาโรห์เรื่องอำนาจประมาณ 7-8 พันปีมาแล้ว ส่วนไวน์ผลไม้หรือเมรัยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักผลไม้ชนิดอื่นนอกจากองุ่น ปัจจุบันประเทศฝรั่งเศสเป็นเจ้าแห่งการผลิตไวน์ที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับว่ามีคุณภาพดีที่สุดในโลก คนฝรั่งเศสดื่มไวน์เฉลี่ยคนละ 16 แกลลอนต่อปี สำหรับประเทศไทยปัจจุบันเริ่มมีการตื่นตัวและหันมาทำไวน์กันมากขึ้น โดยมีเอกชนบางรายได้ผลิตไวน์มานานหลายสิบปี แต่ปริมาณการผลิตยังน้อย และมีบริษัทผู้ผลิตรายใหญ่บางแห่งผลิตไวน์เพื่อจำหน่ายยังต่างประเทศ หลังจากรัฐบาลอนุญาตให้ผลิตไวน์ได้อย่างเสรีในปี พ.ศ. 2545 ทำให้มีผู้ประกอบการย่อยเกิดขึ้นมากมาย แต่ยังมีปัญหาเกี่ยวกับกฎระเบียบบางข้อที่ทำให้การส่งเสริมการผลิตภายในประเทศดำเนินไปอย่างไม่คล่องตัวทำให้เหลือผู้ประกอบการที่ยืนหยัดอยู่ได้ประมาณ 200 รายเท่านั้น

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีผลไม้มากมายที่จะนำมาแปรรูปเป็นไวน์ผลไม้ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าผลไม้ไทยและช่วย

แก้ปัญหาผลผลิตทางการเกษตรช่วงฤดูที่มีราคาตกต่ำ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาศักยภาพทางการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมของประเทศเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชนได้อีกทางหนึ่ง

เสาวรส มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่ากะทกรกฝรั่ง เป็นผลไม้ประเภทเถาเลื้อยอยู่ในตระกูล Passifloraceae โดยมีลักษณะลำต้นเป็นเถา มีมือเกาะตามซอกใบ เมื่อผลสุกจะมีสีต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์เสาวรสสามารถเจริญเติบโตได้ดีตามสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นเขตอากาศเขตร้อนภาคเหนือ หรือเขตอากาศร้อนชื้นทางภาคกลางและภาคตะวันออก เสาวรสเป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย การดูแลไม่ยุ่งยาก แต่ให้ผลผลิตต่อไร่สูง จึงเป็นพืชที่สามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรได้ดีประกอบกับตลาดต่างประเทศมีความต้องการสูง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ (วศ.) โดยสำนักเทคโนโลยีชุมชนได้เล็งเห็นความสำคัญในการนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรที่มีราคาตกต่ำ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้ผลผลิตนั้นๆ ได้จัดทำ “โครงการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีกระบวนการผลิต

เมรัยผลไม้ไทยเพื่อการส่งออก” โดยพัฒนากรรมวิธีการผลิตไวน์ผลไม้ไทยหรือเมรัยผลไม้ไทย ด้วยการใช้ผลไม้ไทย เช่น สับปะรด เสาวรสมังคุด กระจับปี่ ลิ้นจี่ การทำไวน์ผลไม้ในระดับอุตสาหกรรมต้นแบบคือทำในปริมาณ 300 ลิตร ต่อไวน์ผลไม้ 1 ชนิด ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการคัดเลือกเชื้อยีสต์ที่เหมาะสมในการหมักไวน์ผลไม้แต่ละชนิด เพราะเชื้อยีสต์ที่ต่างสายพันธุ์กันจะมีผลต่อคุณภาพและกลิ่นรสของเมรัยที่หมักได้ เมื่อผ่านขั้นตอนการคัดเลือกเชื้อยีสต์เสร็จแล้ว นำสายพันธุ์ยีสต์ที่คัดเลือกได้มาใช้ในการหมักไวน์ผลไม้ในระดับอุตสาหกรรมต้นแบบ หลังจากขั้นตอนการหมักบ่มไวน์ผลไม้เป็นเวลาประมาณ 3 เดือน จึงทำการตกตะกอนไวน์ผลไม้ด้วยเบนโทไนด์ และก่อนการบรรจุ จะมีการชิมไวน์ โดยผู้มีประสบการณ์ในการชิมไวน์ ทั้งชาวไทยและต่างประเทศ เพื่อทดสอบคุณภาพและกลิ่นรสของไวน์ผลไม้ที่ทำการวิจัยได้ ผลของการชิมไวน์จากผู้เชี่ยวชาญปรากฏว่า ไวน์ผลไม้ที่ทำการวิจัยนั้นส่วนใหญ่เป็นไวน์ผลไม้ที่อยู่ในระดับคุณภาพดี (Good quality wine)

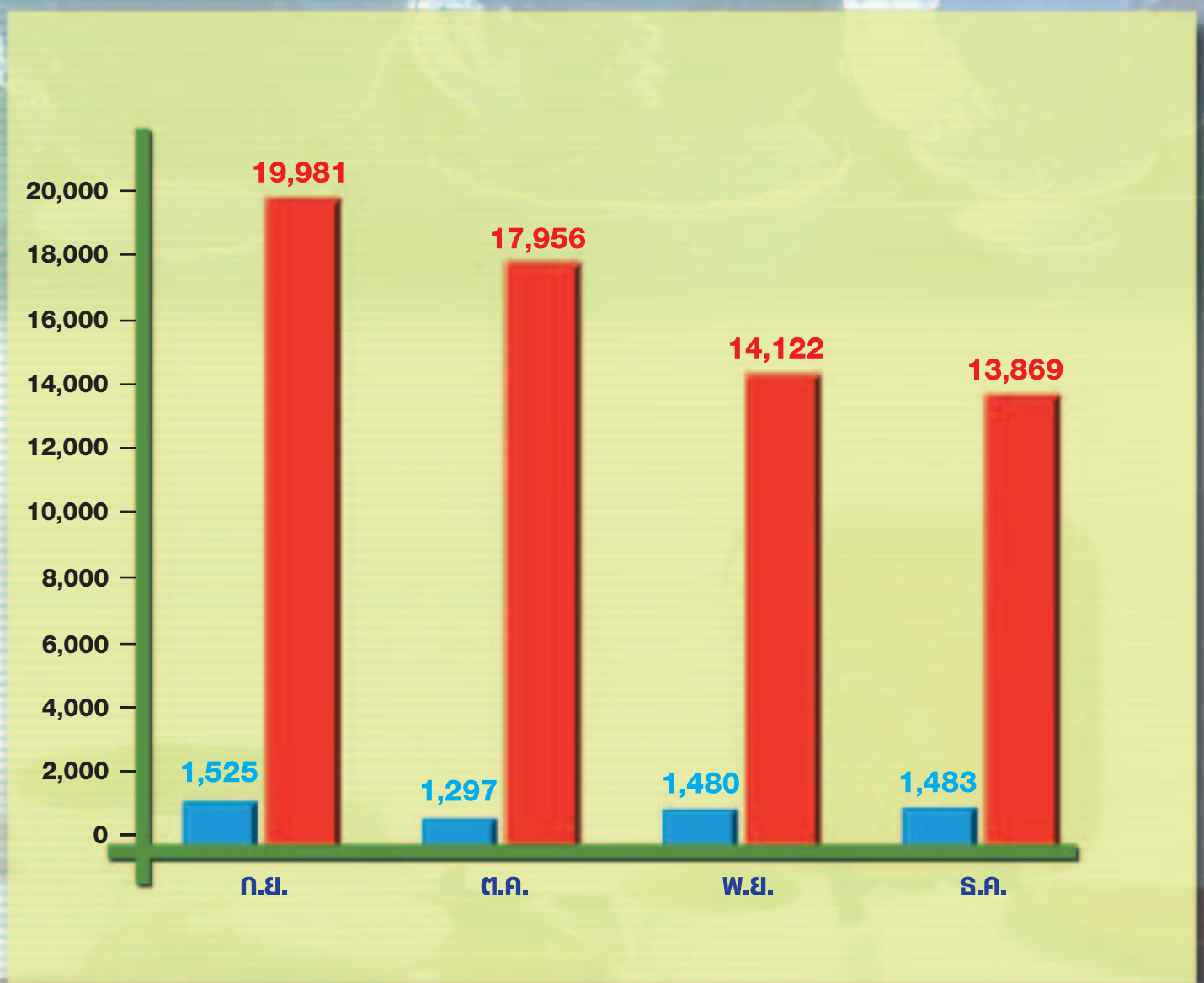
อ่านต่อหน้า 18



**ดร.สุจินดา โชติพานิช** อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้รับโล่เชิดชูเกียรติศิษย์เก่า  
วัสดุศาสตร์ ดีเด่น จากภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
เมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2547 ณ ศาลาพระเกี้ยว จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง เดือน กันยายน - ธันวาคม 2547

■ จำนวนตัวอย่าง  
■ จำนวนรายการ



อัตราส่วน 1 : 1000